



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

CONTRATO NÚMERO CONTA15-016-PID: 2068/2069

INFORME FINAL



Índice de Contenido

1. Recopilación y Análisis de información existente	1
1.1. Estudios requeridos en los términos.....	2
1.2. Otra información documental y estadística	3
1.3. Otra información geográfica	4
1.4. Resultados de la recopilación de información	9
2. Diagnóstico y Planeación Integral de la JAD	11
2.1. Entorno general.....	11
2.2. Análisis de la Demanda	50
2.3. Análisis de la Oferta.....	70
2.4. Infraestructura Existente.....	86
2.4.1. Agua Potable	86
2.4.1.1 Documento sobre las instalaciones existentes de Agua Potable	86
2.4.1.2 Actualización del mapa base del sistema de Agua Potable	187
2.4.1.3 Analizar el Sistema de Agua Potable para condiciones actuales.....	195
2.4.2. Alcantarillado.....	224
2.4.2.1 Actualización del mapa base del sistema de Alcantarillado y Saneamiento	285
2.4.2.2 Caudal de Aguas Residuales.....	292
2.4.2.3 Analizar el Sistema de Alcantarillado en las condiciones actuales.....	299
2.4.3. Saneamiento.....	323
2.4.3.1 Documento sobre las instalaciones de Alcantarillado.....	323
2.4.4. Sistema Pluvial.....	345
2.4.4.1 Documento sobre Instalaciones Existente de Alcantarillado Pluvial.....	345
2.5. Programa de O&M del Organismo Operador	357
3. Planeación Técnica de los Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	365
3.1. Proyección de la Demanda.....	365
3.1.1. Proyección de la población.....	365
3.1.2. Proyección de la demanda	367
3.2. Planteamiento de Alternativas para satisfacer el incremento de la demanda de los servicios.....	375
3.2.1. Agua Potable	375
3.2.1.1 Analizar el Sistema de Agua Potable para condiciones futuras.....	375



3.2.1.2	Identificación de Alternativas a las condiciones existentes y futuras del Sistema de Agua Potable	375
3.2.1.3	Fuentes alternativas de suministro de agua potable	454
3.2.2.	Alcantarillado.....	455
3.2.2.1	Analizar el sistema de alcantarillado para las condiciones futuras	455
3.2.2.2	Identificación de Alternativas a las Condiciones existente y Futuras del sistema de alcantarillado sanitario.....	456
3.2.3.	Saneamiento.....	496
3.2.3.1	Análisis del reuso de Aguas Residuales Tratadas (red morada)	496
4.	Evaluación de Alternativas	499
4.1.	Definición de Metodología de Evaluación.....	500
4.1.1.	Prefactibilidad IPP (Impacto-Posibilidad-Pertinencia)	500
4.1.2.	Prefactibilidad Económica Financiera	501
4.1.3.	Alineación estratégica	503
4.1.4.	Factibilidad de las alternativas	503
4.2.	Análisis del cumplimiento de los objetivos	505
4.2.1.	Problemas a resolver por el Plan Maestro	506
4.2.2.	Objetivos estratégicos y visión del Plan Maestro.....	507
4.3.	Establecimiento de Criterios Mensurables	509
4.3.1.	Establecimiento de criterios medibles para la prefactibilidad IPP	509
4.3.2.	Establecimiento de criterios mensurables para la Prefactibilidad Económica/Financiera	513
5.	Selección de Alternativas	516
5.1.	Descripción de las alternativas a ser evaluadas	517
5.1.1.	Alternativas de agua potable	517
5.1.2.	Alternativas de alcantarillado y tratamiento	520
5.2.	Relatoría de los talleres de evaluación.....	524
5.3.	Evaluación de las alternativas de agua potable	524
5.3.1.	Evaluación de la Prefactibilidad IPP de las alternativas de agua potable	524
5.3.2.	Evaluación de la Prefactibilidad Económica- Financiera de las alternativas de agua potable	524
5.4.	Evaluación de la Alineación Estratégica	527
5.4.1.	Evaluación de la Alineación Estratégica de las alternativas de agua potable	527
5.4.2.	Evaluación General de las alternativas de agua potable.....	528
5.4.3.	Evaluación de las alternativas de alcantarillado y saneamiento.....	528



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

5.4.4.	Evaluación de la Prefactibilidad IPP de las alternativas de alcantarillado y saneamiento.....	528
5.4.5.	Evaluación de la Prefactibilidad Económica-Financiera de las alternativas de alcantarillado y saneamiento.....	528
5.4.6.	Evaluación de la Alineación Estratégica de las alternativas de alcantarillado y saneamiento.....	531
5.4.7.	Evaluación General de las alternativas de alcantarillado y saneamiento	531
6.	Jerarquización de acciones	533
6.1.	Metodología	533
6.2.	Alineación estratégica	534
6.3.	Beneficio - costo	537
6.4.	Viabilidad PEST	537
6.5.	Resultados de la jerarquización de las acciones	538
7.	Programa de Obras y Acciones	541
8.	Programa de Inversiones.....	547
9.	Medio Ambiente y Salud Pública	555
9.1.	Estudios de Impacto Ambiental	555
9.2.	Normas vigentes nacionales.....	556
9.3.	Temas para certificación	556
9.3.1.	Área de impacto del proyecto.....	556
9.3.2.	Problemática de salud humana y medio ambiente.....	559
9.3.3.	Estadísticas en materia de salud	559
9.3.4.	Análisis de posibles efectos en cada país	560
9.3.5.	Análisis de beneficios, riesgos y costos del proyecto.....	560
9.3.6.	Autorizaciones exigidas	561
9.3.7.	Justificación de los proyectos.....	562
10.	Compatibilidad con la Planeación Municipal y Región Aplicable.	564
10.1.	Normas ambientales	564
10.1.1.	Normas oficiales mexicanas	564
10.1.2.	Condiciones particulares de descarga.....	564
10.1.3.	Impacto ambiental	565
10.1.4.	Normas estatales municipales.....	565
10.1.5.	Impactos transfronterizos	566
10.1.6.	Otras normas técnicas.....	566
10.2.	Compatibilidad con la planeación regional y municipal.....	566



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

10.2.1.	Regionales	566
10.2.2.	Municipales	567
10.3.	Permisos requeridos.....	567
11.	Capacidad de pago de la población	570
11.1.	Fuentes de información.....	570
11.2.	Ingreso mensual promedio por usuario	571
11.3.	Facturación mensual	572
11.4.	Capacidad de pago	573
12.	Análisis Financiero	579
12.1.	Supuestos	579
12.1.1.	Población	579
12.1.2.	Inversiones	580
12.2.	Modelo Financiero	580
12.3.	Escenarios.....	584
12.4.	Estructura tarifaria	589
13.	Conclusiones y recomendaciones	594



Índice de Figuras

Figura 1. Listado de requerimientos de información: temas y ejemplo de conceptos	1
Figura 2. Carpetas de información de los conceptos solicitados	3
Figura 3. Información del directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE)	4
Figura 4. Información del directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE)	4
Figura 5. Ortofoto en formato propietario mrsid	5
Figura 6. Pictometría en formato img	5
Figura 7. Plano General de infraestructura	6
Figura 8. Contenido de las capas de las cartas topográficas de INEGI	7
Figura 9. Curvas de nivel del MTD del Continuo de Elevaciones Mexicano del INEGI	7
Figura 10. Información Lidar tipo terreno	8
Figura 11. Curvas de nivel obtenidas de la información LIDAR.....	8
Figura 12. Localización geográfica del municipio de Matamoros, Tamaulipas	11
Figura 13. Localización de la ciudad de Matamoros en el contexto estatal.....	12
Figura 14. Localización del área de estudio.....	13
Figura 15. Localización de la estación climatológica (S.J. 3-47 Río Bravo) más cercana a la ciudad de Matamoros	14
Figura 16. Precipitación y temperatura mensual promedio	15
Figura 17. Suelos dominantes	20
Figura 18. Uso del suelo y vegetación.....	21
Figura 19. Geología.....	22
Figura 20. Relieve	23
Figura 21. Localización de los acuíferos del estado de Tamaulipas.....	27
Figura 22. Localización del acuífero Bajo Río Bravo	28
Figura 23. Unidades Hidrogeológicas.....	32
Figura 24. Áreas seleccionadas para elaborar las configuraciones del NE y realizar el balance.....	34
Figura 25. Profundidad del nivel estático (agosto-septiembre de 2006).....	35
Figura 26. Elevación del nivel estático (agosto-septiembre de 2006)	36
Figura 27. Evolución del nivel estático (1982-2006).....	37
Figura 28. Tasas de crecimiento históricas (anual promedio).....	40
Figura 29. Crecimiento poblacional del municipio y cabecera municipal de Heroica Matamoros, Tamps. 1990-2010.....	41



Figura 30. Comparativo de población actual (2014)	49
Figura 31. Tasas de crecimiento del periodo 2010 - 2014	50
Figura 32. Esquema de Eficiencias de un O.O.	51
Figura 33. Usuarios Domésticos y no domésticos	53
Figura 34. Usuarios no domésticos	53
Figura 35. Usuarios por régimen de facturación	54
Figura 36. Histograma de consumo de los usuarios de servicio medido mayo 2014 – abril 2015	54
Figura 37. Histograma de consumos de usuarios de cuota fija mayo 2014-abril 2015	55
Figura 38. Histograma de consumos de usuarios medidos y no medidos autorizado mayo 2014-abril 2015 56	
Figura 39. Esquema de Eficiencia Física y Agua No Contabilizada en la JAD	64
Figura 40. Resumen de los resultados del Balance de Agua	65
Figura 41. Comparativo de consumos sin corregir y corregidos de usuarios domésticos (m ³ /toma/mes) ..	66
Figura 42. Comparativo de consumos sin corregir y corregidos de usuarios no domésticos (m ³ /toma/mes) 66	
Figura 43. Matamoros, Tamp., en la Cuenca del Río Bravo/Grande.	70
Figura 44. Cuencas compartidas entre México y Estados Unidos	71
Figura 45. Distribución del Agua del Río Bravo de acuerdo al tratado de 1994	72
Figura 46. Capacidades asignadas de las presas internacionales	72
Figura 47. Cuencas hidrológicas con publicación de disponibilidad en el DOF 2014	74
Figura 48. Cuenca Hidrológica Río Bravo 13 (2437)	74
Figura 49. Matamoros dentro de la poligonal que delimita la zona del acuífero 2801 Bajo Río Bravo	76
Figura 50. Unidades hidrogeológicas del acuífero 2801 Bajo Río Bravo	78
Figura 51. Ubicación de los Sistemas acuíferos Sur de Reynosa y Reynosa–Matamoros	79
Figura 52. Acuíferos con salinización de suelos y aguas subterráneas salobres / incrustación marina	80
Figura 53. Grado de peligro por sequía en la zona que se localiza Matamoros (CENAPRED)	81
Figura 54. Cambios en el promedio de precipitación anual para el futuro (2015 a 2039)	82
Figura 55. Número de títulos REPDA	83
Figura 56. Títulos de concesión por tipo de uso	83
Figura 57. Localización de las Obras de Toma	87
Figura 58. Localización de la Obra de toma 1 (OT1)	88
Figura 59. Localización de la Obra de toma 2 (OT2)	89
Figura 60. Localización de la Obra de toma 3 (OT3)	89



Figura 61. Equipamiento de la OT No. 1.....	90
Figura 62. Descarga de la línea a las lagunas de pre sedimentación	91
Figura 63. Obra de toma No. 2	91
Figura 64. Índice de turbiedad (NTU).....	95
Figura 65. Índice de Color	95
Figura 66. Índice de Dureza Total	96
Figura 67. Índice de Sólidos Disueltos.....	96
Figura 68. Producción histórica de la JAD	98
Figura 69. Relación entre volumen producido - suministrado – rechazado.....	98
Figura 70. Extracción del Río Bravo vs Caudal concesionado	99
Figura 71. Producción mensual y temperaturas medias mensuales	100
Figura 72. Estaciones de medición para determinar el volumen extraído	101
Figura 73. Comportamiento horario del bombeo de la OT No. 1 del Río Bravo a Lagunetas.....	102
Figura 74. Comportamiento horario del bombeo de la OT No. 1 del Río Bravo a P.P. No. 1	102
Figura 75. Comportamiento horario del bombeo de la OT No. 2 del Río Bravo a P.P. Paq. No. 2	103
Figura 76. Localización de las Plantas Potabilizadoras y Plantas Paquete	105
Figura 77. Planta Potabilizadora 1 y 2.....	105
Figura 78. Planta Potabilizadora Paquete 1 y 2	106
Figura 79. Producción total de agua de la Planta Potabilizadora No. 1 (m ³ /mensual)	110
Figura 80. Salidas de la Red Pte con equipo C1 y M1 y Red Ote con equipo M2.....	111
Figura 81. Comportamiento horario de la entrada de agua a la Planta Potabilizadora de la OT 1 (bombas 4 y 5) y el rebombeo 7 Tamaulipas.....	112
Figura 82. Comportamiento horario del bombeo a la red de la zona Poniente con bombas C1 y M1.....	113
Figura 83. Comportamiento horario del bombeo a la red zona Ote con la bomba C7	113
Figura 84. Comportamiento horario del bombeo a la zona Oriente con la bomba M2	114
Figura 85. Comportamiento horario del bombeo al tanque No. 4 con la bomba No. 1 (Alto Rendimiento), lado Oriente.....	114
Figura 86. Comportamiento horario del bombeo al tanque No. 4 de la bomba no. 2 (Alto Rendimiento), lado Oriente.....	115
Figura 87. Líneas de ingreso al módulo 1 y módulo nuevo.....	117
Figura 88. Producción total de agua de la Planta Potabilizadora No. 2 (m ³ /mensual)	123
Figura 89. Salida de la bomba 1 a Tanque 3 y de las bombas 4, 7, 8, 9 y 10 a red por línea de 30”	124
Figura 90. Salida de equipos 5 y 6 a la red general y al CEFERESO	124



Figura 91. Salidas de la bomba No. 11 a Pueblitos (ejidos)	125
Figura 92. Comportamiento horario de la entrada a la PP - 02 (módulo 1 con línea de 36").....	126
Figura 93. Comportamiento horario de la entrada a la PP -02 (módulo nuevo con línea de 24").....	126
Figura 94. Comportamiento horario del bombeo a la zona del tanque No. 3 con la bomba No 1	127
Figura 95. Comportamiento horario del bombeo a la zona del tanque No. 3 con la bomba No 2	127
Figura 96. Comportamiento horario del bombeo a la zona del tanque No. 3 con la bomba No 3	128
Figura 97. Comportamiento horario del bombeo a la red general con bombas 4, 7, 8, 9 y 10	128
Figura 98. Comportamiento horario del bombeo a la red general y al CEFERESO con la bomba 5	129
Figura 99. Comportamiento horario del bombeo a la red general y al CEFERESO con la bomba 6	129
Figura 100. Comportamiento horario del bombeo a Pueblitos (ejidos) con la bomba 11	130
Figura 101. Descarga constante de la P.P. No. 2 al canal pluvial	131
Figura 102. Líneas de ingreso a la Planta Potabilizadora Paquete 1	132
Figura 103. Salidas a Proteínas Básicas y a la red del Tanque No. 1.....	132
Figura 104. Producción total de agua de la Planta Potabilizadora Paquete 1 (m ³ /mes)	135
Figura 105. Comportamiento horario del bombeo de la OT de la Laguneta a P.P. Paq. No. 1	136
Figura 106. Comportamiento horario del bombeo a la red del Tanque No. 1	136
Figura 107. Comportamiento horario del bombeo a Proteínas Básicas	137
Figura 108. Vertedor del canal de cloración (antes del ingreso a los filtros)	138
Figura 109. Línea de ingreso a la Planta Potabilizadora Paquete 2 y zona de filtros.....	139
Figura 110. Salidas a CIMA y Zona Industrial.....	139
Figura 111. Producción total de agua de la Planta Potabilizadora Paquete 2 (m ³ /mes)	142
Figura 112. Comportamiento horario del bombeo de la OT del Río Bravo a P.P. Paq. No. 2.....	143
Figura 113. Comportamiento horario del bombeo a la Zona Industrial	143
Figura 114. Comportamiento horario del bombeo a CIMA	144
Figura 115. Caudal medio mensual suministrado a la red de distribución de Matamoros, Tamps.	147
Figura 116. Líneas primarias por material de las tuberías.....	148
Figura 117. Línea principales en el sistema de agua de Matamoros, Tamaulipas.....	149
Figura 118. Acueductos de las captaciones a las plantas potabilizadoras	150
Figura 119. Acueductos a la planta potabilizadora No. 1	151
Figura 120. Acueducto a la Planta Potabilizadora No. 2.....	151
Figura 121. Línea de interconexión de la PO-02 al tanque No. 3	152
Figura 122. Línea de alimentación de la PP – 02 a la red de distribución	153



Figura 123. Línea de interconexión de la PP – 01 al Tanque 4	154
Figura 124. Línea de interconexión del Tanque 4 al Tanque 2.....	154
Figura 125. Plantas de bombeo del sistema de agua potable en Matamoros	158
Figura 126. Localización de la planta de bombeo Praderas.....	160
Figura 127. Localización de la planta de bombeo Presidentes	161
Figura 128. Tanques de regulación del Sistema de Agua Potable de Matamoros.....	164
Figura 129. Abastecimiento anterior y actual del tanque No. 2	166
Figura 130. Tanques de agua clara de la planta potabilizadora No. 1	167
Figura 131. Composición de las zonas de influencia de los tanques	168
Figura 132. Zonas de influencia de los principales tanques en Matamoros	168
Figura 133. Principales Tanques de regulación en Matamoros	169
Figura 134. Comportamientos típicos de la demanda para suministros de 24, 20, 18 y 12 horas.....	170
Figura 135. Requerimientos de regulación vs Capacidad global actual	171
Figura 136. Requerimientos de regulación vs Capacidad P.P. No. 1 (actual)	172
Figura 137. Requerimientos de regulación vs Capacidad P.P. No. 2 (actual)	173
Figura 138. Requerimientos de regulación vs Capacidad P.P. Paq. No. 1 (actual)	174
Figura 139. Requerimientos de regulación vs Capacidad P.P. Paq. No. 2 (actual)	174
Figura 140. Cobertura del servicio de agua potable en la localidad de Matamoros, atendida por la JAD .	176
Figura 141. Red de distribución de agua potable primaria y secundaria.....	177
Figura 142. Red de distribución por diámetro de las tuberías.....	178
Figura 143. Materiales de la red de distribución	179
Figura 144. Composición de la red de distribución por materiales.....	180
Figura 145. Red de distribución por antigüedad de las tuberías.....	180
Figura 146. Plano de presiones en la red de distribución.....	182
Figura 147. Zonas de influencia de las plantas potabilizadoras	185
Figura 148. Infraestructura por zona de influencia de las potabilizadoras	186
Figura 149. Cartografía de Matamoros	187
Figura 150. Plano conteniendo el Padrón de Usuarios de la JAD.....	188
Figura 151. Plano de Agua potable.....	190
Figura 152. Plano de Agua Potable en Shape	191
Figura 153. División del plano de Agua potable en Shape.....	192
Figura 154. Plano de agua potable en dwg.	193



Figura 155. División del plano de agua potable en dwg	193
Figura 156. Vista del área de impresión de los planos dwg.....	194
Figura 157. Plano de Agua Potable de un mosaico en CAD	194
Figura 158. Zonas de influencia de las plantas potabilizadoras	197
Figura 159. Consumos unitarios promedios ponderados incluyendo todos los usos, en las zonas de influencia de las potabilizadoras	200
Figura 160. Demandas unitarias promedio ponderado incluyendo todos los usos por zonas de influencia de las potabilizadoras.....	201
Figura 161. Balance oferta - demanda por zona de influencia de las plantas potabilizadoras.....	202
Figura 162. Esquema general de la red principal de distribución de Matamoros	205
Figura 163. Representación esquemática de los nodos en el modelo.....	206
Figura 164. Representación esquemática de las válvulas de corte en el modelo.	207
Figura 165. Equipos de bombeo representados en el modelo.....	208
Figura 166. Representación esquemática de los reservorios en el modelo.	208
Figura 167. Tanque de almacenamiento en el modelo de simulación.	209
Figura 168. Representación esquemática de los tubos en el modelo.	210
Figura 169. Volumen de control.	211
Figura 170. Diámetros de la red de distribución en condiciones actuales.	213
Figura 171. Coeficientes de rugosidad en la red.	213
Figura 172. Incorporación de demandas en los nodos.	214
Figura 173. Tanques de almacenamiento en condiciones actuales.	215
Figura 174. Curva del sistema para Rebombeo PP1 (casa poniente)	216
Figura 175. Velocidades en el sistema de distribución. Condiciones Actuales.	217
Figura 176. Gastos en el sistema de distribución. Condiciones Actuales.....	217
Figura 177. Presiones en el sistema de distribución. Condiciones Actuales.	218
Figura 178. Curva de la bomba con punto de operación. Condiciones Actuales.....	219
Figura 179. Rastreo aguas abajo de PP2, bombas 1, 2 y 3. Condiciones Actuales.	220
Figura 180. Gradientes hidráulicos en las líneas de impulsión	221
Figura 181. Cobertura del servicio de drenaje en la ciudad de Matamoros, Tamp.	225
Figura 182. Cobertura del servicio de alcantarillado en Matamoros	226
Figura 183. Red de atarjeas de la ciudad de Matamoros, Tamps.	228
Figura 184. Fallas y consecuencias más comunes en el Sistema de Alcantarillado	229
Figura 185. Composición de la red de atarjeas por material de las tuberías	230



Figura 186. Materiales de las tuberías de alcantarillado.....	231
Figura 187. Antigüedad de las tuberías de alcantarillado	232
Figura 188. Localización de tuberías de drenaje donde se han presentado caídos	233
Figura 189. Trazo de colectores y subcolectores en Matamoros	237
Figura 190. Descargas directas a los drenes pluviales.....	239
Figura 191. Colectores que actualmente descargan al Dren Principal	240
Figura 192. Colectores que descargan al Dren 20 de Noviembre.....	240
Figura 193. Principales cuencas de aportación.....	241
Figura 194. Localización y trazo de los interceptores - emisores	242
Figura 195. Colectores que descargan a la EB – 3 y EB -11 y vierten al Dren 20 de Noviembre	243
Figura 196. Líneas de impulsión que vierten al Dren 20 de Noviembre	244
Figura 197. Trazo de las líneas de impulsión del sistema de alcantarillado de Matamoros	245
Figura 198. Líneas de impulsión descargando a pozos de visita de cambio de régimen	246
Figura 199. Líneas de impulsión descargando a cuerpos receptores (drenes).....	246
Figura 200. Microcuencas de aportación en Matamoros	252
Figura 201. Subcuentas de aportación en Matamoros.....	253
Figura 202. Cuencas de aportación en Matamoros	254
Figura 203. Macrocuencas de aportación en Matamoros	255
Figura 204. Diagrama de recolección de la PTAR Presidentes	256
Figura 205. Sistema de la PTAR Presidentes (fuera de operación).....	256
Figura 206. Diagrama de recolección de la EB 32	257
Figura 207. Diagrama de recolección de las EBARs que descargan al Dren 32 (PTAR Oeste).....	257
Figura 208. Diagrama del Dren Principal.....	258
Figura 209. Sistema de la EB 32 y Dren Principal	259
Figura 210. Diagramas de recolección de la EB 11	260
Figura 211. Diagrama de recolección de EBs que descargan al Dren 20 de Noviembre	260
Figura 212. Sistema de la EB No. 11 y descargas de las EB al Dren 20 de Noviembre	261
Figura 213. Diagrama de recolección de la EB 42	262
Figura 214. Sistema de la EB 42 que descarga en la PTAR Este.....	262
Figura 215. Pozos de vista en las líneas principales de alcantarillado de Matamoros	263
Figura 216. Estaciones de bombeo de aguas residuales	265
Figura 217. Zonas de cobertura o aportación de las estaciones de bombeo de aguas residuales	271



Figura 218. Estado de conservación de las estaciones de bombeo de aguas negras.....	281
Figura 219. Confluencia del Dren Principal hacia Matamoros	282
Figura 220. Sistema de drenaje pluvial en el Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo en el Módulo I-1	282
Figura 221. Desbordamientos, encharcamientos y calles inundables en Matamoros.....	283
Figura 222. Cartografía de Matamoros	285
Figura 223. Plano de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	287
Figura 224. Plano de Alcantarillado en shape	288
Figura 225. División del plano de Alcantarillado en Shape.....	289
Figura 226. Plano de alcantarillado en dwg	290
Figura 227. División del plano de alcantarillado en dwg.....	290
Figura 228. Vista del área de impresión de los planos dwg.....	291
Figura 229. Plano de Alcantarillado de un mosaico en CAD	292
Figura 230. Áreas de influencia de las macrocuencas de las PTARs Este y Oeste	294
Figura 231. Consumos unitarios promedios ponderados incluyendo todos los usos, en las macrocuencas 297	297
Figura 232. Demandas unitarias promedio ponderado incluyendo todos los usos por macrocuencas	297
Figura 233. Situación actual de la cobertura de recolección y alejamiento de la macrocuenca Este	300
Figura 234. Situación actual de la cobertura de recolección y alejamiento de la macrocuenca Oeste.....	301
Figura 235. Perfil creado con información original. Pozos con cota de plantilla.....	306
Figura 236. Perfil creado con información original (Pozos sin cota de plantilla).....	306
Figura 237. Perfiles con plantillas originales y con plantillas redefinidas.....	307
Figura 238. Perfiles con plantillas originales con cota 0 y con plantillas redefinidas.	307
Figura 239. Curva del Sistema en la Estación de Bombeo 95.....	308
Figura 240. Curva de la bomba en la EB – 95.....	308
Figura 241. Modelo con simulación de condiciones actuales.	311
Figura 242. Perfil presurizado en condiciones actuales.....	312
Figura 243. Perfil presurizado de la zona Oeste, en condiciones actuales.....	312
Figura 244. Condición de operación a capacidad de conductos	313
Figura 245. Colectores con problemas de capacidad de conducción	315
Figura 246. Velocidades en los conductos a gasto Máximo Extraordinario.....	316
Figura 247. Velocidades en los conductos a gasto mínimo	317
Figura 248. Cargas Dinámicas Totales (CDT) en las líneas de impulsión.....	319
Figura 249. Gradientes hidráulicos en las líneas de impulsión	320



Figura 250. Localización de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	324
Figura 251. Localización de la Planta de Tratamiento Este.....	325
Figura 252. Localización de la Planta Oeste.....	330
Figura 253. Localización de los puntos de descarga autorizados en el Título de asignación.....	335
Figura 254. DBOs total del efluente en la PTAR Este, durante el 2012, 2013 y 2014.....	337
Figura 255. SST total del efluente en la PTAR Este durante el 2012, 2013 y 2014.....	337
Figura 256. DQO total del efluente en la PTAR Este durante el 2012, 2013 y 2014.....	338
Figura 257. Puntos de monitoreo de la calidad del agua por parte de la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua de la CONAGUA.....	339
Figura 258. Volumen mensual de agua tratada en la PTAR en 2013 y 2014 (m3)	342
Figura 259. Sistema de Drenes en Matamoros.....	345
Figura 260. Red de drenaje pluvial y estaciones de bombeo.....	346
Figura 261. Encharcamientos y desbordamiento de canales en Matamoros.	348
Figura 262. Calles inundables en Matamoros, Tamaulipas.	349
Figura 263. Sectores de contingencia establecidos por la JAD en Matamoros	350
Figura 264. Sectores de contingencia y zonas problemáticas por encharcamientos y desbordamientos de canales en Matamoros	351
Figura 265. Áreas de riesgo por inundaciones establecidas en el Atlas de Riesgo de Matamoros.....	352
Figura 266. Obras de mejoramiento para evitar inundaciones en Matamoros	355
Figura 267. Prolongación del Dren 32 Izquierdo en caso de mayor volumen de agua y área del arroyo El Tigre	356
Figura 268. Tasas de crecimiento históricas (anual promedio).....	365
Figura 269. Comparativo de población al horizonte de planeación (2034)	366
Figura 270. Proyección de población (2014-2034)	367
Figura 271. Propuesta de recuperación de pérdidas físicas (%).....	370
Figura 272. Proyección de la demanda promedio	371
Figura 273. Proyección de la oferta de agua para Matamoros	372
Figura 274. Proyección de Aportaciones de Aguas Residuales de Matamoros	374
Figura 275. Aportaciones de aguas residuales por tipo de usuario por quinquenio	374
Figura 276. Área de Influencia de las Plantas Potabilizadoras de la Alternativa 1	379
Figura 277. Área de Influencia de Tanques de la Alternativa 1.....	380
Figura 278. Área de Influencia de Plantas Potabilizadoras Alternativa 2	381
Figura 279. Área de Influencia de Tanques Alternativa 2.....	382



Figura 280. Sectores de distribución en Alternativa 1.....	383
Figura 281. Tanques nuevos propuestos en Alternativa 1.	384
Figura 282. Sector de distribución del Tanque #1.....	384
Figura 283. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque # 1.	385
Figura 284. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque # 1.....	386
Figura 285. Línea de conducción al Tanque # 1.	386
Figura 286. Línea exclusiva del Tanque # 1 a Proteínas Básicas.....	387
Figura 287. Distribución de presiones en sector del Tanque # 1.....	388
Figura 288. Tuberías a reforzar en sector del Tanque # 1.....	389
Figura 289. Válvulas para aislar hidráulicamente el sector del Tanque # 1.	390
Figura 290. Sector de distribución del Tanque #4.....	391
Figura 291. Línea de conducción al Tanque # 4.	392
Figura 292. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque # 4.	392
Figura 293. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque # 4.....	393
Figura 294. Tuberías de refuerzo en sector del Tanque #4.....	394
Figura 295. By-Pass a la llegada al Tanque #2.	395
Figura 296. Válvulas para aislar los sectores de Tanque #4, #2 y López Mateos.....	396
Figura 297. Presiones en los sectores de Tanque #4, #2 y López Mateos.....	396
Figura 298. Sector de distribución del Tanque #2.....	397
Figura 299. Sector de distribución del Tanque # López Mateos.....	398
Figura 300. Cambios en Tanque López Mateos.	399
Figura 301. Vista del Acuaférico en Alternativa 1.....	400
Figura 302. Sector de distribución del Tanque Rafael Ramírez.....	400
Figura 303. Línea de conducción al Tanque Rafael Ramírez.	401
Figura 304. Curva del sistema al Tanque Rafael Ramírez.	401
Figura 305. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Rafael Ramírez.	402
Figura 306. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Rafael Ramírez.	404
Figura 307. Presiones en sector del Tanque Rafael Ramírez.	404
Figura 308. Sector de distribución del Tanque Fresnos.....	405
Figura 309. Línea de conducción al Tanque Fresnos.	406
Figura 310. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque Fresnos.	406
Figura 311. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Fresnos.	407



Figura 312. Tubos nuevos en el sector del Tanque Fresnos.....	408
Figura 313. Presiones en el sector del Tanque Fresnos.....	409
Figura 314. Sector de distribución del Tanque Loma Bonita en Alternativa 1.	410
Figura 315. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Loma Bonita.	411
Figura 316. Presiones en sector del Tanque Loma Bonita.	411
Figura 317. Válvulas para aislar los sectores de Tanque Loma Bonita.	412
Figura 318. Sector de distribución del Tanque Nuevo #3.	413
Figura 319. Línea de conducción al Tanque Nuevo #3.	413
Figura 320. Curva del sistema al Tanque Nuevo #3.	414
Figura 321. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Nuevo #3.....	415
Figura 322. Tuberías nuevas en sector del Tanque Nuevo #3.....	416
Figura 323. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Nuevo #3.....	416
Figura 324. Presiones en sector del Tanque Nuevo #3.....	417
Figura 325. Válvulas para aislar los sectores de Tanque Nuevo #3.	418
Figura 326. Sector de distribución del Tanque Brisas del Valle.	418
Figura 327. Línea de conducción al Tanque Brisas del Valle.....	419
Figura 328. Curva del sistema al Tanque Brisas del Valle.	420
Figura 329. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Brisas del Valle.	421
Figura 330. Detalle de conexiones en sector de Brisas del Valle.	422
Figura 331. Tubos Nuevos en sector de Brisas del Valle.....	423
Figura 332. Tubos a reforzar en sector de Brisas del Valle.	424
Figura 333. Presiones en sector del Tanque Brisas del Valle.	424
Figura 334. Sector de distribución del Tanque Presidentes.....	425
Figura 335. Línea de conducción al Tanque Presidentes.	426
Figura 336. Curva del sistema al Tanque Presidentes.	427
Figura 337. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Presidentes.	428
Figura 338. Presiones en sector del Tanque Presidentes.	429
Figura 339. Sector de distribución del Tanque Cavazos.	430
Figura 340. Línea de conducción al Tanque Cavazos.....	431
Figura 341. Curva del sistema al Tanque Cavazos.....	431
Figura 342. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Cavazos.....	432
Figura 343. Tubos Nuevos en sector de Tanque Cavazos.	433



Figura 344. Presiones en sector del Tanque Cavazos.....	433
Figura 345. Válvulas para aislar el sector del Tanque Cavazos.	434
Figura 346. Sectores de distribución en Alternativa 2.....	435
Figura 347. Sector de distribución del Tanque Paquete #2.	436
Figura 348. Línea de conducción al Tanque Paquete #2.....	437
Figura 349. Curva del sistema al Tanque #4 y Paquete #2.....	437
Figura 350. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Paquete #2.	438
Figura 351. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Rafael Ramírez.	439
Figura 352. Presiones en sector del Tanque Paquete #2.	440
Figura 353. Sector de distribución del Tanque Loma Bonita en Alternativa 2.	441
Figura 354. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque Loma Bonita.....	442
Figura 355. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque # 1.....	443
Figura 356. Línea de conducción al Tanque Loma Bonita.....	443
Figura 357. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Loma Bonita.	444
Figura 358. Presiones en sector del Tanque Loma Bonita.	445
Figura 359. Válvulas para aislar los sectores de Tanque Loma Bonita.	446
Figura 360. Obras de mejora operativa en el sistema de Agua Potable Alternativa No. 1	447
Figura 361. Obras de refuerzos y sustituciones de Alternativa 1	448
Figura 362. Obras de mejora operativa del sistema de Agua Potable Alternativa No. 2	449
Figura 363. Obras de refuerzos y sustituciones de Alternativa 2	450
Figura 364. Zonificación secundaria, factibilidades de la JAD y CeCuBi.....	451
Figura 365. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque Presidentes – Largo Plazo.	452
Figura 366. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Presidentes – Largo Plazo.	453
Figura 367. Presiones en el sector del Tanque Presidentes – Largo Plazo.	453
Figura 368. Cuencas de aportación Alternativa 1	460
Figura 369. Macrocuencas de Plantas de Tratamiento Alternativa 1.....	461
Figura 370. Cuencas de aportación Alternativa 2	462
Figura 371. Macrocuencas de aportación de Plantas de Tratamiento de Alternativa 2	463
Figura 372. Cuencas de aportación de Alternativa 3.....	464
Figura 373. Macrocuencas de aportación de Plantas de Tratamiento Alternativa 3.....	465
Figura 374. Área de aporte para la PTAR Este.	466
Figura 375. Mejora Operativa de Alternativa 1, Zona de la PTAR Este.....	468



Figura 376. Tubos a Reforzar de Alternativa 1, Zona de la PTAR Este.	469
Figura 377. Capacidades de tuberías en Alternativa 1, Zona de la PTAR Este.....	469
Figura 378. Perfil de tramo hacia la PTAR Este. Alternativa 1 a Corto y Mediano Plazo.	470
Figura 379. Área de aporte para la PTAR Oeste.....	471
Figura 380. Mejora Operativa de Alternativa 1, Zona de la PTAR Oeste.	473
Figura 381. Tubos a Reforzar de Alternativa 1, Zona de la PTAR Oeste.	474
Figura 382. Capacidades de tuberías en Alternativa 1, Zona de la PTAR Oeste.	475
Figura 383. Perfil de tramo hacia la PTAR Oeste. Alternativa 1 a Corto y Mediano Plazo.	475
Figura 384. Cuencas de aporte para las PTAR de la Alternativa 2.....	477
Figura 385. Cuenca de aporte para la PTAR Este, Alternativa 2.....	477
Figura 386. Cuenca de aporte para la PTAR Presidentes, Alternativa 2.	478
Figura 387. Mejoras operativas en Cuenca de PTAR Presidentes.	479
Figura 388. Tubos a reforzar en Cuenca de PTAR Presidentes.....	479
Figura 389. Cuenca de aporte para la PTAR Presidentes, Alternativa 2.	480
Figura 390. Mejora Operativa de Alternativa 2, Zona de la PTAR Oeste.	482
Figura 391. Tubos a Reforzar de Alternativa 2, Zona de la PTAR Oeste.	483
Figura 392. Capacidades de tuberías en Alternativa 2, Zona de la PTAR Oeste.	483
Figura 393. Perfil de tramo hacia la PTAR Oeste. Alternativa 2 a Corto y Mediano Plazo.	484
Figura 394. Obras de mejora operativa en el sistema de Alcantarillado (Alternativa No. 1)	486
Figura 395. Reforzamiento de conductos en la Alternativa No. 1.....	487
Figura 396. Mejora operativa en el sistema de Alcantarillado (Alternativa No. 3)	488
Figura 397. Refuerzos de conductos en la Alternativa No. 3	489
Figura 398. Capacidades de tuberías en Alternativa 1 a Largo Plazo.	491
Figura 399. Capacidades de tuberías en Alternativa 2 a Largo Plazo.	494
Figura 400. Perfil de tramo hacia la PTAR Oeste. Alternativa 2 a Largo Plazo.	494
Figura 401. Premisas para el diseño de la Metodología de Evaluación	499
Figura 402. Relación entre los subprocesos de evaluación y las premisas de la MdE	500
Figura 403. Variables de prefactibilidad IPP.....	501
Figura 404. Aspectos a evaluar en el costo-eficacia.....	502
Figura 405. Procedimiento para obtener la calificación de Factibilidad de las alternativas	504
Figura 406. Criterios de tipo de proyecto.....	506
Figura 407. Mapa estratégico del Plan Maestro	508



Figura 408. Alternativa 1 Agua Potable	518
Figura 409. Alternativa 2 Agua Potable	519
Figura 410. Alternativa 1 Alcantarillado y saneamiento	521
Figura 411. Alternativa 2 Alcantarillado y saneamiento	522
Figura 412. Alternativa 3 Alcantarillado y saneamiento	523
Figura 413. Pasos para la priorización de acciones	533
Figura 414. Análisis de la alineación estratégica de las acciones de inversión	534
Figura 415. Porcentajes de inversión por periodo de tiempo.....	548
Figura 416. Porcentajes de inversión por componente.....	548
Figura 417. Localización de la ciudad de Matamoros en el contexto estatal.....	557
Figura 418. Distribución del ingreso corriente, localidad Heroica Matamoros,2014 (ENIGH)	572
Figura 419. Distribución del agua (último recibo pagado); localidad Heroica de Matamoros, 2014	573
Figura 420. Proyección de la Población.....	579
Figura 421. Tasas de crecimiento de Población (2010-2035).....	580
Figura 422. Estructura del Modelo Financiero.....	582
Figura 423. Ingresos, egresos, utilidades y flujo de caja del Escenario 1.....	586
Figura 424. Ingresos, egresos, utilidades y flujo de caja del Escenario 2.....	587
Figura 425. Ingresos, egresos, utilidades y flujo de caja del Escenario 3	588
Figura 426. Clasificación de las estructuras tarifarias de agua	590
Figura 427. Estructura tarifaria vigente	591
Figura 428. Incrementos a las tarifas domésticas.....	591



Índice de Tablas

Tabla 1. Estudios e información similar	2
Tabla 2. Información que contiene las capas de las cartas topográficas	6
Tabla 3. Localización de la zona de estudio.....	11
Tabla 4. Precipitación máxima diaria en el periodo 1981-2010 en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas ..	16
Tabla 5. Registro histórico de ciclones tropicales en el municipio de Matamoros, Tamaulipas	17
Tabla 6. Características físicas, Matamoros, Tamaulipas	18
Tabla 7. Disponibilidad del acuífero Bajo Río Bravo, (Hm ³)	39
Tabla 8. Crecimiento poblacional del estado de Tamaulipas	40
Tabla 9. Crecimiento poblacional del municipio de Matamoros, Tamaulipas	40
Tabla 10. Crecimiento poblacional de la localidad de Heroica Matamoros, Tamaulipas	40
Tabla 11. Población censada por INEGI en 2010.....	41
Tabla 12. Indicadores de población 1990-2010	42
Tabla 13. Distribución de población municipal por tamaño de localidad.....	42
Tabla 14. Viviendas habitadas por tipo de vivienda, 2010	42
Tabla 15. Ocupantes en viviendas particulares, 2010	43
Tabla 16. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan, 2010.....	43
Tabla 17. Viviendas particulares habitadas según bienes materiales con los que cuentan, 2010.....	44
Tabla 18. Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010.....	45
Tabla 19. Población según condición de asistencia escolar por grupos de edad y sexo, 2010	45
Tabla 20. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010	45
Tabla 21. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010	45
Tabla 22. Población de 15 años y más, según grado de escolaridad y sexo, 2010	46
Tabla 23. Población total según derechohabencia a servicios de salud por sexo, 2010	46
Tabla 24. Indicadores de Marginación, 2010.....	46
Tabla 25. Distribución porcentual de la población por características seleccionadas, 2010.....	47
Tabla 26. Distribución porcentual de ocupantes en viviendas por características seleccionadas, 2010.....	47
Tabla 27. Padrón de Usuarios de la JAD (a abril 2016).....	53
Tabla 28. Resumen de Consumos medidos autorizados (Servicio Medido) mayo 2014 – abril 2015	54
Tabla 29. Resumen de consumos no medidos autorizados (Cuota Fija) mayo 2014-abril 2015.....	55
Tabla 30. Resumen de consumos facturados totales medidos y no medidos autorizados mayo 2014-abril 2015	55



Tabla 31. Volumen Facturado por régimen y tipo de usuarios	56
Tabla 32. Volumen no medido autorizado en el 2014	58
Tabla 33. Error de asignación de consumo a usuarios de cuota fija.....	59
Tabla 34. Resumen de pérdidas identificadas o comerciales en el sistema.....	59
Tabla 35. Resumen de pérdidas identificadas o comerciales en el sistema (sin el error de asignación de consumos a usuarios de cuota fija)	60
Tabla 36. Pérdidas potenciales.....	60
Tabla 37. Volúmenes de Pérdidas Reales en el Sistema de Distribución.....	61
Tabla 38. Caudal perdido en las tomas	62
Tabla 39. Caudal perdido en la red de distribución	62
Tabla 40. Resultados del Balance de Agua en el Sistema de Abastecimiento	63
Tabla 41. Consumos Unitarios corregidos.....	65
Tabla 42. Consumos unitarios por tipo de usuario	67
Tabla 43. Total de habitantes año 2014.....	67
Tabla 44. Población con y sin servicio.....	67
Tabla 45. Volumen de demanda de usuarios domésticos conectados a la red (promedio anual).....	68
Tabla 46. Volumen de demanda de usuarios no domésticos (promedio anual)	68
Tabla 47. Volumen de demanda de usuarios domésticos potenciales (promedio anual)	68
Tabla 48. Resultado del Balance de Agua	69
Tabla 49. Volumen de pérdidas.....	69
Tabla 50. Demanda total actual del sistema (promedio anual)	69
Tabla 51. Volumen concesionado de aguas superficiales de la JAD.....	75
Tabla 52. Estudios Técnicos realizados al Acuífero Bajo Río Bravo	77
Tabla 53. Volumen concesionado de aguas subterráneas.....	82
Tabla 54. Títulos y volumen concesionado por tipo de uso.....	83
Tabla 55. Localización de las captaciones (Obras de toma).....	88
Tabla 56. Número de equipos y capacidad instalada de las OT	90
Tabla 57. Información técnica de las obras de toma (1 de 2)	91
Tabla 58. Información técnica de las obras de toma (2 de 2)	92
Tabla 59. Arreglos en las descargas de los equipos y status operativo	92
Tabla 60. Resultados análisis de la calidad del agua del río Bravo en la OT1 y OT2	93
Tabla 61. Registros históricos de producción	97
Tabla 62. Volumen de producción registrado durante un año (2014 – 2015).....	99



Tabla 63. Resultados de las mediciones efectuadas a la llegada a las plantas potabilizadoras	101
Tabla 64. Corrección del volumen extraídos en el periodo de análisis.....	103
Tabla 65. Volumen producido corregido, durante el periodo de análisis.....	104
Tabla 66. Localización de las Plantas Potabilizadoras y Plantas Paquete	104
Tabla 67. Procesos de Potabilización en las Plantas	106
Tabla 68. Resultados promedios diarios del muestreo diario en la Planta Potabilizadora No. 1	108
Tabla 69. Calidad del agua de la P.P. No. 1 (Laboratorio Certificado)	109
Tabla 70. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PP – 01	112
Tabla 71. Resultados de las mediciones efectuadas a la entrada y salida de la P.P. No. 1	115
Tabla 72. Corrección del volumen producido o suministrado de la Planta Potabilizadora No. 1.....	116
Tabla 73. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PP – 02 hacia los módulos... 	117
Tabla 74. Resultados promedios diarios del muestreo diario en la Planta Potabilizadora No. 2	121
Tabla 75. Calidad del agua de la P.P. No. 1 (Laboratorio Certificado)	121
Tabla 76. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PP - 02.....	125
Tabla 77. Resultado de las mediciones efectuadas a la entrada y salida de la P.P. No. 2.....	130
Tabla 78. Corrección del volumen producido o suministrado de la Planta Potabilizadora No. 2.....	131
Tabla 79. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PPTP– 01	133
Tabla 80. Resultados promedios diarios en la Planta Potabilizadora Paq. 1	133
Tabla 81. Calidad del agua de la P.P. Paq. No. 1 (Laboratorio Certificado).....	134
Tabla 82. Resultado de las mediciones efectuadas a la entrada y salida de la P.P. Paq. No. 1	137
Tabla 83. Corrección del volumen producido o suministrado de la Planta Potabilizadora Paq. No. 1	138
Tabla 84. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PPTP– 02	140
Tabla 85. Resultados promedios diarios en la Planta Potabilizadora Paq. 2	140
Tabla 86. Calidad del agua de la P.P. No. 2 (Laboratorio Certificado)	141
Tabla 87. Resultado de las mediciones efectuadas a la entrada y salida de la P.P. Paq. No. 2	144
Tabla 88. Corrección del volumen producido o suministrado de la Planta Potabilizadora Paq. No. 2	145
Tabla 89. Resultado de las mediciones efectuadas.....	145
Tabla 90. Volumen producido corregido en el sistema de agua de la JAD	147
Tabla 91. Líneas principales (acueductos, líneas de conducción, interconexión y alimentación)	148
Tabla 92. Líneas de interconexión del sistema de agua potable.....	155
Tabla 93. Líneas de alimentación del sistema de agua potable	156
Tabla 94. Localización de plantas de bombeo	158



Tabla 95. Número de equipos y capacidad instalada en las plantas de bombeo	159
Tabla 96. Equipos en plantas de bombeo e información operativa	161
Tabla 97. Localización de tanques de regulación.....	164
Tabla 98. Información técnica de Tanques de regulación	165
Tabla 99. Información de las zonas de influencia de los tanques	167
Tabla 100. Capacidad de regulación Global (condición actual 2014)	171
Tabla 101. Información de las zonas de influencia de las Plantas Potabilizadoras	172
Tabla 102. Capacidad de regulación P.P.No. 1 (condición actual 2014)	172
Tabla 103. Capacidad de regulación P.P.No. 2 (condición actual 2014)	173
Tabla 104. Capacidad de regulación P.P. Paq. No. 1 (condición actual 2014)	173
Tabla 105. Capacidad de regulación P.P. Paq. No. 2 (condición actual 2014)	174
Tabla 106. Población y viviendas en la Ciudad de Matamoros, según datos oficiales del INEGI.....	176
Tabla 107. Cobertura del servicio de agua potable según datos oficiales de INEGI	176
Tabla 108. Red de distribución por diámetros	177
Tabla 109. Red de distribución por materiales	179
Tabla 110. Líneas principales y red secundaria por antigüedad	181
Tabla 111. Presiones en la red de distribución	181
Tabla 112. Información de población y número de usuarios por sector	186
Tabla 113. Información de Infraestructura hidráulica por sector de las plantas potabilizadoras	186
Tabla 114. Planos de Agua Potable.....	189
Tabla 115. Planos elaborados en CAD	192
Tabla 116. Población y número de tomas de las zonas de influencia de las potabilizadoras	198
Tabla 117. Régimen de servicio en las zonas de influencia de las potabilizadoras	198
Tabla 118. Consumos facturados en las zonas de influencia de las potabilizadoras	198
Tabla 119. Consumos facturados corregidos en las zonas de influencia de las potabilizadoras	199
Tabla 120. Consumos unitarios corregidos en las zonas de influencia de la potabilizadoras	199
Tabla 121. Caudal de agua consumida en las zonas de influencia de las potabilizadoras	200
Tabla 122. Demanda de agua potable en las zonas de influencia de las potabilizadoras	201
Tabla 123. Balance de Oferta – Demanda por Planta Potabilizadora	202
Tabla 124. Criterios empleados para la modelación del sistema de agua potable	203
Tabla 125. Periodos de Diseño	204
Tabla 126. Vida útil de los componentes del sistema de agua potable.....	204



Tabla 127. Longitud de cada diámetro por material de la red.....	210
Tabla 128. Datos de las bombas. Condiciones Actuales.....	218
Tabla 129. Gradientes hidráulicos en las Líneas principales.....	221
Tabla 130. Presiones en la red de acuerdo al modelo de simulación.....	222
Tabla 131. Consumos de kWh y Energía eléctrica de las EB	223
Tabla 132. Población y viviendas del Centro de Población de la Ciudad de Matamoros, según datos oficiales del INEGI.....	224
Tabla 133. Cobertura de drenaje según datos oficiales del INEGI.....	224
Tabla 134. Cobertura de drenaje según datos oficiales de INEGI	225
Tabla 135. Cobertura en superficie del servicio de alcantarillado	225
Tabla 136. Zonas sin servicio de alcantarillado	227
Tabla 137. Longitud de redes de atarjeas por diámetro	228
Tabla 138. Materiales y antigüedades de las red de atarjeas.....	230
Tabla 139. Caídos con proyectos de rehabilitación.....	234
Tabla 140. Mantenimiento a redes de alcantarillado	234
Tabla 141. Red de colectores y subcolectores	236
Tabla 142. Materiales y antigüedades de los colectores y subcolectores	237
Tabla 143. Interceptores – emisores a las PTAR	242
Tabla 144. Líneas de impulsión del sistema de alcantarillado sanitarios	245
Tabla 145. Información de las microcuencas en Matamoros	247
Tabla 146. Información de las Cuencas en Matamoros.....	249
Tabla 147. Información de las Cuencas de Matamoros.....	251
Tabla 148. Información de las Macrocuencas en Matamoros	251
Tabla 149. Pozos de visita de las líneas principales con información de profundidades	264
Tabla 150. Localización de las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales.....	266
Tabla 151. Información técnica de las Estaciones de Bombeo	268
Tabla 152. Superficies de aportación a las Estaciones de bombeo de aguas residuales.....	271
Tabla 153. Equipos instalados en la estaciones de bombeo de aguas residuales	273
Tabla 154. Composición de planos y shape de alcantarillado	286
Tabla 155. Composición de planos y shapes de alcantarillado	289
Tabla 156. Población y número de tomas de las macrocuencas de las plantas de tratamiento	294
Tabla 157. Régimen de servicio en las macrocuencas de las plantas de tratamiento	295
Tabla 158. Consumos facturados en las macrocuencas de las plantas de tratamiento	295



Tabla 159. Consumos unitarios facturados en las macrocuencas de las plantas de tratamiento	295
Tabla 160. Consumos facturados corregidos en las macrocuencas de las plantas de tratamiento	296
Tabla 161. Consumos unitarios corregidos en las macrocuencas de las plantas de tratamiento.....	296
Tabla 162. Caudal de agua consumida en los macrosector de las plantas de tratamiento.....	296
Tabla 163. Demanda de agua potable en las macrocuencas de las plantas de tratamiento.....	297
Tabla 164. Aportación de aguas residuales bajo el criterio del 100% del consumo corregido sin pérdidas físicas.....	298
Tabla 165. Aportación de aguas residuales bajo el criterio del 80% de la demanda incluyendo las pérdidas físicas.....	299
Tabla 166. Aportaciones que llegan a la PTAR Este	301
Tabla 167. Aportaciones que son descargadas a los drenes dentro de la macrocuenca PTAR Este	301
Tabla 168. Aportaciones que pueden llegar a la PTAR Oeste (cuando entre en operación).....	302
Tabla 169. Aportaciones que son descargadas a Drenes.....	302
Tabla 170. Aportaciones que son captadas y conducidas a las PTAR (entrando en operación la Oeste)...	302
Tabla 171. Criterios empleados para la modelación del sistema de agua potable	303
Tabla 172. Periodos de Diseño	305
Tabla 173. Vida útil de los componentes del sistema de agua potable.....	305
Tabla 174. Datos de los pozos importados.....	306
Tabla 175. Datos de las bombas en las EB. Condiciones Actuales.....	308
Tabla 176. Situación de la utilización de la capacidad hidráulica de los conductos	314
Tabla 177. Conductos con problemas de falta de capacidad.....	314
Tabla 178. Velocidades en los conductos a gasto máximo extraordinario	316
Tabla 179. Velocidades en los conductos a gasto mínimo	318
Tabla 180. Cargas dinámicas totales en las líneas de impulsión	318
Tabla 181. Gradientes hidráulicos en las Líneas de impulsión.....	318
Tabla 182. Líneas de impulsión con gradientes hidráulicos mayores a las 5 milésimas	320
Tabla 183. Consumos de kWh de las EB de aguas residuales	321
Tabla 184. Localización de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	323
Tabla 185. Información de las PTAR existentes en Matamoros.....	325
Tabla 186. Relación de trabajos realizados en el área de saneamiento durante el 2013 y 2014	333
Tabla 187. Resultados de los monitoreos para determinar la calidad del influente en la estaciones de bombeo (Ingeniería Básica PTAR Oeste).....	334
Tabla 188. Comparación de concentraciones de contaminantes en el 2011	334



Tabla 189. Condiciones Particulares de Descarga para el cuerpo receptor del dren de Laguna Madre	335
Tabla 190. Condiciones Particulares de Descarga para el cuerpo receptor Arroyo la Pita.....	336
Tabla 191. Resultados del monitoreo de la calidad del agua CONAGUA.....	339
Tabla 192. Escala de clasificación de calidad de agua para DBOs	340
Tabla 193. Escala de clasificación de calidad de agua para DQO	340
Tabla 194. Escala de clasificación de calidad del agua para SST	340
Tabla 195. Escala de clasificación de calidad del agua para Coliformes Fecales. (CF).....	341
Tabla 196. Escala de clasificación de calidad del agua para Toxicidad Agua (TA)	341
Tabla 197. Volúmenes tratados en el 2013 y 2014 en la PTAR Este	342
Tabla 198. Estaciones de Bombeo Pluviales en Matamoros, Tamaulipas.	346
Tabla 199. Estaciones de bombeo mixtas en Matamoros, Tamaulipas.....	347
Tabla 200. Obras de mantenimiento en la red de agua potable.....	357
Tabla 201. Obras de mantenimiento en las redes de alcantarillado	357
Tabla 202. Obras de mantenimiento a las obras de toma.....	358
Tabla 203. Obras de mantenimiento en las plantas potabilizadoras	358
Tabla 204. Obras de mantenimiento en los rebombes	362
Tabla 205. Obras de mantenimiento en la planta de tratamiento.....	363
Tabla 206. Población histórica para el estado, municipio y localidades atendidas por la JAD.....	365
Tabla 207. Proyecciones de población por quinquenios	367
Tabla 208. Consumos per-cápita domésticos (facturado ajustado)	368
Tabla 209. Proyectos para incrementar y controlar la eficiencia física	369
Tabla 210. Proyección de la demanda de agua por quinquenios.....	371
Tabla 211. Aportaciones de aguas residuales bajo dos criterios de calculo	373
Tabla 212. Aportaciones de aguas residuales por quinquenios.....	374
Tabla 213. Alternativas para mejorar el sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Matamoros	375
Tabla 214. Válvulas para aislar el sector de Tanque #1.....	389
Tabla 215. Alturas y Gastos de demandas de los Tanque #4, #2 y López Mateos.	391
Tabla 216. Válvulas para aislar el sector de Tanque #4.....	395
Tabla 217. Válvulas para aislar el sector de Tanque #2.....	397
Tabla 218. Válvulas para aislar el sector de Tanque Fresnos.....	409
Tabla 219. Válvulas para aislar el sector de Tanque Loma Bonita.	412
Tabla 220. Válvulas para aislar el sector de Tanque Nuevo #3.	417



Tabla 221. Válvulas para aislar el sector de Tanque Brisas del Valle.	425
Tabla 222. Válvulas para aislar el sector de Tanque Presidentes.....	429
Tabla 223. Válvulas para aislar el sector de Tanque Cavazos.	434
Tabla 224. Resumen de estaciones de Bombeo de Alternativa 1.	435
Tabla 225. Válvulas para aislar el sector de Tanque Loma Bonita.	445
Tabla 226. Resumen de estaciones de Bombeo de Alternativa 2.	446
Tabla 227. Potencia de bombeo de Alternativa 1 a Corto y Mediano y Largo Plazo.	454
Tabla 228. Potencia de bombeo de Alternativa 2 a Corto y Mediano y Largo Plazo.	454
Tabla 229. Alternativas para mejorar el funcionamiento e incrementar la cobertura de saneamiento y tratamiento de las aguas residuales en Matamoros.....	456
Tabla 230. Estaciones de Bombeo de Alternativa 1. Corto y Mediano Plazo, Zona PTAR Este.	470
Tabla 231. Estaciones de Bombeo de Alternativa 1. Corto y Mediano Plazo, Zona PTAR Oeste.....	476
Tabla 232. Estaciones de Bombeo de todo el sistema, Alternativa 2 a Corto y Mediano Plazo.	484
Tabla 233. Estaciones de Bombeo de todo el sistema bajo la Alternativa 1 a Largo Plazo.....	491
Tabla 234. Estaciones de Bombeo de todo el sistema, Alternativa 2 a Largo Plazo.....	495
Tabla 235. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad IPP.....	501
Tabla 236. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad E/F.....	502
Tabla 237. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica.....	503
Tabla 238. Criterios elegibilidad básica.....	505
Tabla 239. Criterios de tipo de proyecto.....	505
Tabla 240. Criterios de calificación para evaluar el impacto en el desarrollo urbano.....	509
Tabla 241. Criterios de calificación para evaluar el impacto ambiental.....	509
Tabla 242. Criterios de calificación para evaluar el impacto social.....	510
Tabla 243. Criterios de calificación para evaluar el impacto en la calidad del servicio.....	510
Tabla 244. Criterios de calificación para evaluar el impacto fronterizo.....	511
Tabla 245. Criterios de calificación para evaluar la posibilidad legal/regulatoria.....	511
Tabla 246. Criterios de calificación para evaluar la posibilidad técnica.....	512
Tabla 247. Criterios de calificación para evaluar la posibilidad administrativa.....	512
Tabla 248. Criterios de calificación para evaluar la pertinencia sociocultural.....	512
Tabla 249. Criterios de calificación para evaluar la pertinencia política.....	513
Tabla 250. Criterios de calificación para la evaluación costo-eficacia.....	513
Tabla 251. Descripción de las alternativas de agua potable.....	517
Tabla 252. Descripción de las alternativas de alcantarillado y saneamiento.....	520



Tabla 253. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad IPP	524
Tabla 254. Estimación de costos de la Alternativa 1 de Agua Potable	525
Tabla 255. Estimación de costos de la Alternativa 2 de Agua Potable	526
Tabla 256. Costos anuales de operación de Alternativas de Agua Potable	526
Tabla 257. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad E/F.	527
Tabla 258. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica.....	527
Tabla 259. Integración de la calificación de Factibilidad de las alternativas de agua potable	528
Tabla 260. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad IPP	528
Tabla 261. Estimación de costos de la Alternativa 3 de Alcantarillado y Saneamiento.....	529
Tabla 262. Costos anuales de operación Alternativas de Alcantarillado y Saneamiento	530
Tabla 263. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad E/F	530
Tabla 264. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica.....	531
Tabla 265. Integración de la calificación de Factibilidad de las alternativas de alcantarillado y saneamiento.	531
Tabla 266. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica. Alternativa Seleccionada Agua Potable. .	535
Tabla 267. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica. Alternativa Seleccionada Alcantarillado y Saneamiento.....	536
Tabla 268. Priorización del presupuesto (miles de pesos).....	538
Tabla 269. Programa de obras y acciones	541
Tabla 270. Programa de Inversiones.....	548
Tabla 271. Resumen de inversiones (millones de pesos)	553
Tabla 272. Proyectos considerados en el PIAS Matamoros, autorizados en materia de impacto ambiental al 2012.....	555
Tabla 273. Hoja de revisión de cumplimiento de normas vigentes nacionales.....	556
Tabla 274. Hospitalarios relevantes a enfermedades hídricas 2010-2015	560
Tabla 275. Listado de trámites indicando autoridades y procedimientos	561
Tabla 276. Listado de trámites indicando autoridades y procedimientos	567
Tabla 277. Estadísticos para ingreso corriente, localidad.....	571
Tabla 278. Localidades para la comparación de indicador de la capacidad de pago.....	574
Tabla 279. Indicador de la capacidad de pago de las cuatro localidades (ENIGH-2014)	574
Tabla 280. Indicador de la capacidad de pago de Matamoros, según quintiles o grupos de ingresos corrientes de los hogares en ENIGH 2014	575
Tabla 281. Indicador de la capacidad de pago de Nuevo Laredo, según quintiles o grupos de ingresos corrientes de los hogares en ENIGH 2014	575



Tabla 282. Indicador de la capacidad de pago de Mazatlán, según quintiles o grupos de ingresos corrientes de los hogares en ENIGH 2014	575
Tabla 283. Indicador de la capacidad de pago de Victoria de Durango, según quintiles o grupos de ingresos corrientes de los hogares en ENIGH 2014	575
Tabla 284. Proyección de la Población.....	579
Tabla 285. Programa de inversiones 2016-2035.....	580
Tabla 286. Componentes del Programa de Inversiones	581
Tabla 287. Escenarios planteados.....	585



Actualización del Plan Maestro de
Agua Potable, Alcantarillado y
Saneamiento en
Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 1

Recopilación y Análisis
de información
existente





1. Recopilación y Análisis de información existente

La información para el estudio puede categorizarse de la siguiente manera:

- Estudios - los estudios, planes, programas y documentos relevantes para la actualización del Plan Maestro. Pueden contener información documental, estadística y geográfica.
- Otra información documental y estadística – Informes, reportes, verificaciones, datos y otros documentos, así como las colecciones normalizadas de información en forma de tablas y otras estructuras de datos.
- Otra información geográfica – La información espacial codificada en capas de sistemas de información geográfica (SIG) o en sistemas de dibujo auxiliado por computadora (CAD).

Los términos de referencia especifican diversos ítems de información a recopilarse, en listas indicativas y no exhaustivas.

Para facilitar la recopilación de información, se generó un listado exhaustivo de la información requerida a solicitar a la JAD. El listado clasifica la información para cada concepto requerido por nivel de prioridades, estatus (Entregado, Pendiente, Entregado parcialmente, N/A, Falta por entregar, Otros), e indica esquemáticamente el área posiblemente responsable de la información en la JAD; también en su caso especifica una guía del contenido de la información en el anexo 1, denominada Lista de requerimientos. Es un total de 16 temas y 127 conceptos.



Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la JAD de Matamoros, Tamps.



Actualización anterior 01/09/2015
Última actualización: 24/09/2015

No.	Concepto	Nivel	Status	Observaciones
Información general				
1	Plano de la ciudad con información de planimetría, colonias, calles, cuerpos de agua, curvas de nivel (en formato dwg o shape), indicando la fuente de información (INEGI, Catastro, integrada manualmente)	A	Entregado	Entregaron un plano de 2002 con información de los BN y sus cedulas. El IMPLAN entregó la cartografía y topografía de Matamoros y la información de INEGI por manzanas. Entregaron oficio a CFE solicitando el número de acometidas. Entregaron un plano con curvas de nivel a cada 50 cm. (Plano que requiere PIAS...)
2	Estructura del Sistema de Información Geográfica (SIG) que maneja la JAD (Tipo de proyección, sistema de coordenadas y Datum)	A	N/A	
3	Relación de colonias clasificadas por estrato socioeconómico (residencial, medio y popular)	A	Entregado	Entregaron una relación de colonias con cuota fija, señalando el consumo asignado y el nivel socioeconómico de cada una de ellas

Figura 1. Listado de requerimientos de información: temas y ejemplo de conceptos



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

Cabe destacar que además de la JAD se tienen otras fuentes de información, tales como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Tamaulipas (CEAT), el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), entre otros.

1.1. Estudios requeridos en los términos

Los términos de referencia (“TDR”) señalan una serie de estudios desarrollados para la JAD que es necesario considerar en la actualización del plan maestro. Estos estudios se complementan en el listado de requerimientos por diversos conceptos similares, identificados tanto en la etapa de planeación (“Planeación”) de la actualización como en el propio desarrollo de ésta (“Desarrollo”). El estado a la fecha, a partir del control llevado en el listado de requerimientos descrito anteriormente es el siguiente.

Tabla 1. Estudios e información similar

No.	Concepto	Nivel	Identificación	Status	Observaciones
89	Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Matamoros (2001)	A	TR	Entregado	Entregaron la actualización del Plan Maestro elaborado por Tláloc en 2001. Entregaron también una parte de la Actualización del Plan Maestro de 1996 elaborado por GH Construcciones y Supervisiones
90	Reporte Final de la Evaluación Preliminar del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Matamoros, Orden de trabajo No.4 (2000)	A	TR	Entregado	Entregaron el informe de MW (T04)
91	Programa de Mejoras de Infraestructura de la Ciudad de Matamoros, mediante la orden de trabajo No.5 (2001)	A	TR	Entregado	Entregaron el informe de MW (T05). Entregaron también un reporte de MW de Mayo 2004
92	Anteproyecto y Análisis de Alternativas de la Infraestructura de Saneamiento Sur de Matamoros, Tamaulipas (2008)	A	TR	Entregado	Entregaron el informe de AyMA
93	Análisis hidráulico de la red de distribución y de líneas de conducción de la ciudad de matamoros Tamaulipas (2009)	A	TR	Pendiente	
94	Estudio de Diagnóstico y Planeación integral de la Junta de Aguas y Drenaje de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas (2012)	A	TR	Entregado	Entregaron el informe del IMTA
95	Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral (DIP)-2013	A	Desarrollo	Entregado	Entregaron el informe de BAPSA
96	Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Matamoros Y Plan de Ordenamiento Territorial	A	Desarrollo	Entregado	Entregaron también el proyecto CeCuBi (Centro Cultural Binacional). Entregaron un plano de usos del suelo.
97	Ley de Aguas de Tamaulipas	A	Planeación	Pendiente	
98	Diagnósticos municipales PACMA. Entidad: Tamaulipas. Municipio: Matamoros	A	Planeación	Pendiente	Se le solicitó al IMPLAN
99	Informe final del Estudio Geo - Hidrológico de la zona del Bajo Río Bravo, Tamps.	A	Desarrollo	Entregado Parcialmente	Entregaron el Atlas de Riesgo
100	Programa de consolidación de proyectos para la solución de problemas fronterizos de saneamiento, que se realiza en el marco del acta 294 de la CILA	A	Desarrollo	Pendiente	
101	Lineamientos estratégicos para el desarrollo hidráulico de la región VI Río Bravo (1998 - 1999) de la CONAGUA	A	Planeación	Pendiente	
102	Informe final del Estudio "Estrategia de gran visión para el abastecimiento de localidades urbanas y cuencas fronterizas, para el periodo 2000 - 2025 realizado por la CONAGUA en 1999	A	Desarrollo	Entregado Parcialmente	Entregaron algunos planos de Revisión y Seguimiento de obras hidráulicas y de Saneamiento para localidades urbanas de la Frontera México - Estados Unidos en el año 2000, elaborado por EFE (Deem Consultores) para la CONAGUA
103	Estudios y proyectos para incremento de cobertura y de mejoramiento de la infraestructura de agua potable	B	Planeación	Entregado	
104	Estudios y proyectos para incremento de cobertura y de mejoramiento de la infraestructura de alcantarillado	B	Planeación	Entregado	
105	Estudios de Impacto Ambiental elaborados en los últimos cinco años	B	Planeación	Entregado	Entregaron algunos MIAs
106	Estudio de Ingeniería Básica de PTAR de proyectb.	B	Desarrollo	Entregado	Entregaron el Proyecto de la PTAR ESTE y PTAR OESTE elaborado por AyMA en 2001 y 2009 respectivamente
107	Los POA de los últimos dos años y el del 2015 con su avance físico y financiero a la fecha	B	Planeación	Pendiente	
108	Información de los programas de inversión a corto, mediano y largo plazo.	B	Planeación	Pendiente	
109	Requerimientos de proyectos de agua potable y alcantarillado (conforme al Anexo 33 y 34)	C	Planeación	Pendiente	
110	Requerimientos para la actualización periódica de planes y programas (conforme al Anexo 35)	C	Planeación	Pendiente	

Fuente: Elaboración propia



Los conceptos relativos a los 18 estudios solicitados, fueron once entregados, dos entregados parcialmente y cinco faltantes. Son en total 1,384 archivos y directorios (3.14 GB), entre los que sobresalen 667 documentos en formatos **HTML**, **pdf**, **doc** y **ppt**, 105 archivos de hoja de cálculo en formato **xls**, así como 358 archivos de dibujo auxiliado por computadora en formato **dwg**.

1.2. Otra información documental y estadística

La información documental se conforma por diversos informes, reportes y verificaciones generados ya sea de antemano o específicamente para la actualización del plan. Generalmente contienen información estadística, que está conformada por diversos archivos xls., referentes a padrones de usuario, inventarios de infraestructura y datos técnicos.

En el listado de requerimientos, es la información documental y estadística correspondiente a los conceptos 1 a 88 y 111 a 127, con un total de 105 conceptos, de los cuales se entregaron sesenta y cuatro y dos en forma parcial, quince no aplicaron y los restantes veinticuatro no fueron entregados. Son 1,794 archivos y directorios (4.01 GB), entre los que sobresalen 620 documentos en formatos **html**, **pdf**, **doc** y **ppt**, 262 archivos de hojas de cálculo en formato **xls.**, así como 629 archivos de dibujo auxiliado por computadora en formato **dwg.**, y 104 archivos de dibujo geográfico y tabulares en formatos **shp**, **shx** y **dbf**.

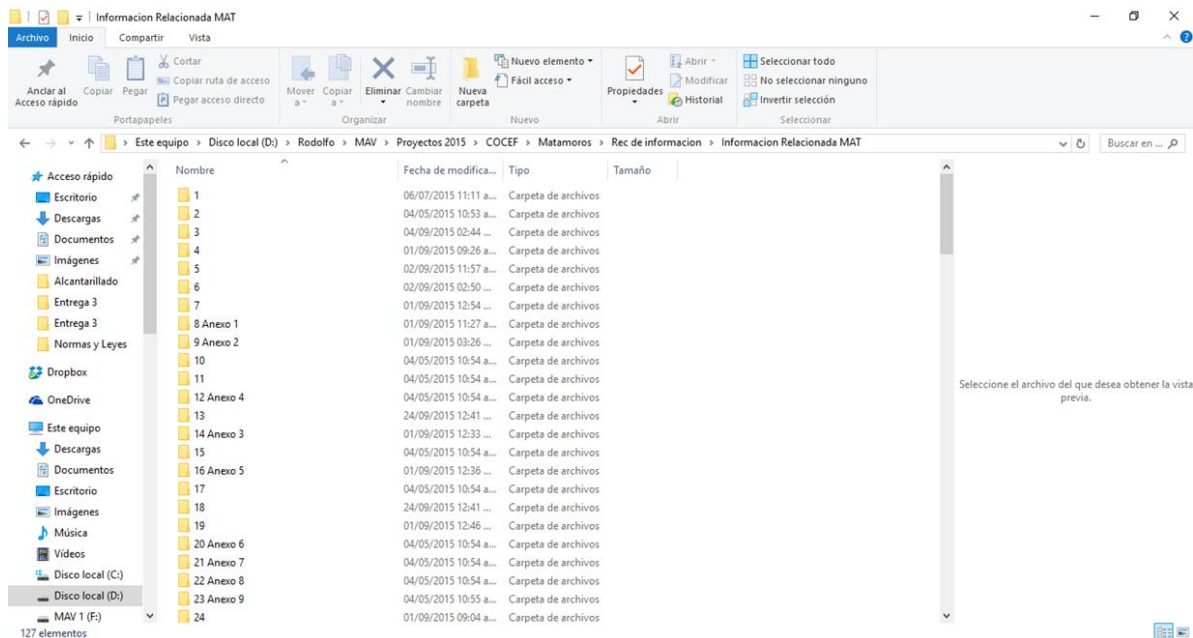


Figura 2. Carpetas de información de los conceptos solicitados

Cabe destacar que se tiene también información de otras fuentes distintas a la JAD, que se ha recopilado en el desarrollo de la actualización del plan maestro. Entre la recopilada por el contratista para la actualización del plan maestro se tiene el directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE) del INEGI, que se descargó de la dirección <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>. Para el municipio 28022 Matamoros se tienen 19,850 unidades económicas, cada una de ellas caracterizada por la clasificación de su actividad conforme al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SIAN) y conforme a un rango de personas activas en la unidad económica. Para la localidad 280220001 Heroica



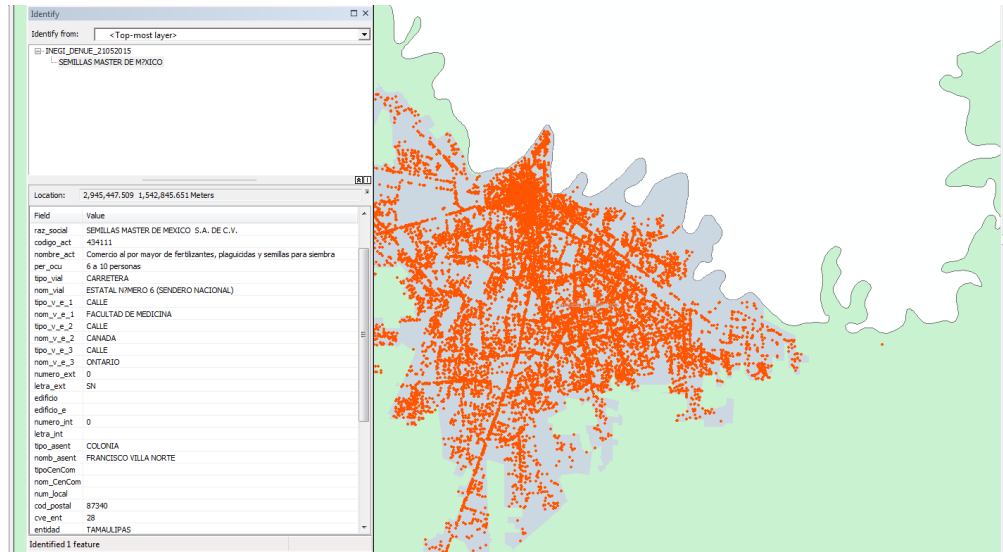
ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Matamoros, son 19,475 unidades. La información tiene un carácter dual, pues el INEGI la entrega en formato tabular **csv** y en formato geográfico **shapefile**.

ID	Nombre d	Razón soc	Código de	Nombre d	Descripc	Tipo de vi	Nombre d	Tipo de et	Nombre d	Tipo de et	Nombre d	Tipo de et	Nombre d	Tipo de et	Nombre d	Número d	Letra exte	Edific
3	4067858	CONTROL DE PLAGAS TER	115111	Servicios de	0 a 5 person	BULEVARD	LICENCIADO	CALLE	MAR MEDITE	CALLEJÓN	4	CALLE	JOSE SUCRE	73	D			
4	4061478	FUMIGACIONES Y CONTR	115111	Servicios de	0 a 5 person	CALLE	DOS	CALLE	CUAUHTEM	CALLE	HÉROE DE N	CALLE	AZTECA	19				
7	4068552	SEGAR CONTROL DE PLAG	115111	Servicios de	0 a 5 person	CALLE	FUERZA AÉRI	CALLE	16 DE SEPTIE	CALLE	EJIDO	CALLE	TORREÓN	29				
15	4065957	ARCHIVO DE JUNTA DE AC	222111	Captación, tr	6 a 10 pers	CALLE	SIXTA	CALLE	HIDALGO	CALLE	ITURBIDE	CALLE	SIETE	251				
20	4031786	CECATI OFIC CECATI OFIC	221110	Generación,	11 a 30 pers	CALLE	CATORCE	CALLE	LICENCIADO	CALLE	JUVENTINO	CALLE	PLAN DE AYL	100				
21	4062010	CFE	221110	Generación,	11 a 30 pers	AVENIDA	INGENIERO	CALLE	CAMINO REA	CALLE	VALLE DE LO	CALLE	CAMINO REA	0	SN			
32	4065244	COMISIÓN FI GOBIERNO F	221110	Generación,	6 a 10 pers	CALLE	PASEO DE LA	CALLE	TULIPÁN	CALLE	NINGUNO	CALLE	DEL MÁRQUE	0	SN			
36	4062012	ESTACIONAN CFE	221110	Generación,	0 a 5 person	CALLE	VALLE DE LO	AVENIDA	INGENIERO	CALLE	HUEMAN	CALLE	HUEMAN	0	SN			
37	4066049	JUNTA DE AGUAS D'RENA	222111	Captación, tr	6 a 10 pers	CALLE	EMILIO CARR	CALLE	IGNACIO ALL	CALLE	MODERNA	CALLE	SIXTA	0	SN			
38	4065052	MANTENIMIENTO GENERA	222111	Captación, tr	11 a 30 pers	CALLE	EMILIO CARR	AVENIDA	LAS AMÉRICA	CALLE	EMILIANO C	AVENIDA	DE LAS AMEF	0	SN			
39	4029730	OFICINAS ADMINISTRATI	221110	Generación,	101 a 250 pe	CALLE	CANALES	CALLE	DURANGO	CALLE	GUILLERMO	CALLE	MELCHOR OK	0	SN			
41	4026360	PLANTA POT. JUNTA DE AC	222111	Captación, tr	0 a 5 person	CALLE	NINGUNO	CALLE	ÉBANOS	CALLE	CEDROS	CALLE	SOLISEÑO	0	SN			
49	4027364	AIRE EXPRESS	238222	Instalación:	0 a 5 person	CALLE	DIECISEÍS	PRIVADA	JAIME NUNÚ	CALLE	JAIME NUNÚ	CALLE	16 A	33				
50	6151470	AMP CONTR. AMP CONTR.	237131	Construcción:	101 a 250 pe	CARRETERA	ESTATAL NÚMERO	6 (SENDERO NACIONAL)									0	KILÓMETRO . 6.5
56	6151058	AS CONSTRUAS CONSTRU	236211	Edificación d	101 a 250 pe	CALLE	CALIXTO DE J	CALLE	LAGUNA SAL	CALLE	LAGUNA LEO	CALLE	DIECISEIS	105				
57	4065681	ASESORIA C ASESORIA CI	237212	Construcción:	0 a 5 person	CALLE	HERMENEGIL	CALLE	TRECE	CALLE	NINGUNO	CALLE	EMILIO AZCÁ	1205				
59	6455698	AUTOMATIZACIÓN INDUS	238210	Instalación:	0 a 5 person	PRIVADA	LICENCIADO	CALLE	E	CALLE	VICENTE GUERRERO		NINGUNO	11				
61	6166015	BARCASA BARCA DE RÉ	237312	Construcción:	11 a 30 pers	CALLE	PRIMERA	CALLE	MARIANO AI	CALLE	GONZALEZ	CALLE	NUÑEZ DE CJ	1206	C			
62	4067722	BODEGA BODEGA DE	236111	Edificación d	0 a 5 person	CALLE	MAGALLANE	CALLE	SIXTA	CALLE	CUATRO	CALLE	HERNÁN COI	0	SN			
61	4061994	BODEGA AUXILIAR CONST	237212	Construcción:	0 a 5 person	CALLE	HUITZILÓPÓ	CALLE	HUEMAN	CALLE	TLÁLOC (PRC	CALLE	CUAUTLA	0	SN			
65	4066343	CAPACITACIÓN ELÉCTRICA	238210	Instalación:	0 a 5 person	CALLE	PANAMÁ	CALLE	WASHINGTON	CALLE	JUAN ÁLVAR	CALLE	PRIMERA	39				
67	6151078	CARRANZA PEREZ LUIS MA	236211	Edificación d	11 a 30 pers	CALLE	SANTOS DEG	CALLE	HONDURAS	CALLE	REPÚBLICA D	CALLE	GUILLERMO I	49				

Fuente: INEGI. Directorio estadístico nacional de unidades económicas

Figura 3. Información del directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENEU)



Fuente: INEGI. Directorio estadístico nacional de unidades económicas

Figura 4. Información del directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENEU)

1.3. Otra información geográfica

La información geográfica recopilada a la fecha a través de la JAD incluye información geográfica vectorial en formato shapefile (36 capas) e información raster masiva en formato **mrsid** (1 capa) e **img** (1 capa), entregada por el IMPLAN (2.4 GB). Cabe destacar que la capa en formato **img** es un producto propietario



denominado Pictometry (pictometría: imágenes de color oblicuas) exportado a formato img desde su formato nativo **pmi**.



Fuente: IMPLAN

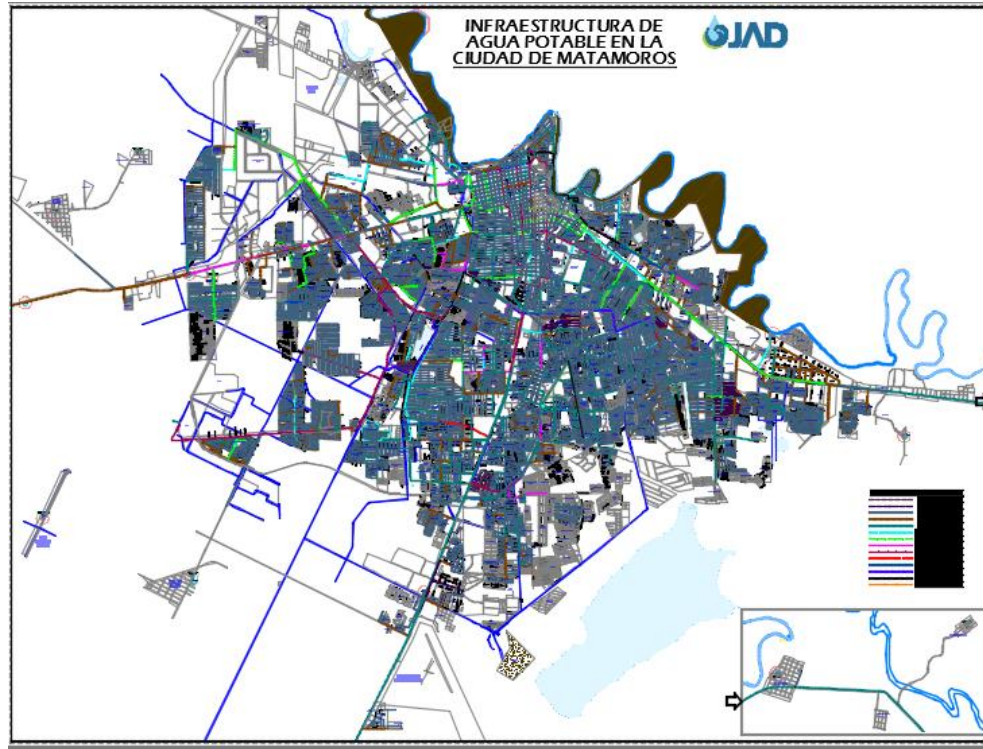
Figura 5. Ortofoto en formato propietario mrsid



Fuente: IMPLAN

Figura 6. Pictometría en formato img

Otra información de carácter espacial son 629 archivos de dibujo auxiliado por computadora en formato **dwg**. Sobresale el Plano General Completo 2014, que refleja el conocimiento a la fecha de la infraestructura de la JAD.



Fuente: JAD

Figura 7. Plano General de infraestructura

Como fuente de información del INEGI, se descargaron diversas capas de información geográfica, entre las que sobresalen la información topográfica a escalas 1:50,000 (clave G14D15) y 1:20,000 (G14D15A, G14D15B, G14D15C, G14D15D, G14D15E y G14D15F). La información obtenida en las cartas topográficas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2. Información que contiene las capas de las cartas topográficas

No	Concepto	No	Concepto
1	Cementerios	13	Canales
2	Edificaciones	14	Carreteras
3	Instalaciones de bombeo	15	Corrientes de agua
4	Instalaciones de comunicación	16	Curvas de nivel
5	Instalaciones deportivas	17	Limite estatal
6	Estaciones de Ferrocarril	18	Vía férrea
7	Localidades	19	Aeropuertos
8	Tanques de Agua elevados	20	Cuerpos de agua
9	Subestaciones Eléctricas	21	Áreas verdes
10	Acueductos	22	Centrales de autobuses
11	Calles	23	Instalaciones industriales
12	Caminos	24	Terrenos sujetos a inundación

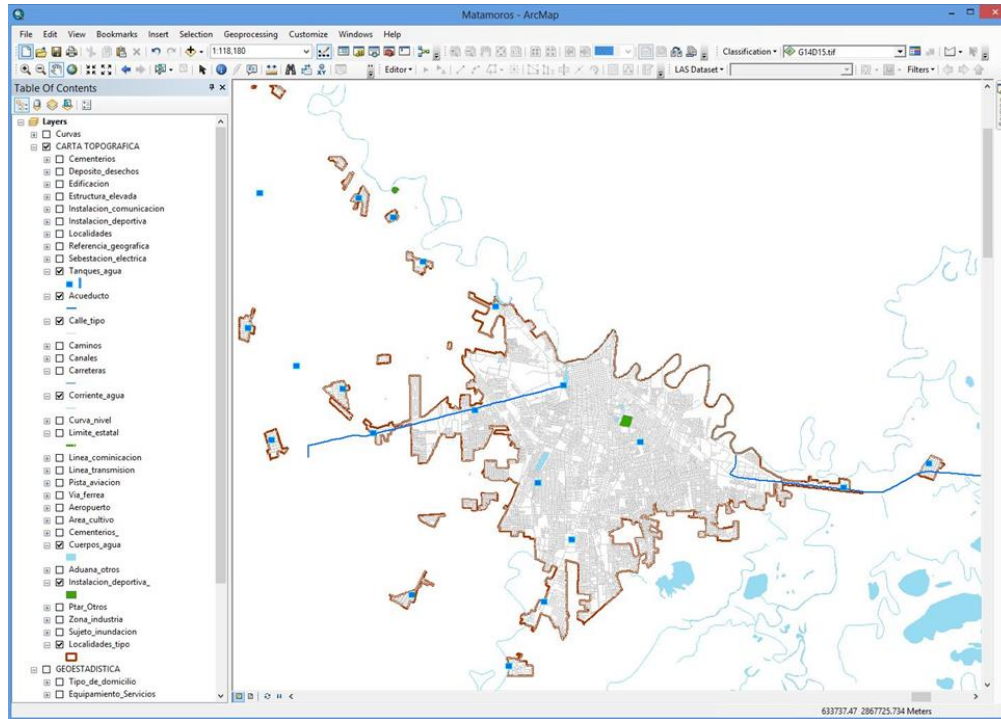


Figura 8. Contenido de las capas de las cartas topográficas de INEGI

Del mismo INEGI se obtuvo el Modelo digital de elevaciones (MTD), que tiene por nombre Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) con una resolución de 15 metros, con el objeto de extraer los valores del CEM en una nube de 352,124 puntos, a partir de los cuales se generaría el TIN de donde se obtuvieran las curvas de nivel equidistantes a cada 1 m y en algunas zonas equidistantes a cada 0.5 metros.

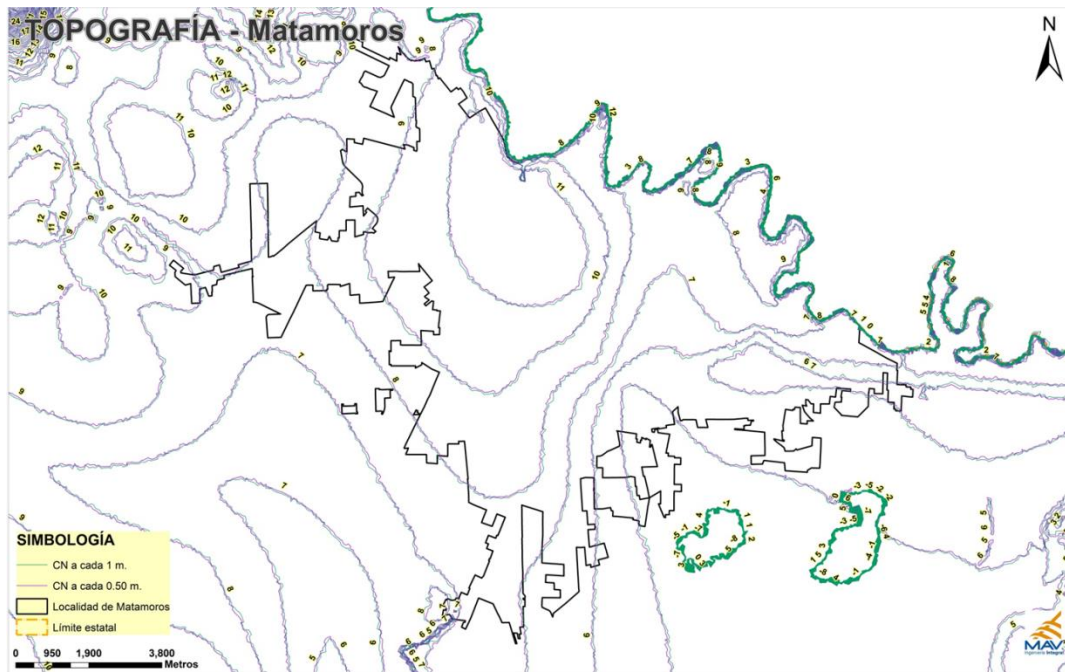


Figura 9. Curvas de nivel del MTD del Continuo de Elevaciones Mexicano del INEGI

Por otro lado, la COCEF proporcionó 10 imágenes raster tipo terreno en formato Lidar, donde cada una de las imágenes se compone de 1,194 columnas y 1,461 renglones que contienen elevaciones.

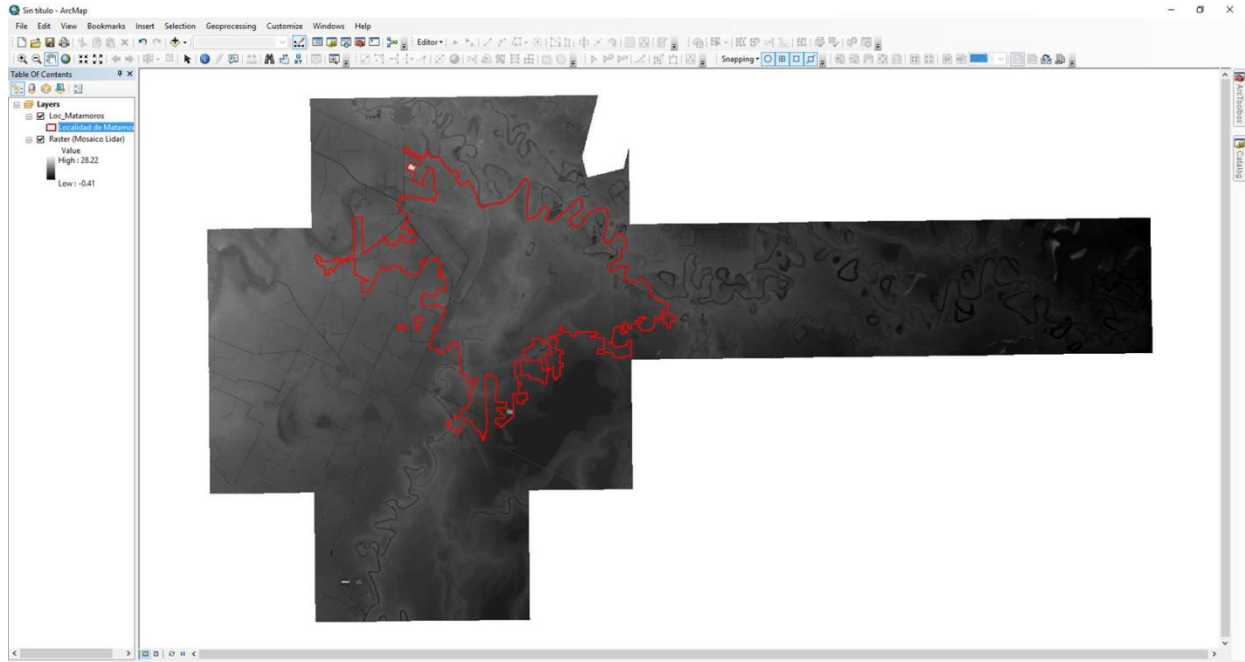


Figura 10. Información Lidar tipo terreno

La información Lidar que fue proporcionada cubre la totalidad de la ciudad de Matamoros y es muy útil para la extracción de elevaciones en cada centro de calle y en cualquier punto de donde se quiera saber su valor en z, sin embargo se debe considerar que la resolución de la imagen es hasta de 5 metros.

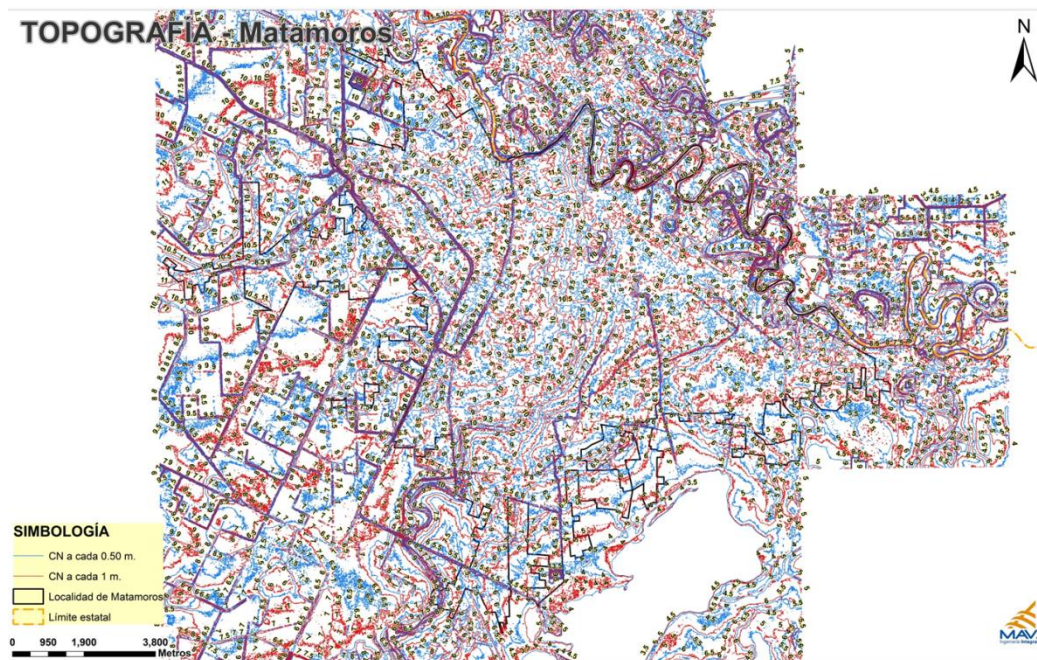


Figura 11. Curvas de nivel obtenidas de la información LIDAR



1.4. Resultados de la recopilación de información

De la revisión y análisis de estudios anteriores y la información recopilada, en los siguientes apartados del estudio se actualizará, entre otros temas, lo siguiente:

- Descripción general de la zona de estudio del Plan Maestro, incluyendo: ubicación geográfica, geografía física, topografía, clima y crecimiento esperado en la zona de estudio.
- Planos generales de los usos de suelo actual y propuesto.
- Tabulación y un estudio sobre la población histórica (los últimos 20 años).
- Análisis comparativo de las tasas de crecimiento regionales, estatales y nacionales.
- La población actual con base en los resultados del último Censo General de Población y Vivienda de INEGI (2010).
- La proyección de la población para un horizonte de 20 años
- Comparativo de los datos de población calculados por diferentes métodos y fuentes (número de tomas de agua potable registradas en la JAD y el índice de habitantes por vivienda en la localidad, viviendas y predios contenida en los registros de catastro municipal del Ayuntamiento y el índice de habitantes por vivienda, el PDU de Matamoros, entre otros).
- Extracción de elevaciones y generación de curvas de nivel a cada 50 cm con las imágenes Lidar de tipo terreno.

Extracción de elevaciones y generación de curvas de nivel a cada 50 cm con las imágenes LIDAR de tipo terreno.

Para mayor detalle de la información recopilada por las diferentes fuentes consultar el Anexo 1.

Actualización del Plan Maestro de
Agua Potable, Alcantarillado y
Saneamiento en
Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 2
Diagnóstico y
Planeación Integral de

la JAD





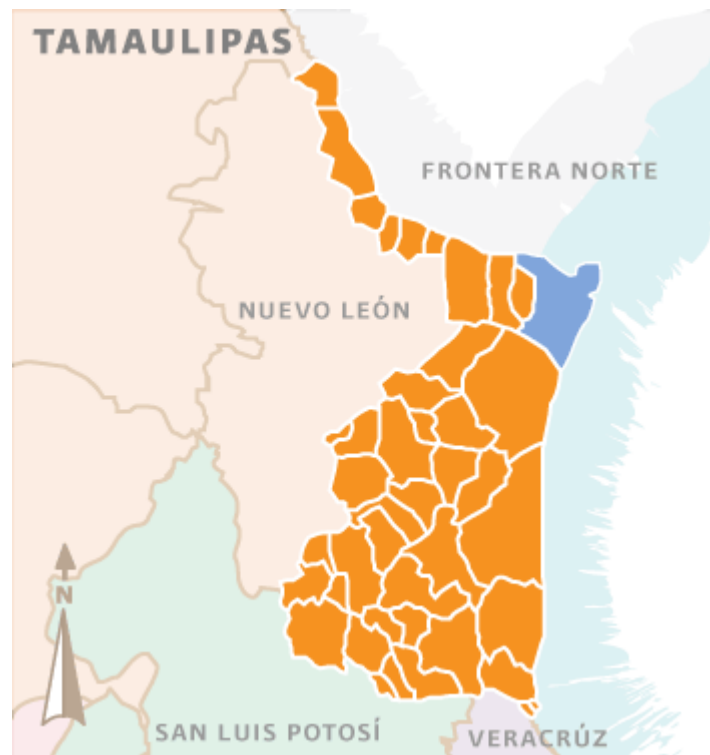
2. Diagnóstico y Planeación Integral de la JAD

2.1. Entorno general

Área de estudio

El municipio de Matamoros está ubicado en la parte noreste del estado de Tamaulipas, a 25°52' de latitud norte y a 97°30' de longitud oeste, con una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con los Estados Unidos de Norteamérica, separado por el Río Bravo; al sur con el municipio de San Fernando y la Laguna Madre; al este con el Golfo de México y al oeste con los, municipios de Río Bravo y Valle Hermoso.



Fuente: Plan Municipal de Desarrollo de Matamoros Tamaulipas 2013-2015

Figura 12. Localización geográfica del municipio de Matamoros, Tamaulipas

Tabla 3. Localización de la zona de estudio

Identificación	
Cabecera Municipal	Matamoros
Entidad federativa	Tamaulipas
Colindancias	
Al Norte	Con los Estados Unidos de Norteamérica
Al Sur	Con el municipio de San Fernando y la Laguna Madre
Al Este	Con el Golfo de México
Al Oeste	Con municipio de Río Bravo y Valle Hermoso

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo de Matamoros Tamaulipas 2013-2015



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

La superficie municipal es de 4,634 kilómetros cuadrados, que representa el 5.8% de la superficie en la entidad. Para fines del presente estudio, el área del estudio comprende lo que es la cabecera municipal, es decir, la localidad de la Heroica Matamoros.

En la siguiente figura se muestra el área de estudio que es la cabecera municipal de H. Matamoros, en el contexto estatal y estados colindantes.

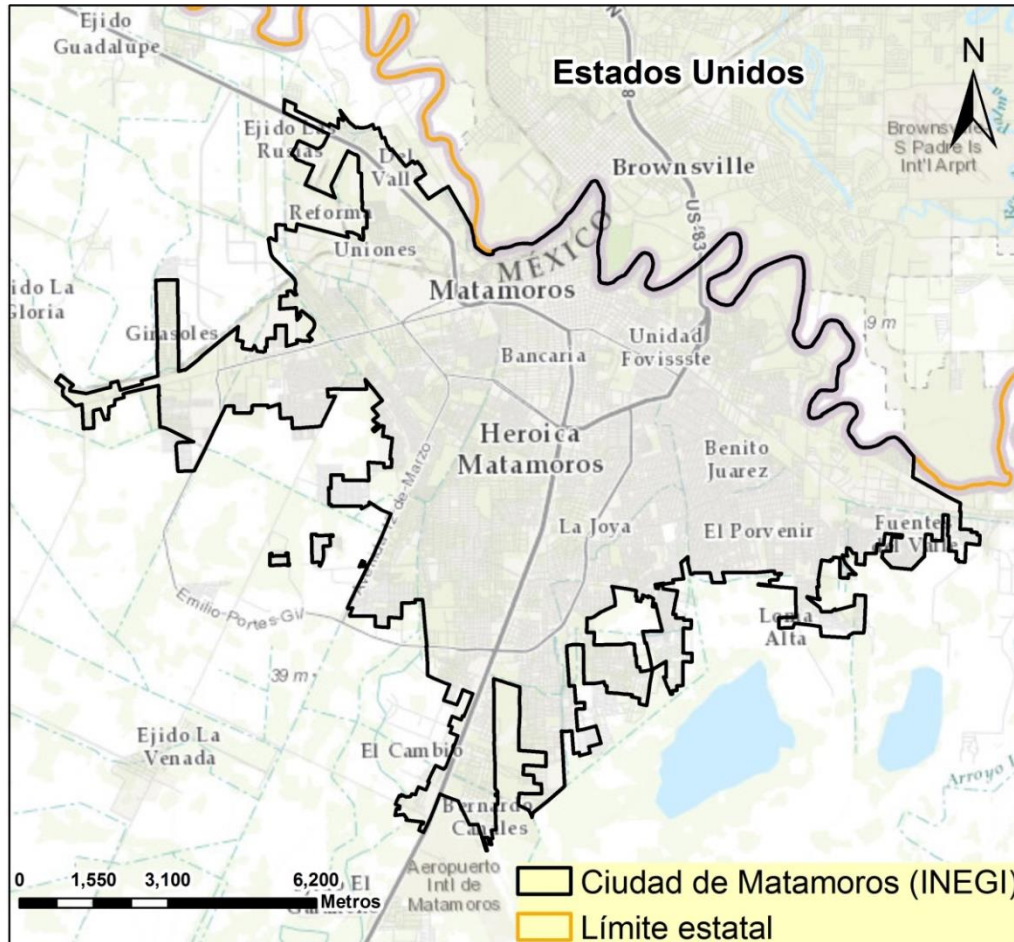


Fuente: Elaboración propia con información cartográfica de INEGI

Figura 13. Localización de la ciudad de Matamoros en el contexto estatal



En la siguiente figura se muestra la mancha urbana de la H. Matamoros.



Fuente: Elaboración propia con información cartográfica de INEGI

Figura 14. Localización del área de estudio

Climatología

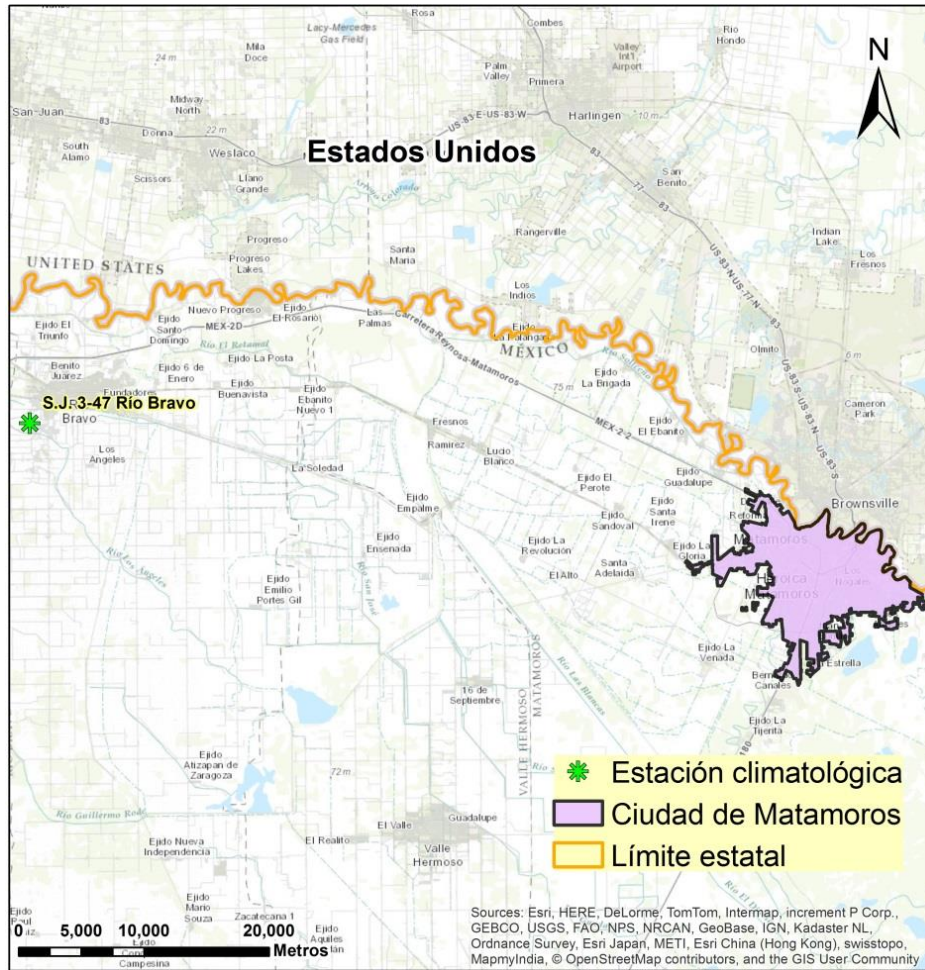
De acuerdo con la información disponible del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la CONAGUA, el estado de Tamaulipas cuenta con 198 estaciones climatológicas, localizadas en la mayoría de sus 43 municipios que comprende la entidad. La información climatológica se encuentra en tres periodos diferentes: 1951-2010, 1971-2000 y 1981-2010. En algunos casos, las estaciones climatológicas cuentan con la información de los 3 periodos, en otros en 2 ó en 1 y en los casos donde sólo se tiene el nombre de la estación es porque la estación no cuenta con información meteorológica al no estar en operación.

En el caso particular del municipio de Matamoros, sólo cuenta con una estación climatológica, la número 00028131, misma que no se encuentra en operación, motivo por el cual se buscó una estación cercana, y la más cercana fue del municipio de Río Bravo (el municipio de Valle Hermoso no cuenta tampoco con ninguna estación climatológica), de la cual se hizo el análisis siguiente:

La estación de la que se obtuvo la información fue la que el SMN identifica como S.J. 3-47 Río Bravo, la cual se muestra en la siguiente figura:



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS



Fuente: Elaboración propia con información del Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA

Figura 15. Localización de la estación climatológica (S.J. 3-47 Río Bravo) más cercana a la ciudad de Matamoros

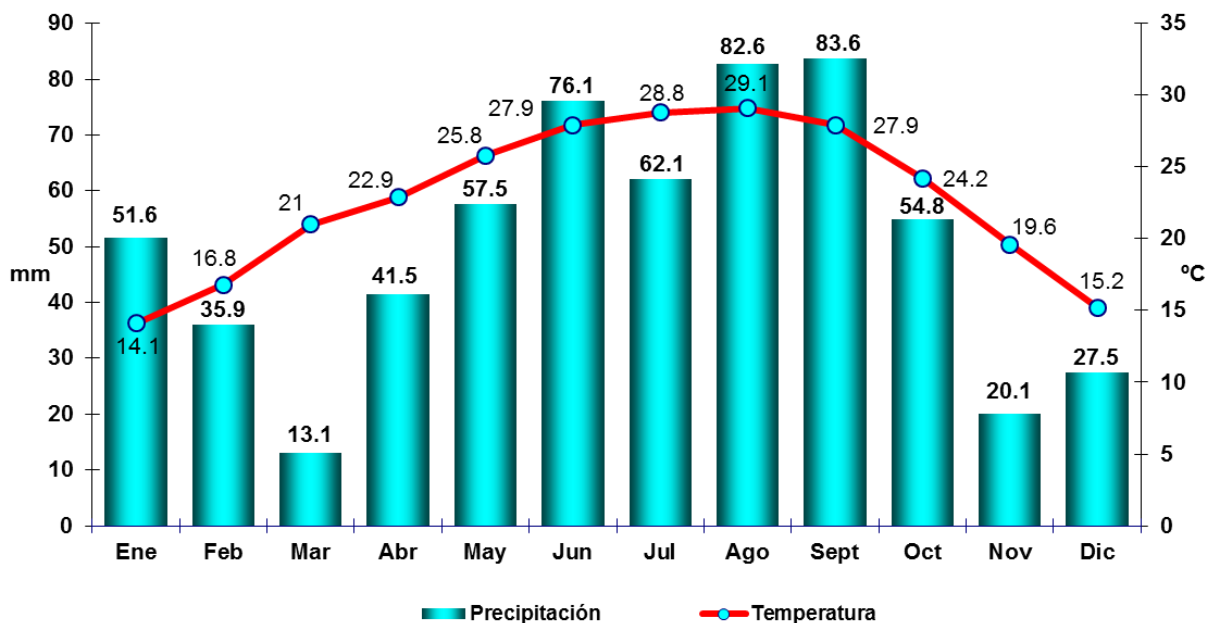
Clima

El clima en la localidad de Heroica Matamoros, Tamaulipas es semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año.

Precipitación media anual

La precipitación media anual es de 606.4 milímetros. El mayor nivel de precipitación se registra entre los meses de junio y septiembre, en los meses de noviembre, diciembre y marzo la presencia de lluvias es mínima.

En la siguiente figura, se muestra la precipitación y temperatura media anual en el periodo 1971-2000 de la ciudad de H Matamoros:



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (normales climatológicas 1971-2000). CONAGUA

Figura 16. Precipitación y temperatura mensual promedio

De acuerdo a la tabla anterior, se tiene que el régimen de lluvias (registrado en los meses de junio a septiembre) tiene una precipitación media de 304 milímetros, que equivale a más del 50% de la precipitación anual.

El mes más lluvioso es septiembre (83.6 mm) y el más seco es marzo (13.1 mm).

Temperatura media anual

La temperatura media anual es de 22.8°. La temperatura máxima promedio es de 28.8°C y la mínima promedio de 16.8°C.

Temperaturas máximas extremas

De acuerdo con los registros del SMN, se tiene que en la ciudad de H. Matamoros el 26 de marzo de 1975 ha sido la fecha más calurosa con una temperatura máxima diaria de 40.0°C.

Temperaturas mínimas extremas

De acuerdo con los registros del SMN, se tiene que en la ciudad de H. Matamoros el 2 de diciembre de 1979 fue la fecha con más frío con una temperatura mínima diaria de -6°C.

Número de días con lluvia

El número de días con lluvia que pueden presentarse en el año es de 46 en promedio.

Tormentas

De acuerdo con los registros del SMN, se tiene que en la ciudad de H. Matamoros el promedio es de tres a seis eventos. Cabe mencionar que los meses con más tormentas son noviembre y diciembre.



Granizadas

En el municipio de Matamoros, de acuerdo con los datos del SMN, no se tienen registros con días de granizo en el periodo de 1978 a 2008 en las estaciones analizadas. Sin embargo, no se descarta que se presente este evento en alguna zona del municipio sin que esto cauce peligro, ya que son de manera muy esporádica.

Heladas y nevadas

Es común que durante los meses fríos del año (noviembre-febrero), en el Norte y parte del Centro de la República, se presenten temperaturas menores a 0°C, lo anterior debido a que comúnmente ingresa aire polar continental proveniente de Estados Unidos, ya que históricamente las heladas más intensas están asociadas al desplazamientos de grandes masas polares que desde finales del otoño se desplazan sobre el país de norte a sur.

De acuerdo con los registros del SMN de 1960 a la fecha se han registrado 114 heladas en el municipio de Matamoros, el promedio de incidencias es de 2.2 heladas al año.

Los años con mayor número de eventos fueron 1973 y 1989 con 10 y 11 eventos respectivamente. A nivel mensual, el mes con mayor número de heladas a los meses de enero con 56, seguido por febrero con 27 y diciembre con 24.

En lo que respecta a nevadas, no se tienen registros al respecto para la zona de estudio.

Precipitación máxima diaria

A pesar que la zona de estudio no es de mucha precipitación, las lluvias que se presentan de corta duración y alta intensidad ha propiciado inundaciones, en la siguiente tabla se indican los meses con mayor precipitación máxima diaria en el periodo de análisis 1971-2000.

Tabla 4. Precipitación máxima diaria en el periodo 1981-2010 en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas

Precipitación (milímetros)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima diaria	40.0	75.0	38.0	64.0	95.0	99.1	75.0	105.0	114.0	80.0	32.0	42.0
Fecha	01-1973	26-1983	10-1981	29-1976	24-1982	24-1982	06-1981	27-1979	26-1976	13-1973	18-1976	09-1982

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (normales climatológicas 1971-2000). CONAGUA

Inundaciones

Las inundaciones son un serio problema en la ciudad de Matamoros debido a su altitud con respecto al nivel medio del mar y a la existencia de una red de canales de riego y drenaje que forman parte de la traza urbana, algunos de los cuales se han eliminado provocando cuencas cerradas que no dan lugar a la salida natural del agua de lluvia. La mancha urbana de la ciudad de Matamoros ha crecido alrededor de la infraestructura hidroagrícola del Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo, donde importantes tramos de drenes agrícolas actualmente realizan funciones de drenaje pluvial, por lo que es necesario que los Organismos Municipales y protección civil conozcan el funcionamiento de los mismos y las acciones que se emprendan beneficien a las zonas afectadas con un desalojo de agua en corto tiempo.

En los últimos años las afectaciones más graves derivadas de las inundaciones corresponden a las ocurridas en 2008 como consecuencia del Huracán Dolly, el cual pasó a 50 kilómetros al este-noreste de Matamoros



con vientos máximos sostenidos de 160 km/h y rachas de 195km/h alcanzando la categoría II Saffir-Simpson. Como consecuencia de este huracán, se presentaron precipitaciones del orden de 162 mm afectando con inundaciones a 111 colonias (Protección Civil, 2010). Para salvaguardar a la población, la Secretaría de Desarrollo Social Municipal dispuso de 10 camiones para evacuar a los habitantes de “Playa Bagdad” y de los campos pesqueros 1 y 2 “El Chichonal”, siendo aproximadamente 705 personas evacuadas, mientras que del área de “Higuerillas” y “Puerto El Mezquital” se enviaron 40 camiones para el área de Las Islas y El Puerto, donde evacuaron aproximadamente 6,000 personas, toda vez que el mar estaba cerrado a los pescadores. En el año 2010 como consecuencia de los escurrimientos de cuencas arriba en días posteriores al huracán Alex, se presentaron inundaciones en varios municipios tanto del centro como del norte de Tamaulipas. En el caso de Matamoros, se tuvieron inundaciones hacia el suroeste de la zona urbana como consecuencia del desborde del canal de alivio mexicano, específicamente del dren Las Vacas. Se tuvieron afectaciones de índole de infraestructura por el cierre de la carretera Matamoros-Victoria en el kilómetro 22 a la altura del ejido “Las Blancas”, ya que se desbordó el dren de dicho ejido, registrándose aguas a una altura de 45 cm que no permitía a los automovilistas transitar, quedando incomunicados con el municipio de Valle Hermoso. También se inundaron los ejidos “San Lorenzo”, “Pacheco”, y “Soliseño”, actuando de inmediato autoridades estatales, quienes cubrieron gran parte de los daños censados. Por otra parte se hicieron corte en la autopista Reynosa-Matamoros para que no se cortara el flujo del agua hacia el Golfo de México a través del canal de alivio, ya que de no haberse llevado esta acción el agua hubiera tomado dirección hacia la mancha urbana de Matamoros.

Ciclones tropicales

De los 43 municipios que forman parte de la entidad, 29 han llegado a presentar afectaciones por diferentes eventos de ciclones tanto de manera directa como los casos de los municipios de Aldama, Altamira, Ciudad Madero, Matamoros, San Fernando, Soto La Marina y Tampico. En el caso del municipio de Matamoros, al localizarse en la costa, está expuesto constantemente al peligro de inclemencias por ciclones tropicales. En los últimos 100 años con base en los registros publicados por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) por sus siglas en inglés, se puede corroborar que el municipio de Matamoros es de los que han tenido mayores afectaciones debido a estos fenómenos. En el año 1967 el huracán “Beulah” causó grandes pérdidas de hasta 900 millones de pesos, mientras que las pérdidas en el campo superaron las 100 mil hectáreas. Con base en los registros de la NOAA en la siguiente tabla se indican los eventos que han afectado de manera directa e indirecta el municipio de Matamoros, siendo estos con mayor incidencia en los meses de junio a octubre y dichos eventos han ocurrido a menos de 50 kilómetros del municipio:

Tabla 5. Registro histórico de ciclones tropicales en el municipio de Matamoros, Tamaulipas

Nombre	Tipo	Viento máximo sostenido (km/h)	Fecha	Lugar de entrada
Sin nombre	Huracán categoría 2	158	15 septiembre 1886	Matamoros
	Huracán categoría 2	158	22 septiembre 1887	Matamoros
	Huracán categoría 1	120	22 agosto 1895	Matamoros
	Tormenta tropical	65	31 agosto 1910	Reforma
	Huracán categoría 2	160	19-ago-1916	Matamoros
	Huracán categoría 3	192	15-sep-1919	Matamoros
	Tormenta tropical	74	7-sep-1925	Matamoros
	Tormenta tropical	102	05-ago-1933	Matamoros



Nombre	Tipo	Viento máximo sostenido (km/h)	Fecha	Lugar de entrada
	Huracán categoría 1	148	05-sep-1933	Matamoros
	Tormenta tropical	65	14-sep-1936	Mat a 30 km al este
	Tormenta tropical	92	23-jul-1945	Mat a 30 km al este
Alice	Huracán categoría 1	130	26-jun-1954	El Mezquital
Beulah	Huracán categoría 5	260	22-sep-1967	Matamoros
Cindy	Tormenta tropical	96	26-jun-1968	Matamoros
Allen	Huracán categoría 3	185	11-ago-1980	Matamoros
Arlene	Depresión	55	21-jun-1993	Matamoros
Josefina	Tormenta tropical	96	16-ago-1996	Matamoros
Dolly	Huracán categoría 2	148	25-jul-2008	<50 km limite Mat
Two	Depresión	55	09-jul-2010	<10 km limite Mat
Hermine	Tormenta tropical	92	07-sep-2010	Punta Algodones

Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica. NOAA, por sus siglas en inglés

Marco físico (orografía, geología, edafología, hidrografía)

En los párrafos siguientes se describen brevemente algunas de las principales características físicas del área de estudio; y a continuación se presenta un resumen de las principales características físicas del municipio de Matamoros, Tamaulipas.

Tabla 6. Características físicas, Matamoros, Tamaulipas

Coordenadas geográficas	
Longitud	97° 57' y 97° 09' de longitud oeste
Latitud	Entre los paralelos 26° 05' y 25° 03' latitud norte
Altura	0 y 50 msnm
Extensión territorial, en km ²	
Superficie municipal	El municipio de Matamoros tiene una superficie de 4,634 kilómetros cuadrados, lo cual representa aproximadamente 5.8 % del territorio del Tamaulipas.
Ubicación del área de estudio en la región administrativa	
Región hidrológica	Bravo-Conchos (62%) y San Fernando-Soto la Marina (38%)
Cuenca hidrológica	R. Bravo-Matamoros-Reynosa (62%) y Laguna Madre (38%)
Subcuenca	Laguna Madre (38%), R. Bravo-Matamoros (36%) y R. Bravo-Reynosa (26%)
Corrientes de agua	Perennes: R. Cajas Pintas, R. El Diablo, A. Seco, R. Bravo y R. El Tigre. Intermitentes: R. Resaca La Palma, R. La Pita, R. Resaca Los Catanes y A. de En medio.
Cuerpos de agua	L. Cabos Negros, L. Cabrito, L. Cinco de Mayo, L. El Acero, L. El Barril, L. El Ombligo, L. El Petril, L. El Rabón, L. El Rosario, L. El Viejo, L. Horcones, L. La Alberca, L. La Atascosa, L. La Atravesada, L. La Barranquita, L. La Cafetera, L. La Grulla, L. La Hormiga, L. La India, L. La Leona, L. La Lobera, L. La Pita, L. La Soledad, L. de los Puertos, L. del Barril, L. Estero del Perro, L. Llano Salado, L. Madre, L. Mar Negro, L. Ramírez, L. Salada, L. Las Ánimas, L. Las Comitas, L. Las Conchas, L. Las Cuatas, L. Las Jaras, L. Las pedras de Lumbre, L. Los Petriles, L. Mata de Sandía, L. Media Luna, L. Plan Salado, L. Saltillo, L. San Juan, L. Santa María, L. Tío Castillo, L. Tres Mesquites y L. Vallacoyota
Características particulares	
Clima	Semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (99.4%) y Semiseco muy cálido y cálido (0.4%)
Rango de temperatura media anual	20-24° Centígrados
Rango de precipitación media	500-700 milímetros



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

anual	
Vegetación	Agricultura (41%), cuerpo de agua (21%) y zona urbana (2%) Matorral (32%) y pastizal (4%)
Suelo dominante	Vertisol (35.8%), No aplicable (19.0%), Solonchak (19.0%), Chernozem (18.9%), Arenosol (3.6%), Calcisol (2.9%), Phaeozem (0.4%) y Regosol (1.5%)
Geología	<u>Periodo.</u> Cuaternario (78%) y Cuerpo de Agua (22%) <u>Suelo.</u> Aluvial (67%), cuerpo de agua (22%), lacustre (5.5%), eólico (4.5%) y litoral (1%)

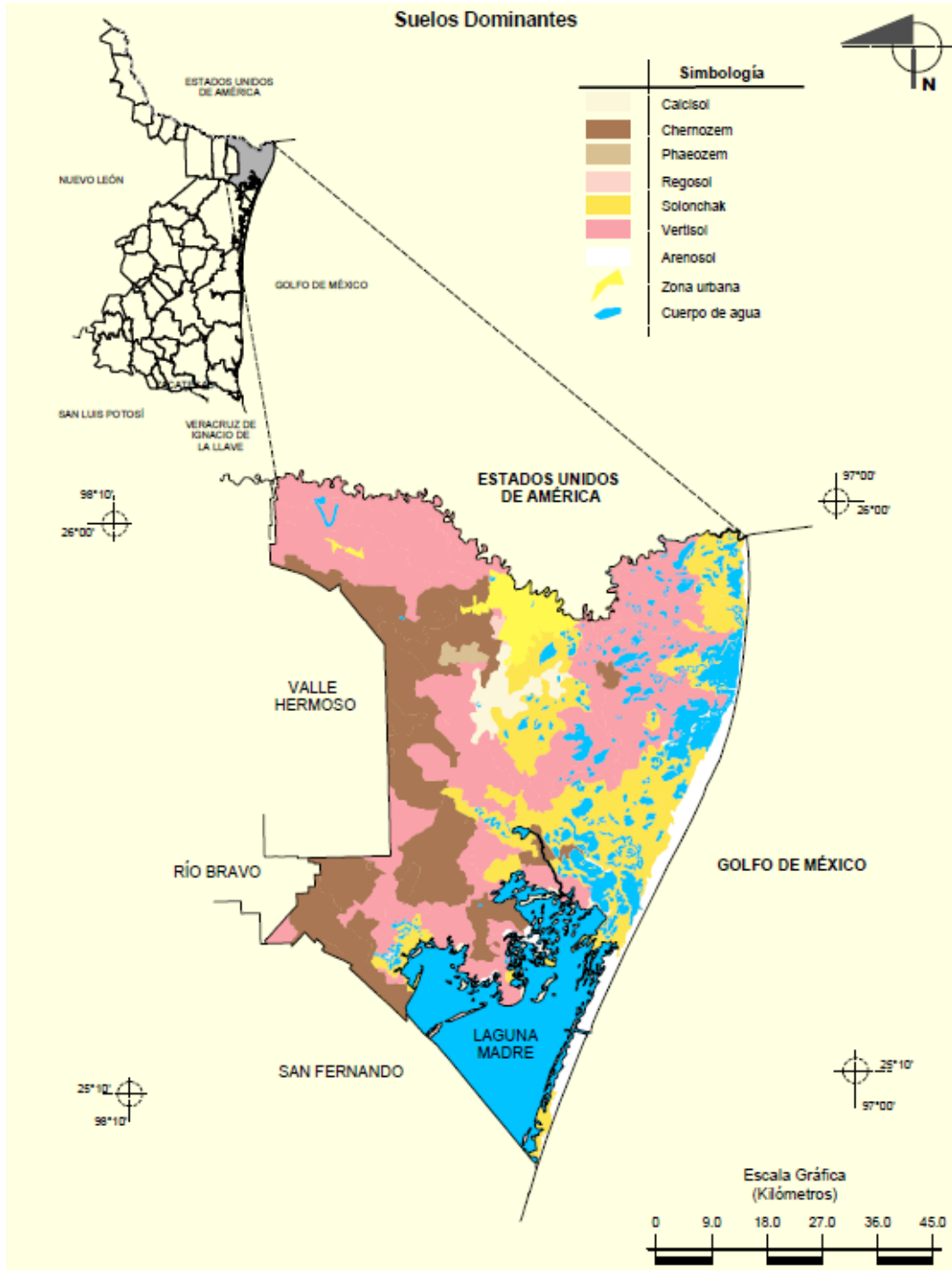
Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal, Matamoros, Tamaulipas. INEGI 2009

Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos del Cuaternario, en llanuras; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Vertisol, Chernozem y Solonchak; tienen clima semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y vegetación halófila.



Fisiografía

El tipo de suelos que conforman el territorio municipal son: Vertisol (35.8%), No aplicable (19.0%), Solonchak (19.0%), Chernozem (18.9%), Arenosol (3.6%), Calcisol (2.9%), Phaeozem (0.4%) y Regosol (1.5%).



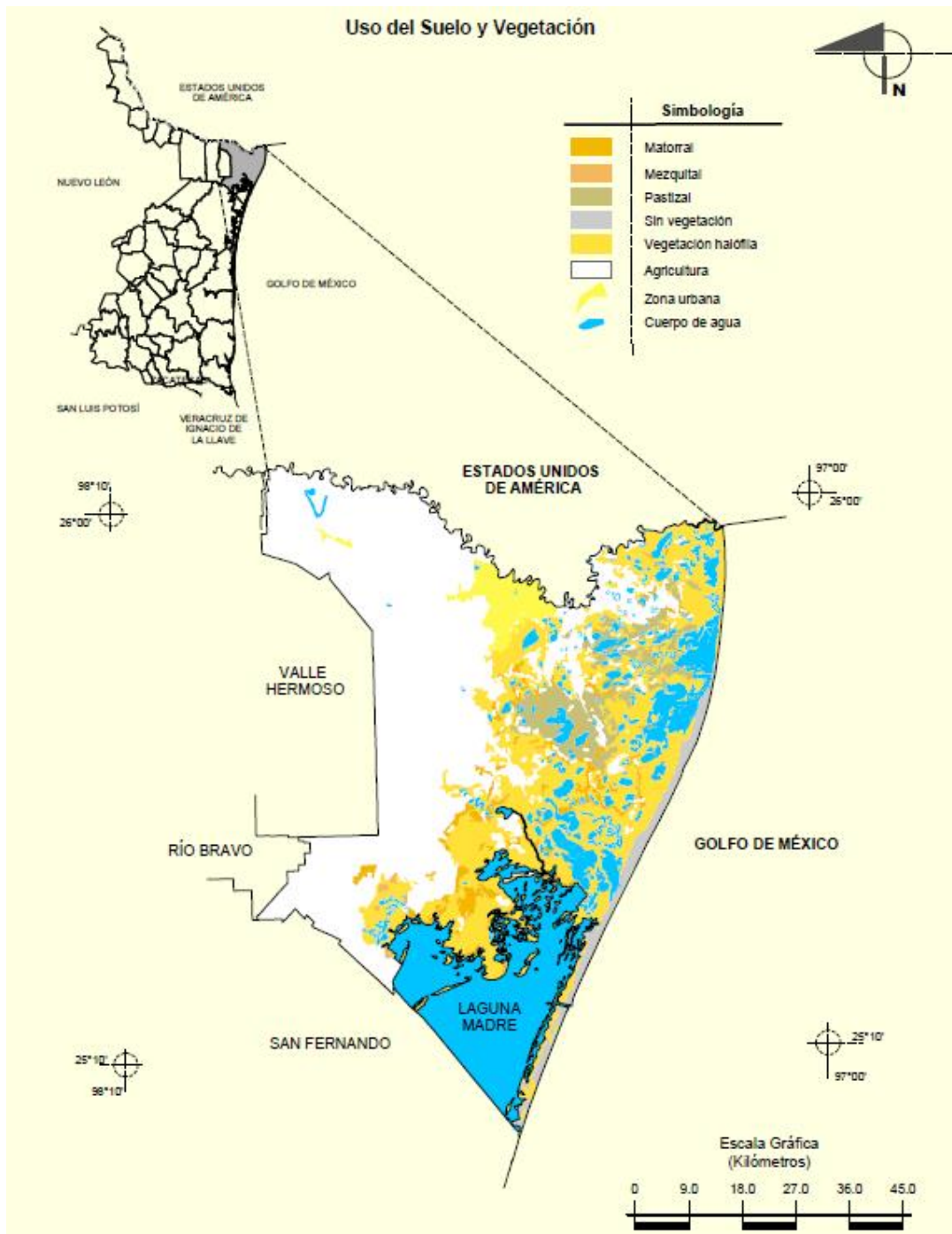
Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal, Matamoros, Tamaulipas. INEGI

Figura 17. Suelos dominantes



Uso de suelo y vegetación

La superficie agrícola suma un total de 1,898 kilómetros cuadrados. La superficie de matorral, mezquital y pastizal es de 344 km²; la superficie de otros tipos de vegetación supera los 1,000 km²; la superficie sin vegetación es de 152 km², mientras que la superficie urbana alcanza los 112 km². La superficie de los cuerpos de agua es de 970 km².



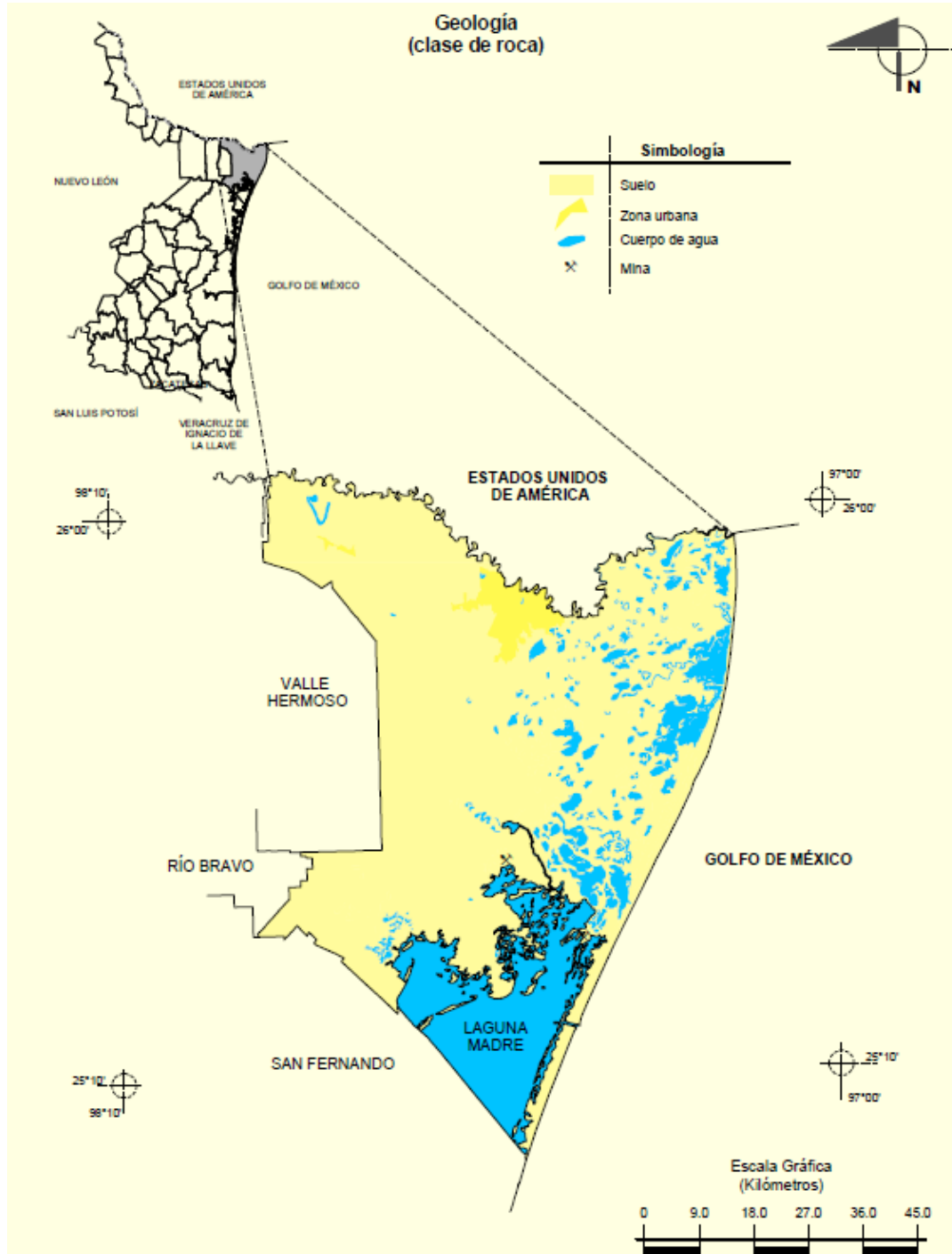
Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal, Matamoros, Tamaulipas. INEGI

Figura 18. Uso del suelo y vegetación



Geología

Periodo. Cuaternario (78%) y Cuerpo de Agua (22%). Suelo. Aluvial (67%), cuerpo de agua (22%), lacustre (5.5%), eólico (4.5%) y litoral (1%).



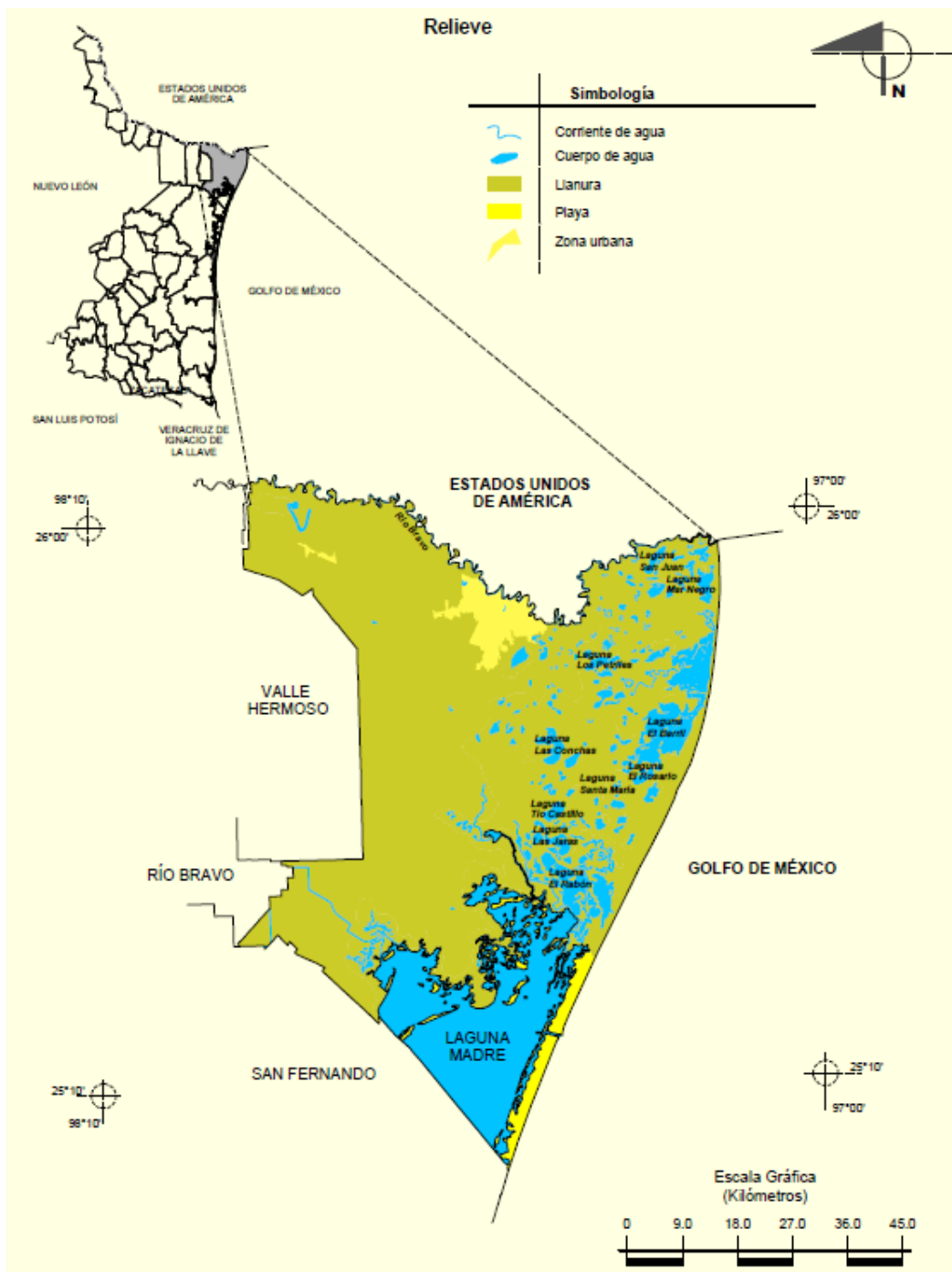
Fuente: *Prontuario de Información Geográfica Municipal, Matamoros, Tamaulipas. INEGI*

Figura 19. Geología



Orografía

El municipio en la generalidad su orografía es plana, lo que permite los sistemas de riego.



Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal, Matamoros, Tamaulipas. INEGI

Figura 20. Relieve



Hidrografía del municipio de Matamoros

Aguas superficiales

Hidrologicamente el municipio de Matamoros se encuentra comprendido dentro de la Región Hidrológica Río Bravo-Conchos (RH 24) y la San Fernando-Soto La Marina (RH 25). La Región Río Bravo-Conchos, está ubicada en la parte norte del estado, hasta los límites de la Laguna Madre, esta región hidrológica es muy importante ya que cuenta con un considerable caudal de las aguas del Río Bravo. En esta se sitúa una cuenca, dos subcuencas y ocho microcuencas. La RH San Fernando-Soto La Marina se ubica en el centro y sur del estado de Tamaulipas; es la de mayor extensión, sólo abarca una pequeña porción del municipio de Matamoros y ahí es donde se divide en una cuenca, una subcuenca y dos microcuencas.

En cuanto a los cuerpos de agua, el Río Bravo es el escurrimiento más importante del municipio, además que sirve como línea divisoria natural entre México y Estado Unidos de América. No existen redes secundarias importantes, pero si se cuenta con una red de canales y drenes que cubre la porción noreste de Matamoros. Hacia la región sureste de este municipio se encuentra un cuerpo de agua muy importante, la Laguna Madre, y es en esta parte donde alcanza su anchura máxima.

Con base en el Plan Director para la modernización Integral del riego del Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo (2006). El Distrito de Riego 025 está ubicado en este municipio. Dispone de una infraestructura hidroagrícola que da servicio a poblaciones para el desalojo de agua de drenaje del municipio y escurrimientos pluviales (CONAGUA 2006). En cuanto a infraestructura hidráulica, aguas arriba sobre el Río Bravo y uno de sus afluentes, el San Juan, se encuentran la presa Falcón y Marte R. Gómez, que forman parte del complejo hidráulico más importante del país. Igualmente en el municipio existen varios canales utilizados con fines de riego agrícola; de estos destaca el Canal del Soliseño.

Durante la época de lluvias se forman pequeñas corrientes en la zona oriente del municipio. En esta zona se encuentra un importante grupo de cuerpos lacustres, dentro los cuales destaca la Laguna del Barril, apenas separada del Golfo de México por la estrecha barra litoral del Conchillal. Otras lagunas de importancia son el Mar Negro, las Ánimas, San Juan, la India, los pretiles, cabrito, y Tío Castillo. En las cercanías de la cabecera municipal se localiza la laguna de la Palangana, cuya importancia radica en que durante la época de lluvias las crecidas que se generan ponen en riesgo de inundación a la población.

Por lo que toca a la cuenca del Río Bravo, ésta es la más extensa de la República Mexicana, cubre una superficie de 466.9 mil kilómetros cuadrados y de ese total 225.2 mil km² están en territorio mexicano y 241.7 mil en los Estados Unidos. Esta corriente, que se origina en la Sierra de las Grullas, Estado de Nuevo México en la Unión Americana, es el límite entre ambos países y por consiguiente es internacional a lo largo de 2,000 km desde Ciudad Juárez, Chihuahua hasta su desembocadura al Golfo de México.

La superficie de la cuenca mexicana representa el 11.6% del territorio nacional y en ella se asientan del orden de 10 millones de habitantes, esto es un 10% de la población del país. La cuenca se desarrolla en porciones de cinco entidades: Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Durango.

En general, la cuenca es una región semiárida y árida con una precipitación media anual de 391 mm. En la zona baja de la cuenca ocurre la mayor precipitación, con valores promedio de 483 mm. Esto se debe en



buena parte a que la lluvia es generada por la humedad proveniente del Golfo de México. En la zona media se registran valores promedio de 412 mm, y en la zona alta de 300 mm.

Las variaciones climáticas y de precipitación son muy semejantes en todas las regiones de la cuenca, es decir, los periodos secos y húmedos, - o no tan secos -, se dan con distinta intensidad, pero al mismo tiempo a lo largo de toda la cuenca. La mayor precipitación ocurre en Montemorelos, N.L. donde alcanza valores promedio de 850 mm en tanto que en Ciudad Juárez, Chihuahua, se registra el promedio mínimo de 235 mm anuales.

En la cuenca mexicana, el escurrimiento virgen se estima en 6,807 millones de m³ por año y, al igual que la precipitación, los escurrimientos superficiales presentan variaciones importantes a lo largo de ella.

La distribución de las aguas del Río Bravo entre México y Estados Unidos, está sujeta al “Tratado sobre aguas internacionales” suscrito entre ambas naciones el 3 de febrero de 1944. Este tratado regula hasta ahora, la distribución del agua de los ríos Colorado, Tijuana y Bravo para los diferentes usos en los dos países. Para el Río Bravo, el tratado establece:

Las aguas del Río Bravo (Grande) entre Fort Quitman, Texas y el Golfo de México se asignan a los dos países de acuerdo al Artículo 4º., de la siguiente manera:

A México:

- a) La totalidad de las aguas que lleguen a la corriente principal del Río Bravo, de los ríos San Juan y Álamo; comprendiendo los retornos procedentes de los terrenos que rieguen estos dos últimos ríos;
- b) La mitad del escurrimiento del cauce principal del Río Bravo aguas abajo de la presa Falcón, siempre que dicho escurrimiento no esté asignado expresamente en este tratado a alguno de los dos países;
- c) Las dos terceras partes del caudal que llegue a la corriente principal del Río Bravo, de los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido y Salado y Arroyo de las Vacas (afluentes mexicanos), en concordancia con lo establecido en el inciso c) del párrafo B de este artículo;
- d) La mitad de cualquier otro escurrimiento en el cauce principal del Bravo, no asignado específicamente en este artículo, y la mitad de las aportaciones de todos los afluentes no aforados entre Fort Quitman y la presa Falcón.

A los Estados Unidos:

- a) La totalidad de las aguas que lleguen a la corriente principal del río Bravo (Grande) procedentes de los ríos Pecos, Devils, manantial Goodenough y arroyos Alamito, Terlingua, San Felipe y Pinto.
- b) La mitad del escurrimiento del cauce principal del río Bravo (Grande) abajo de la presa inferior principal internacional de almacenamiento, siempre que dicho escurrimiento no esté asignado expresamente en este Tratado a alguno de los dos países.
- c) Una tercera parte del agua que llegue a la corriente principal del río Bravo (Grande) procedente de los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido, Salado y Arroyo de Las Vacas; tercera parte que no será menor en conjunto, en promedio y en ciclos de cinco años consecutivos, de 431,721,000 metros cúbicos (350,000 acres pies) anuales. Los Estados Unidos no adquirirán ningún derecho por el uso de las aguas de los afluentes mencionados en este inciso en exceso de los citados 431 721 000 metros cúbicos (350 000 acres pies), salvo el derecho a usar de la tercera parte



del escurrimiento que llegue al río Bravo (Grande) de dichos afluentes, aunque ella exceda del volumen aludido.

- d) La mitad de cualquier otro escurrimiento en el cauce principal del río Bravo (Grande), no asignado específicamente en este artículo, y la mitad de las aportaciones de todos los afluentes no aforados - que son aquellos no denominados en este artículo- entre Fort Quitman y la presa inferior principal internacional.

En casos de extraordinaria sequía o de serio accidente en los sistemas hidráulicos de los afluentes mexicanos aforados que hagan difícil para México dejar escurrir los 431,721,000 metros cúbicos (350,000 acres pies) anuales que se asignan a los Estados Unidos como aportación mínima de los citados afluentes mexicanos, en el inciso c) del párrafo B de este artículo, los faltantes que existieren al final del ciclo aludido de cinco años se repondrán en el ciclo siguiente con agua procedente de los mismos tributarios.

Siempre que la capacidad útil asignada a los Estados Unidos de por lo menos dos de las presas internacionales principales (Falcón y La Amistad), incluyendo la localizada más aguas arriba, se llene con aguas pertenecientes a los Estados Unidos, se considerará terminando un ciclo de cinco años y todos los débitos totalmente pagados, iniciándose, a partir de ese momento, un nuevo ciclo.

La Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) comenzó a llevar la contabilidad de las entregas de agua a los Estados Unidos, de acuerdo con lo estipulado en el tratado, a partir de 1953, cuando inició la operación de la presa internacional Falcón. Esta contabilidad se lleva por ciclos y cada ciclo corresponde a un quinquenio o a la fracción de un quinquenio, hasta que se presenta la condición de que la capacidad de Estados Unidos en las presas se llene con aguas de Estados Unidos.

De 1953 a 1992 se registraron 25 ciclos; de éstos, en cuatro ocasiones se completó el quinquenio; de los ciclos completos, tres ocurrieron antes de la construcción de la presa La Amistad; no obstante, se cumplió con las entregas comprometidas.

A partir de 1993, y debido a la severa sequía que afectó al norte del país desde esa época y que actualmente continúa, se han tenido problemas para cumplir los compromisos del Tratado.

No obstante lo anterior, el mismo tratado sobre aguas internacionales establece en el Artículo 3, para los asuntos que la Comisión (CILA) deba resolver en cuanto al uso común de las aguas internacionales, una guía del orden de preferencia, en la cual el uso doméstico y municipal ocupa el primer lugar.

Asimismo la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento establece en su Artículo 13 Bis 3 que los Consejos de Cuenca tendrán a su cargo la concertación de las prioridades del uso del agua con sus miembros y con el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a lo dispuesto en el párrafo tercero del Artículo 22 de la LAN, donde se establece que **el uso doméstico y público urbano siempre serán preferentes sobre cualquier otro uso.**

Aguas subterráneas

El estado de Tamaulipas comprende un total de 14 acuíferos, de los cuales el de Hidalgo-Villagrán (2803); Márgenes del Río Purificación (2806); y Victoria-Guemez se encuentran sobreexplotados y los otros 11



acuíferos se encuentran subexplotados de acuerdo con información de la CONAGUA. Por lo anterior, a nivel entidad federativa, considerando la disponibilidad global no se tienen problemas de sobreexplotación.

En la siguiente figura se muestra la localización de los acuíferos en la entidad:



Fuente: CONAGUA, Gerencia de Aguas Subterráneas

Figura 21. Localización de los acuíferos del estado de Tamaulipas

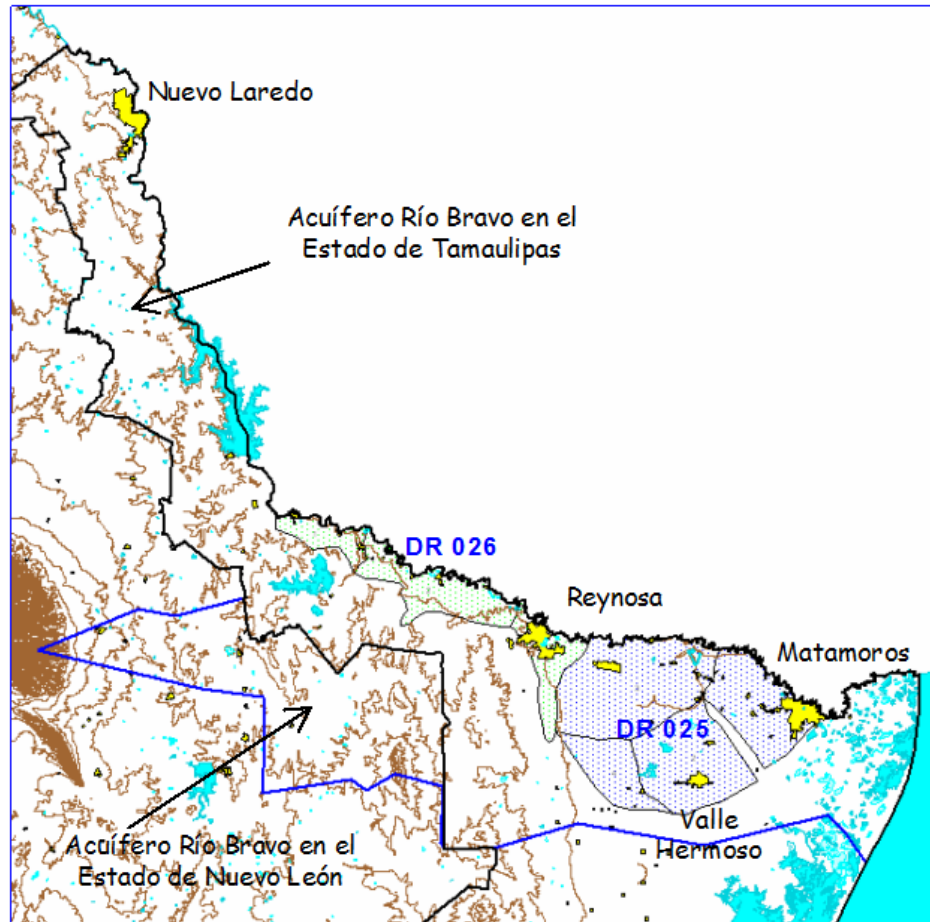
Ahora bien, el municipio de Matamoros queda comprendido en su totalidad dentro de los límites del acuífero Bajo Río Bravo, clasificado como el 2801 de acuerdo a la CONAGUA. En los siguientes párrafos se hace una breve descripción del acuífero.

Localización del acuífero

El área de estudio se localiza al noroeste de la República Mexicana, dentro de la Región Hidrológica No. 24 “Río Bravo”; comprende la parte norte del estado de Tamaulipas y una pequeña parte del Estado de Nuevo León; abarcando una superficie aproximada de 17,500 Km².

Dicha zona comprende totalmente a 10 municipios de Tamaulipas, que de noroeste a sureste son: Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso y **Matamoros**; así como a cinco del estado de Nuevo León que son: Agualeguas, General Treviño, Los Aldamas, Doctor Coss y General Bravo.

El acuífero concentra la población de 10 municipios del estado de Tamaulipas, en los cuales, de acuerdo al censo del 2010, había un total de 1, 676,197 habitantes; también incluye de forma parcial a la población de siete municipios del estado de Nuevo León.



Fuente: CONAGUA, Gerencia de Aguas Subterráneas

Figura 22. Localización del acuífero Bajo Río Bravo

Situación administrativa del acuífero

El acuífero Bajo Río Bravo pertenece al Organismo de Cuenca Río Bravo. Su porción noreste, donde se localiza el Distrito de Riego 025, se encuentra sujeto a las disposiciones del Decreto de Veda (sin clasificación) “Distrito de Riego Bajo Río Bravo” publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de febrero de 1955; el cual establece que excepto cuando se trate de alumbramientos de aguas para usos domésticos, a partir de la fecha de publicación del presente acuerdo en el “Diario Oficial” de la Federación, nadie podrá efectuar obras de alumbramiento, para el aprovechamiento de las aguas del subsuelo en la zona vedada, ni modificar las existentes, sin previo permiso por escrito, concedido por la Autoridad del Agua, la que solo lo expedirá en los casos en que de los estudios correspondientes, se deduzca que no se causarán perjuicios a terceros.

El resto del área del acuífero se encuentra en zona de libre alumbramiento.



De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2007), tanto los 10 municipios de Tamaulipas (Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso y Matamoros), como los 5 del estado de Nuevo León (Agualeguas, General Treviño, Los Aldamas, Doctor Coss y General Bravo) que conforman el acuífero, se localizan en Zona de Disponibilidad 6. Asimismo, el acuífero pertenece al Consejo de Cuenca del Río Bravo, sin embargo, aún no se establece un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS), (situación al mes de mayo de 2006).

Dentro de la superficie del acuífero, se encuentran asentados los Distritos de Riego 025 “Bajo Río Bravo” y 026 “Bajo Río San Juan”. El DR025 está situado entre los poblados de Río Bravo y Matamoros. En el año de 1970 el área total que abarcaba era de 2,480 km² y era operado a través de cuatro unidades (HIDROTEC, 1970). El agua que emplea este distrito proviene de la presa Falcón, de acuerdo con el Tratado Internacional de 1943 entre México y USA y con base en el plan de riego que se elabora cada año. El volumen se transporta por el cauce del río Bravo hasta la presa Anzaldúas, de donde son derivados por el canal del mismo nombre hacia los terrenos del distrito. Actualmente, en el Distrito de Riego 025 hay cerca de 15 mil usuarios (que manejan una superficie física de alrededor de 248,000 hectáreas).

El DR-026 está ubicado al oeste de la ciudad de Reynosa y Matamoros y en 1969-70 contaba con una superficie de 794 km², divididas en tres unidades (HIDROTEC, 1970). Los volúmenes de agua que se utilizan para el riego proceden de la presa Marte R. Gómez, construida para riego y control de las avenidas del Río San Juan.

Fisiografía del acuífero Bajo Río Bravo

De acuerdo con la clasificación de Raisz (1959), la zona de estudio queda comprendida dentro de la provincia fisiográfica denominada “Llanura Costera del Golfo Norte” en la subprovincia de la Llanura Costera Tamaulipeca.

La zona de estudio presenta una morfología prácticamente llana, se caracteriza por presentar una elevación topográfica entre 30 y 130 msnm, con bajas pendientes, lo que origina que el río Bravo presente zonas con meandros.

Geológicamente la zona de estudio está ubicada en la Subprovincia de la Cuenca de Burgos, adscrita en la Provincia Geológica del Noreste de México (López-Ramos, 1979). Constituye el extremo sur del Miogeosinclinal Terciario del Golfo de México, cuya máxima expresión se presenta en los estados de Texas y Louisiana en la Unión Americana (Ortega et al., 1992).

Clima donde se localiza el acuífero

Por su ubicación geográfica, el área de estudio recibe humedad del Golfo de México por la influencia de los vientos del Este, misma que está condicionada por la oscilación del anticiclón del Atlántico. De igual forma el Trópico de Cáncer divide al estado en dos zonas: su parte sur, en la que predominan los climas cálidos y relativamente húmedos, y su centro y norte más calurosos, con lluvias más escasas distribuidas en el año.

El clima *semicálido subhúmedo* (A) Cx, se localiza desde la costa hasta altitudes de aproximadamente 100 msnm, presenta lluvias escasas todo el año; abarca a las ciudades de Matamoros, Valle Hermoso y Río Bravo, región en donde su máxima precipitación se presenta en el mes de septiembre con 140 mm y su máxima temperatura media en el mes de agosto con 29° C; la precipitación invernal es de más del 18% de la total anual.



El clima *seco cálido* $Bs0(h')hx$, se localiza en la zona noreste de la región, al sur del cauce del río Bravo, a una altitud entre 100 y 200 msnm con lluvias escasas a lo largo del año. Presenta su máxima precipitación en el mes de septiembre con 100 mm y su máxima temperatura media en el mes de agosto con 29° C.

Hidrografía del acuífero

La zona de estudio se ubica en la Región Hidrológica del Río Bravo (No. 24), que se localiza en el extremo norte de la República Mexicana; limita al oeste con: Región N° 34 (Cuencas Cerradas del Norte), Región No. 9 (Cuenca del río Yaqui) y Región No. 10 (Cuenca del río Fuerte). Al sur limita con la Región No. 35 (Cuencas Cerradas del Bolsón de Mapimí), la Región No. 36 (Cuenca de los Ríos Nazas y Aguanaval), la Región No. 37 (El Salado) y la Región No. 25 (San Fernando-Soto la Marina); al norte limita con los Estados Unidos y al este con el Golfo de México, donde el colector principal vierte sus aguas. La cuenca del río Bravo está integrada básicamente por las cuencas del río Conchos, río Salado y el río San Juan; se estima que del lado mexicano se generan 6,383 Hm³ de escurrimiento medio anual, de los cuales el río Conchos aporta 2,346 Hm³, el río Salado 1,053 Hm³, el río San Juan 1,336 Hm³, el colector principal 1,082 Hm³ y el resto son aportes de otros ríos de menores dimensiones.

El río Bravo inicia su recorrido en territorio nacional en la Mesa del Norte, a poco más de 1,000 msnm y desciende sobre la Llanura Costera del Golfo hasta su desembocadura en el Golfo de México. En su recorrido, el río Bravo recibe los aportes del río Pecos por el lado americano y los ríos Conchos, Salado y San Juan por el lado mexicano, además de otros afluentes de menor importancia.

Aguas abajo de la presa Falcón, el Río Bravo sigue su curso con dirección sureste, rumbo al Golfo de México, sobre la suave pendiente de la llanura costera; en este último tramo, el Río Bravo recibe los aportes de pequeños afluentes, tanto del lado de los Estados Unidos como del lado de México, aunque por esta margen destacan el río Álamo y el río San Juan, éste último es uno de los más importantes afluentes del lado mexicano. En la última etapa de su recorrido, el Río Bravo tiene un cauce sinuoso debido a la escasa pendiente y sus aguas son usadas para el riego de terrenos agrícolas desde Nuevo Laredo hasta su desembocadura en el Golfo de México.

La mayor parte del Valle del Bajo Río Bravo (Río Grande, en Texas) consiste de una amplia planicie que se extiende desde el Golfo de México hasta las inmediaciones de las localidades de Reynosa, Tamaulipas y Río Grande Texas, en donde alcanzan los 150 msnm. El río en su porción aguas arriba tiene un gradiente menor a la pendiente natural del terreno y su planicie de inundación está más de 30 m abajo que la adyacente más elevada. En la zona media, del lado americano, área de Weslaco (norte de Reynosa) se tiene una amplitud de 15 km (9 millas).

La Subregión 24-G Bajo Río Bravo, comprende desde la localidad de Nuevo Laredo, Tamaulipas y Laredo, Texas, pasa por la presa Internacional Falcón hasta llegar a la desembocadura del Golfo de México; en este tramo sólo hay pequeños arroyos que fluyen hacia el río Bravo, el colector general recibe los aportes del río Salado, que es el segundo afluente importante del río Bravo del lado mexicano.

En la parte final del recorrido del río Bravo, sólo hay un afluente más del lado mexicano llamado Santa Gertrudis, después del cual la corriente principal sigue su curso hasta que desemboca en el Golfo de México.



En cuanto a infraestructura hidráulica, una de las principales obras es la presa Falcón que se localiza a 136 km aguas abajo de Nuevo Laredo, Tamps.; tiene por objeto aprovechar las aguas del Río Bravo para riego, generación de energía eléctrica y otros usos, pero sobre todo para el control de avenidas.

En esta Subcuenca destacan además las presas derivadoras Anzaldúas y El Retamal, ambas localizadas en el Río Bravo. Las dos presas cumplen con una doble función, la de regulación de los escurrimientos de avenidas del Río Bravo y el almacenamiento de los escurrimientos excedentes para su uso en el Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo.

Geomorfología del acuífero

La mayor parte del valle del Bajo Río Bravo consiste de una amplia planicie que se extiende desde el Golfo de México hasta las inmediaciones de las localidades de Matamoros, Tamaulipas, en donde alcanzan los 150 msnm. El río en su porción aguas arriba tiene un gradiente menor a la pendiente natural del terreno y su planicie de inundación está más de 30 m abajo que la adyacente más elevada.

Geología del acuífero

La zona en estudio se ubica en la Subprovincia de la Cuenca de Burgos, adscrita en la Provincia Geológica del Noreste de México (López-Ramos, 1979). Constituye el extremo sur del Miogeosinclinal Terciario del Golfo de México, cuya máxima expresión se presenta en los estados de Texas y Louisiana en la Unión Americana (Ortega et al., 1992). En el área del acuífero afloran rocas sedimentarias cuya edad varía del Cretácico al Reciente.

Tipo de acuífero

En esta región los materiales del subsuelo son derivados de amplias planicies de inundación y antiguos deltas y consisten de una compleja inter-estratificación de capas y lentes de arcillas, limo, arenas y gravas. Se tienen cambios litológicos en cortas distancias, tanto horizontales como verticalmente. Esta inter-estratificación ha generado un sistema acuífero semiconfinado (leaky artesian system).

Se han reconocido y clasificado algunas zonas de producción de agua subterránea, sin embargo las fuentes principales, en cantidad y calidad se encuentran emplazadas en los depósitos aluviales y fluviales del río Bravo; otras se encuentran localizadas en antiguos cauces abandonados del mismo río y el resto se ubican en porciones arenosas de las formaciones geológicas terciarias de la región.

No obstante lo anterior, tradicionalmente se había considerado como una sola entidad acuífera a todos los materiales asociados con la franja fronteriza del río Bravo; aunque se reconocen algunas diferencias hidrogeológicas, estas se atribuyen a condiciones locales, tanto en productividad del acuífero como en la calidad del agua que contiene; sin embargo, estas diferencias más bien son una generalidad que una excepción.

En trabajos recientes CONAGUA (2006) realizó una zonificación basada en las características litológicas de las unidades descritas en el capítulo de geología, así como en la calidad del agua que contienen, de esta forma definieron las unidades hidrogeológicas que a continuación se describen siguiendo la secuencia estratigráfica e iniciando por la más antigua.

- Unidad I. Acuífero pobre a muy pobre con agua subterránea de mala calidad; esta unidad incluye a las formaciones del Terciario que van del Mioceno a más antiguas; estas unidades litológicas se caracterizan por estar inclinadas de forma suave hacia el oriente, por lo que en la zona de Valle Hermoso se localizan ya por debajo de los 700 m de profundidad: Afloran en la porción centro y occidental del acuífero administrativo denominado Bajo Río Bravo (ABRB).
- Unidad II. Acuífero de potencialidad media, con agua subterránea de buena a regular calidad; está integrado por las formaciones Goliad y Lissie, ubicadas al centro-este del ABRB. Al igual que la unidad anterior estas formaciones están inclinadas hacia el este, por lo que en la zona de Valle Hermoso se ubican a una profundidad del orden de 300 m.
- Unidad III. Acuitardo con algunos horizontes acuíferos de baja potencialidad; contiene agua subterránea de muy mala calidad; está conformado por la Formación Beaumont y se localiza al este del ABRB.
- Unidad IV. Acuífero de potencialidad media a baja, espesor reducido, que contiene agua subterránea de mala calidad; está formado por los sedimentos acumulados en los antiguos cauces del río Bravo; se localizan en la porción este del ABRB.
- Unidad V. Acuífero de potencialidad media, con agua de buena calidad; está constituido por los sedimentos aluviales recientes del río Bravo; su principal área de exposición está entre las poblaciones de Reynosa y Matamoros, donde su espesor es muy irregular y varía de 200 a menos de 15 m.
- Unidad VI. Acuífero pobre a muy pobre con agua de regular a mala calidad, constituida por sedimentos aluviales de poco espesor; se localizan en la porción centro-sur y suroeste del ABRB. o
- Unidad VII. Acuitardo con agua de mala a muy mala calidad; está emplazado en los sedimentos costeros que se ubican en el extremo oriente del ABRB.

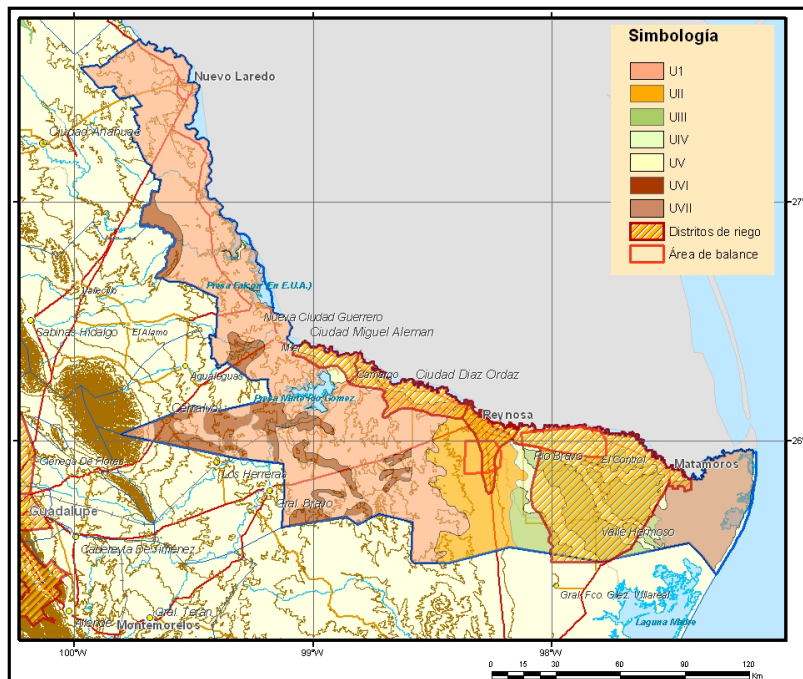


Figura 23. Unidades Hidrogeológicas



De estas unidades hidrogeológicas las más importantes, por la cantidad y calidad del agua que contienen, son la II y la V, las cuales contienen a los dos sistemas acuíferos principales del ABRB; al primero de estos sistemas se le denomina “**Acuífero Sur de Reynosa**” y al segundo “**Acuífero Reynosa–Matamoros**”.

Estos dos sistemas desde la población de Río Bravo hasta la costa están separados por la unidad hidrogeológica III (materiales semiconsolidados de predominancia arcillosa de la Formación Beaumont), que como se ha dicho constituye un acuitardo y sólo en sus horizontes más arenosos se forman acuíferos de baja productividad, con agua de alta salinidad. A este sistema hidrogeológico se le denomina como “Acuitardo Beaumont”.

Las zonas permeables en el Acuífero Reynosa–Matamoros están hidráulicamente conectadas con las porciones permeables de las capas adyacentes a profundidad, de poniente a oriente: “Arena” Goliad; Formación Lissie y la “Arcilla” Beaumont. Las zonas de sedimentos aluviales acumulados por el río Bravo presentan variación en sus espesores, cerca de la ciudad de Camargo apenas llega a unos 15 m, a la altura de Reynosa llega a tener entre 25 a 30 m y hacia la zonas entre Río Bravo y Matamoros llega a los 75 y 90 m.

El acuífero en las Formaciones Goliad y Lissie Acuífero Sur de Reynosa, está delimitado en su parte superior (al oriente) por la Formación Beaumont y en su parte inferior (al poniente) por la Formación Lagarto. La recarga que reciben estos acuíferos es producto de la precipitación que se registra en sus zonas de afloramiento localizadas al occidente de Reynosa.

Como se ha comentado, las zonas permeables se encuentran limitadas por las intercalaciones de lentes arcillosos generando de esta manera **un sistema acuífero semiconfinado**. Esta condición propicia que exista poca o nula interconexión en sentido lateral (horizontal) entre los diferentes sistemas acuíferos, como se demuestra por la diferencias de salinidad que se encuentran entre las diversas unidades adyacentes. Asimismo, se comprueba que en la medida que se aleja de la zona de afloramiento de estas unidades, la salinidad tiende a incrementarse; sin embargo en la zona sur de Reynosa, el agua presenta concentraciones ligeramente mayores a 1,000 mg/L de STD (en zonas cercanas a las zonas de afloramiento se tienen salinidades menores (800 a 1,000 mg/L) y en zonas puntuales más alejadas de estas o de extracción profunda se llega a registrar salinidades del orden de 3,000 a 5,000 mg/L.

Parámetros hidráulicos

Las unidades acuíferas del valle del Bajo Río Bravo son los materiales aluviales del cauce del río Bravo, Acuífero Reynosa–Matamoros y los depósitos continentales de las formaciones Lissie y Goliad, Acuífero Sur de Reynosa; estas unidades tienen diferencias en sus propiedades hidráulicas, generalmente dadas por la heterogeneidad de sus componentes. Sin embargo, los valores que se reportan de pruebas de bombeo y capacidades específicas de algunos pozos, permiten distinguir los rangos de los principales parámetros: Transmisividad (T), Conductividad Hidráulica (K) y Coeficiente de Almacenamiento.

De los resultados de la interpretación de la prueba de bombeo realizadas en el 2006, se puede observar que los valores de Transmisividad (T) varían de 0.3 a 17.1×10^{-3} m²/s; en tanto que los valores de la Conductividad Hidráulica (K) oscilan entre 0.17 y 12.0 m/día. Para el caso del coeficiente de almacenamiento, los valores reportados varían de 1.0×10^{-3} a 12.8×10^{-3} .

Comportamiento hidráulico

Las zonas en donde se tiene la información mínima necesaria para elaborar las configuraciones del nivel estático y para realizar balances de aguas subterráneas, son las localizadas al sur de la ciudad de Reynosa y la ubicada entre las poblaciones de Reynosa y Matamoros. En estas áreas existe la posibilidad de realizar configuraciones de igual elevación del nivel piezométrico de forma confiable, con pozos seleccionados en los que se conoce su profundidad total, la posición del nivel piezométrico para distintas fechas, su cota y establecer la variación de su extracción.

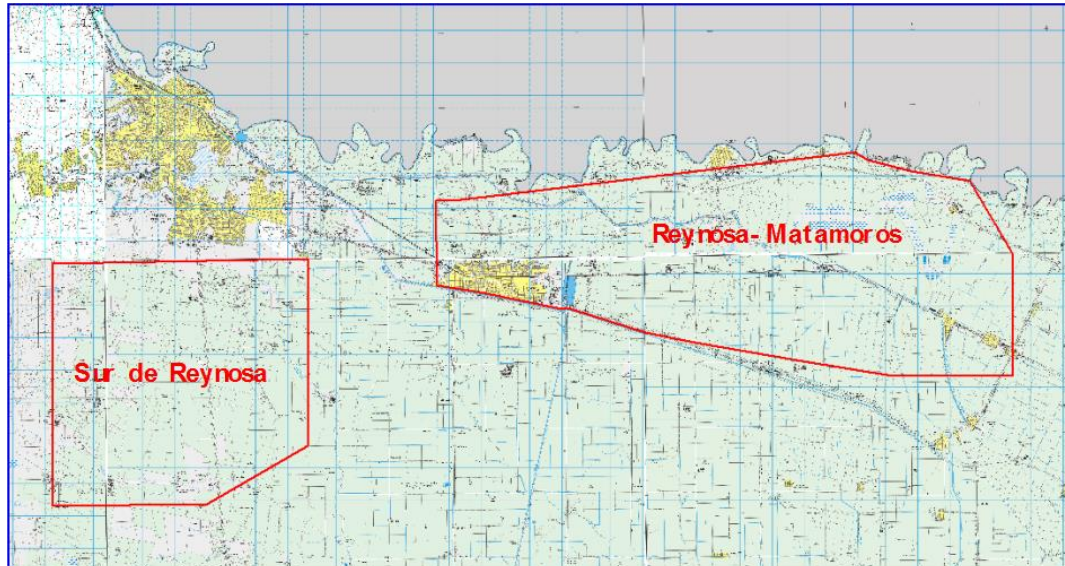


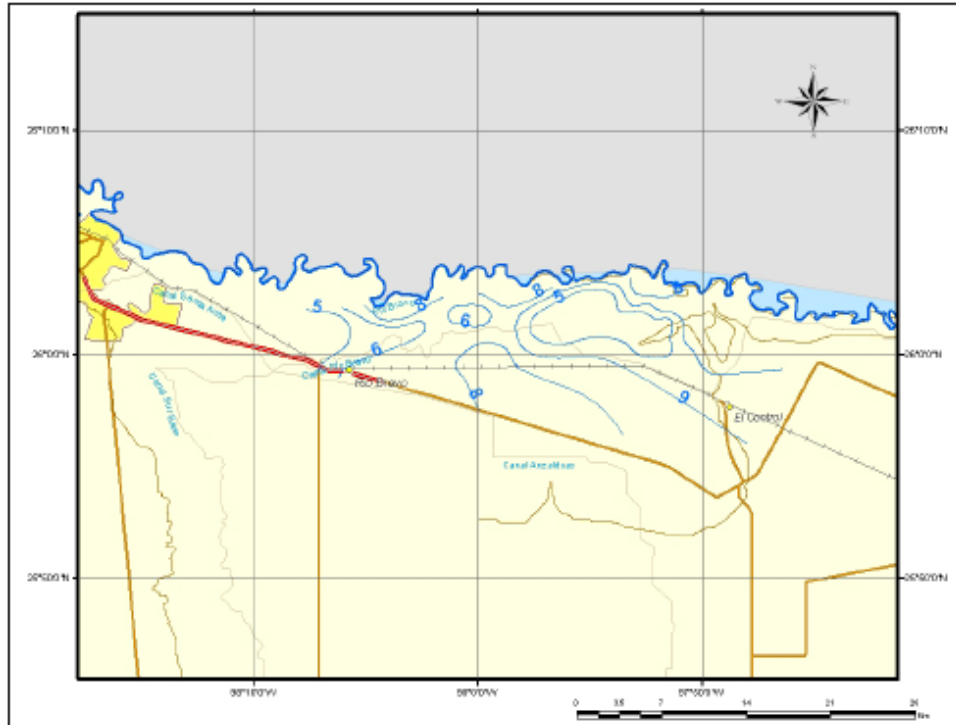
Figura 24. Áreas seleccionadas para elaborar las configuraciones del NE y realizar el balance

Profundidad del nivel estático

Los datos corresponden a los meses de agosto-septiembre (2006).

Zona Reynosa-Matamoros. Prácticamente todos los valores de profundidad al nivel estático son someros, por debajo de los 10 m; las mayores profundidades (ligeramente mayores de 8 m) se observan en las inmediaciones del cauce del Río Bravo, controlados por la leve topografía que generan las terrazas fluviales y los bordos de protección del río (siguiente figura) .

Las menores profundidades (menores a 4 m) se ubican al noroeste de la población de Río Bravo y al sureste de Nuevo Progreso; en general los valores disminuyen hasta encontrarse en un rango entre 5 a 6 m, hacia la porción interna en la zona de la planicie del Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo.

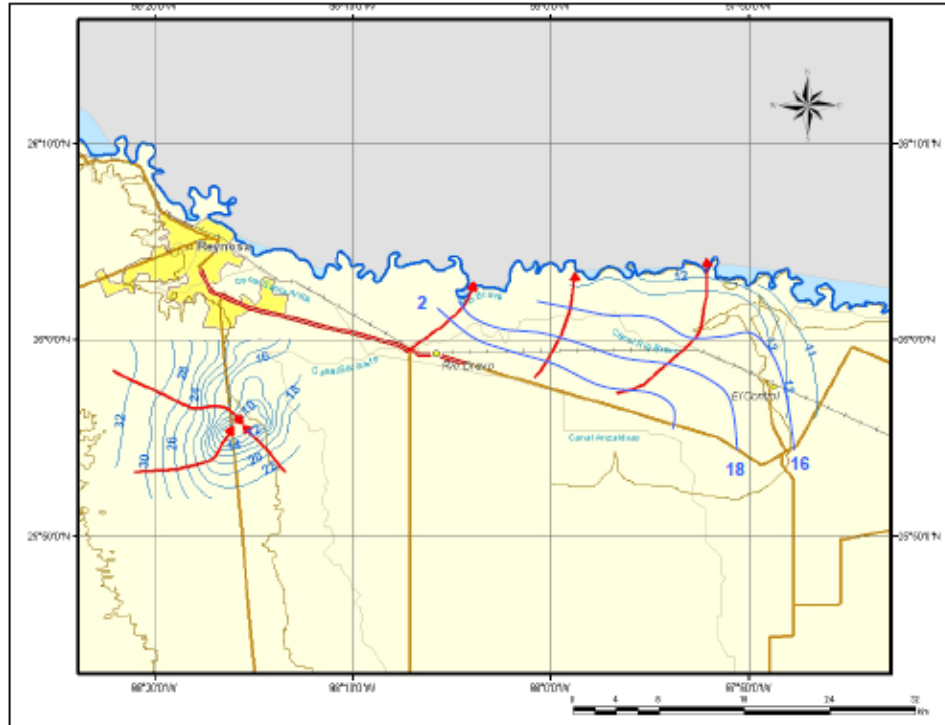


Fuente: CONAGUA, Gerencia de Aguas Subterráneas

Figura 25. Profundidad del nivel estático (agosto-septiembre de 2006)

Elevación del nivel estático

La distribución de las equipotenciales en la zona Reynosa–Matamoros, muestra una dirección de flujo proveniente del sur y poniente al noreste; el flujo parte de la porción sur de Río Bravo en donde se tienen las mayores elevaciones (25 msnm); en general la tendencia en el movimiento del agua es hacia el noreste y solamente al este de Nuevo Progreso se presenta una dirección franca al norte (siguiente figura).



Fuente: CONAGUA, Gerencia de Aguas Subterráneas

Figura 26. Elevación del nivel estático (agosto-septiembre de 2006)

Evolución del nivel estático

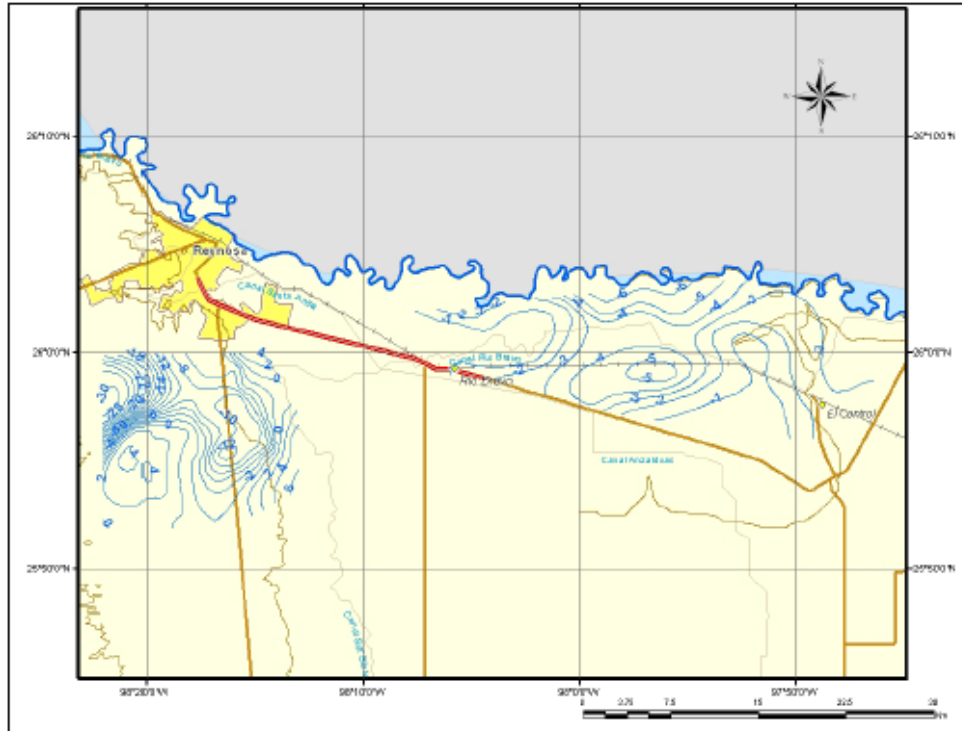
Zona Reynosa-Matamoros

Evolución del Nivel Estático 1978–2004

En el estudio de CONAGUA-BANDAN (2005), se presenta la configuración de la evolución del nivel del agua en los pozos del acuífero Bajo Río Bravo, para el periodo 1978-2004 (26 años); en esta se aprecian abatimientos de entre 1 y 5 m. El mayor abatimiento se registra hacia el NE de la población Río Bravo; menores abatimientos se localizan hacia las ciudades de Reynosa y Matamoros. También se observan recuperaciones del nivel estático con valores de 1 a 3 m, hacia el NW del poblado de Matamoros, entre las unidades operativas 1 y 3 del Distrito de Riego 025.

Evolución del Nivel Estático 1982 – 2006

La configuración muestra que en general se registran valores negativos. Se destacan dos zonas con abatimientos mayores a los 5 m que se ubican al oriente y noreste de la población Río Bravo y al sur de Nuevo Progreso (siguiente figura).



Fuente: CONAGUA, Gerencia de Aguas Subterráneas

Figura 27. Evolución del nivel estático (1982-2006)

Calidad del agua subterránea

Los estudios realizados desde las décadas de los setenta, coinciden en que la mejor agua se ubica a lo largo del cauce actual del Río Bravo, sin registrar cambios importantes en cuanto a su salinidad a lo largo del tiempo. No obstante, lejos de la influencia del río, se ha notado un progresivo deterioro de la calidad del agua subterránea. Las aguas más salinas se encuentran por lo general por debajo de los 150 m de profundidad, sin embargo no se ha definido una ocurrencia preferencial excepto para algunas muestras de agua poco profundas, lo que podría indicar afectaciones por retornos de riego o ascensos de aguas salinas más profundas. También se aprecia que las aguas dulces o moderadamente salinas se ubican por encima de los 30 m. En cuanto a su distribución, se destacan las zonas de agua “dulce” ubicadas a lo largo del cauce del río Bravo y tierra adentro en zonas de acuíferos someros, principalmente de las formaciones Goliad y Lissie.

Por otro lado, las evidencias de los registros eléctricos sugieren también que la salinidad del agua cambia lateral y verticalmente en el acuitardo Beaumont, se ha reportado que este deterioro en la calidad se incrementa conforme se aleja del Río Bravo a mayor profundidad. Esta variación también se encuentra relacionada con la productividad de los materiales y es marcada la asociación de baja productividad de los pozos en la medida que se alejan de la zona ribereña. Como una evidencia de lo anterior, los mejores pozos en cuanto a su productividad y con agua de menor salinidad se encuentran explotando a los depósitos aluviales y fluviales del cauce actual del Río Bravo. Fuera de este ámbito, así como a profundidad, la productividad y la calidad del agua decrecen en la medida que se alcanzan los depósitos de las formaciones del Terciario Superior (Formación Goliad) y del Pleistoceno (formaciones Lissie y Beaumont).



Estudios recientes (CFE, 2001) han demostrado la existencia de cauces antiguos del Río Bravo, con mejores condiciones de permeabilidad; sin embargo, al estar desconectados del cauce actual, su renovación con agua dulce está limitada solamente a la lluvia local, que genera un lente somero de poco espesor. Aunque muchas veces también la cercanía del mar genera que el agua precipitada por las tormentas tenga una mayor salinidad que el agua de lluvia que ocurre continente adentro. El incremento de salinidad con la profundidad está asociado a procesos de disolución de minerales locales, y evaporación de las aguas de riego agrícola; en algunas zonas además se pueden esperar aguas antiguas provenientes de salmueras, que han migrado desde las profundidades por fracturas y fallas en los depósitos terciarios subyacentes (no olvidar que la zona se ubica en la “Cuenca de Burgos”, región productora de petróleo).

Los estudios previos (SRH, HIDROTEC, 1969; SARH, Servicios Geológicos, 1981; CONAGUA, IEPSA, 2005) han demostrado que la salinidad del agua subterránea en la región del área administrativa del acuífero del Bajo Río Bravo, varía desde 600 mg/L hasta más de 11,000 mg/L, por lo que gran parte del acuífero presenta valores altos de salinidad. Los principales iones que favorecen el incremento de STD son el sodio y los cloruros. En cuanto a la calidad del agua para riego, la mayoría de las muestras de agua provenientes de los pozos se clasifican como C4-S2 y C4-S3, que corresponden a agua con muy alto contenido de sales con contenido medio y alto de sodio; por lo que no se consideran apropiadas para la agricultura. En menor proporción se presentan agua C3-S1, salinidad alta y bajo contenido de sodio, y C4-S4 que representa muy altos contenidos de sales y de sodio.

Usos del acuífero

De acuerdo con las cifras reportadas en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA), existen más de 2,400 aprovechamientos que corresponden a 810 títulos de asignación, pero la gran mayoría de ellos son norias de bajo rendimiento que extraen de manera manual caudales muy pequeños destinados al abastecimiento de las necesidades del uso doméstico-abrevadero.

Durante los trabajos de campo realizados durante la segunda mitad del 2006, se censaron un total de 346 aprovechamientos del agua subterránea, de los cuales 341 son pozos y solo 5 norias, que en conjunto extraen más del 90% del volumen total de extracción del acuífero; de los cuales 181 están activos (52.3%), 78 inactivas de forma temporal (22.5%) y los 87 aprovechamientos restantes se encuentran inactivos de manera permanente (25.2%).

Es importante comentar que las obras clasificadas como inactivas de forma temporal, son aquellas en las que el equipo de bombeo estaba descompuesto o en reparación, pero que ha operado en los últimos dos años; cuando la obra llevaba más de este tiempo fuera de operación se clasificó como inactiva permanente.

De acuerdo con dicho censo, el volumen total de extracción de agua del acuífero es de aproximadamente 25.8 millones de m³ al año (Hm³/año), de los cuales 18.6 Hm³/año (72%) se destinan al uso agrícola, 3.0 más (11.6 %) para abastecimiento de agua potable a los centros de población, 3.8 (14.7 %) más para uso industrial, y los 0.4 Hm³/año restantes (1.7 %) para uso doméstico-abrevadero y otros.



Disponibilidad de agua subterránea del acuífero

Está representada por el volumen anual promedio disponible en un acuífero al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicionalmente a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro los ecosistemas.

La Disponibilidad de Aguas Subterráneas (DAS), se obtiene como la diferencia entre el volumen de recarga total (Rt), la descarga natural comprometida (DNCOM) y el concesionado e inscrito en el REPDA (VCAS).

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

De acuerdo con la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada, que corresponde a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, el acuífero se encuentra subexplotado tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7. Disponibilidad del acuífero Bajo Río Bravo, (Hm³)

Clave	Acuífero	Recarga media anual (Rt)	Descarga Natural Comprometida (DNCOM)	Volumen concesionado de agua subterránea (VCAS)	Volumen de extracción de agua subt. consignado en estudios	Disponibilidad media anual de agua subt. (DAS)	Déficit
2801	Bajo Río Bravo	198.5	9.7	59.09	25.8	129.71	0

Fuente: Gerencia de Aguas Subterráneas, CONAGUA, Estudios de Disponibilidad de Acuíferos

$$DAS = 198.5 - 9.7 - 59.09 = 129.71 \text{ Hm}^3 / \text{año}$$

El resultado indica que existe actualmente un volumen de 129.71 Hm³ anuales disponibles para otorgar nuevas concesiones en el acuífero Bajo Río Bravo, estado de Tamaulipas.

Sin embargo, el otorgamiento de nuevas concesiones para el uso, explotación y aprovechamiento de las aguas subterráneas deberá considerar su condición general de mala calidad, que implica muchas restricciones para su utilización, salvo algunos usos industriales, en la mayoría de las actividades económicamente productivas.

Población actual y características socioeconómicas

Demografía

En este apartado se presentan los registros históricos del comportamiento demográfico que se ha observado tanto en el estado como en el municipio y la ciudad de Heroica Matamoros, Tamps., durante las últimas dos décadas (1990 – 2010), así como los resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda INEGI 2010, los cuales fueron publicados en Marzo del 2011, mismos que fueron utilizados en este estudio.

En las siguientes tablas se presenta la población contabilizada en los Censos de Población y Vivienda de 1990, 2000 y 2010, así como en los Conteos de Población y Vivienda 1995 y 2005.



Tabla 8. Crecimiento poblacional del estado de Tamaulipas

Entidad Federativa	1990	1995	2000	2005	2010
Hombres	1,111,698	1,254,700	1,359,874	1,493,573	1,616,201
Mujeres	1,137,883	1,272,628	1,393,348	1,530,665	1,652,353
Total	2,249,581	2,527,328	2,753,222	3,024,238	3,268,554

Fuente: Censos de INEGI 1990, 2000 y 2010 y Conteos de CONAPO 1995 y 2005

Tabla 9. Crecimiento poblacional del municipio de Matamoros, Tamaulipas

Municipio	1990	1995	2000	2005	2010
Hombres	148,249	178,906	206,259	227,932	242,234
Mujeres	155,044	184,581	211,882	234,225	246,959
Total	303,293	363,487	418,141	462,157	489,193

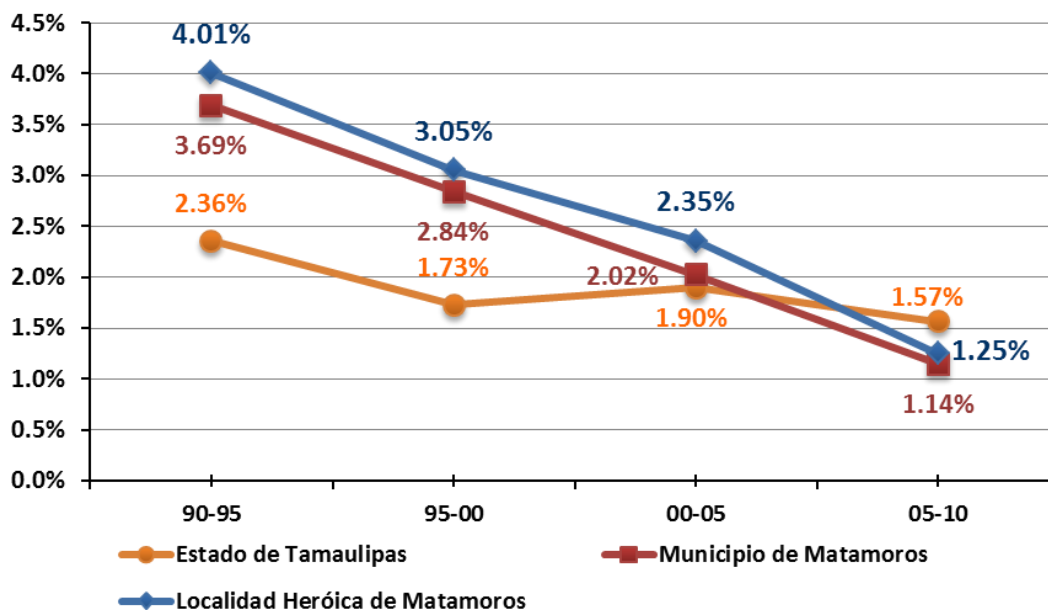
Fuente: Censos de INEGI 1990, 2000 y 2010 y Conteos de CONAPO 1995 y 2005

Tabla 10. Crecimiento poblacional de la localidad de Heroica Matamoros, Tamaulipas

Localidad	1990	1995	2000	2005	2010
Hombres	129,129	157,948	184,173	206,688	221,006
Mujeres	136,926	165,846	192,106	216,023	228,809
Total	266,055	323,794	376,279	422,711	449,815

Fuente: Censos de INEGI 1990, 2000 y 2010 y Conteos de CONAPO 1995 y 2005

En la siguiente figura se presenta el comportamiento que ha tenido en las dos últimas décadas la tasa de crecimiento, definida como la cantidad fraccionaria en la cual el número de individuos en una población aumenta, lo que significa el cambio en la población durante un período de tiempo, expresado en porcentaje.



Fuente: Censos y Conteos de Población y Vivienda de INEGI y CONAPO, 1990-2010

Figura 28. Tasas de crecimiento históricas (anual promedio)



Como se observa en la figura anterior, las tasas de crecimiento históricas en el área de estudio (Heroica Matamoros), han sido superiores a las del municipio, durante todo el periodo analizado. La T.C. más alta que se registró en la ciudad de Heroica Matamoros corresponde a la del quinquenio 1990 -1995 que fue de 4.01%.

A nivel estatal, las tasas de crecimiento han sido menores en el periodo (1990-2005) y mayores en el periodo (2005-2010), si las comparamos con las del municipio y la ciudad de Heroica Matamoros. El mayor crecimiento poblacional en el estado se dio de 1990 a 1995, con tasas de crecimiento que alcanzaron el 2.36%.

Es importante señalar que las tasas de crecimiento de la población analizadas en este estudio y que corresponden a un periodo de tiempo de 20 años (1990 a 2010), resultan ser representativas de lo que ocurre actualmente en el país, ya que en este periodo las tasas de crecimiento presentan un decremento, aunque la población ha ido aumentando ligeramente, a diferencia de lo que ocurría de 1950 a 1980 donde las tasas de crecimiento presentaban un incremento con el supeditado aumento explosivo de la población.

En resumen, la población censada en la ciudad de Heroica Matamoros, Tamaulipas para el año 2010 fue de **449,815 habitantes**, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11. Población censada por INEGI en 2010

Entidad		2010
Tamaulipas	Estado	3,268,554
Matamoros	Municipio	489,193
Loc. Heroica Matamoros	Ciudad	449,815

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

En la siguiente tabla se muestra el comportamiento del crecimiento poblacional de la cabecera municipal como del municipio de Matamoros, Tamaulipas; para mayor detalle de la información consultar el anexo 2.

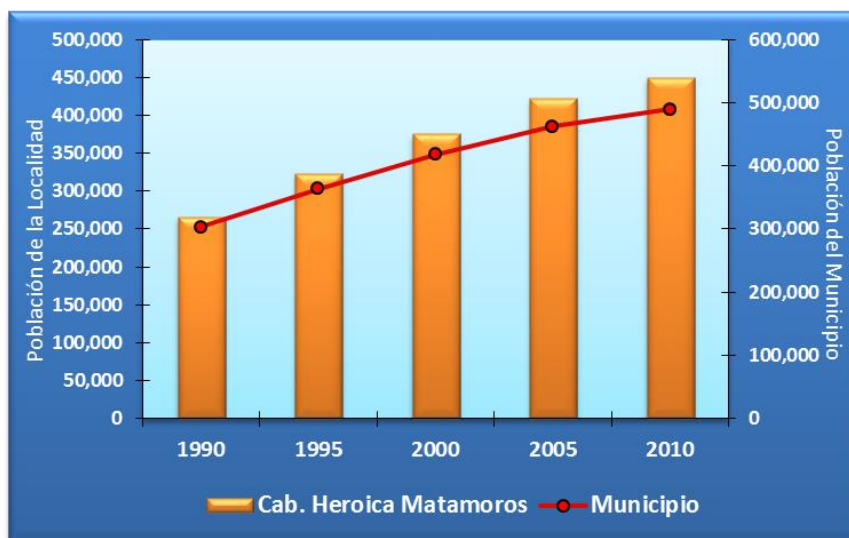


Figura 29. Crecimiento poblacional del municipio y cabecera municipal de Heroica Matamoros, Tamps. 1990-2010



Tabla 12. Indicadores de población 1990-2010

Indicador	1990	1995	2000	2005	2010
Densidad de población del Municipio (Hab/km ²)	No Disponible	78.46	89.74	99.76	105.59
% de población con respecto al estado	13.48	14.38	15.19	15.28	14.97

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

De la tabla anterior, se observa que la población municipal representa un 15% de la población total en la entidad y se tiene una densidad de población de 105 habitantes/ kilómetro cuadrado.

En la siguiente tabla se presenta para el municipio de Matamoros la distribución de la población por el tamaño de las localidades.

Tabla 13. Distribución de población municipal por tamaño de localidad

Tamaño de localidad	Población ⁽¹⁾	% con respecto al total de población del municipio
1 - 249 Habs.	10,140	2.07
250 - 499 Habs.	8,704	1.78
500 - 999 Habs.	5,477	1.12
1,000 - 2,499 Habs.	8,178	1.67
2,500 - 4,999 Habs.	6,879	1.41
5,000 - 9,999 Habs.	0	0.00
10,000 - 14,999 Habs.	0	0.00
15,000 - 29,999 Habs.	0	0.00
30,000 - 49,999 Habs.	0	0.00
50,000 - 99,999 Habs.	0	0.00
100,000 - 249,999 Habs.	0	0.00
250,000 - 499,999 Habs.	449,815	91.95
500,000 - 999,999 Habs.	0	0.00
1,000,000 y más Habs.	0	0.00

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Nota:

⁽¹⁾ Se refiere a la población que habita en localidades comprendidas en el rango especificado. El tamaño de localidad se basa en la clasificación proporcionada por el INEGI.

Vivienda

En la siguiente tabla se presenta información de INEGI respecto al tipo de viviendas existentes en el municipio de Matamoros, Tamps.

Tabla 14. Viviendas habitadas por tipo de vivienda, 2010

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total viviendas habitadas⁽¹⁾	133,142	100.00
Vivienda particular	133,116	99.98
Casa	125,281	94.10
Departamento en edificio	1,871	1.41
Vivienda o cuarto en vecindad	1,774	1.33
Vivienda o cuarto en azotea	31	0.02
Local no construido para habitación	24	0.02



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Vivienda móvil	8	0.01
Refugio	3	0.00
No especificado	4,124	3.10
Vivienda colectiva	26	0.02

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010. Nota: Incluye viviendas particulares y colectivas.

De la tabla anterior, se observa que el 94% de la población habita en casa habitación y el resto en departamentos, vecindad, cuartos, entre otros.

En la siguiente tabla se presenta el número de habitantes y lo que representa respecto al total de la población del municipio de Matamoros, que habitan los diferentes tipos de vivienda que existen en dicho municipio.

Tabla 15. Ocupantes en viviendas particulares, 2010

Tipos de vivienda	Ocupantes	%
Viviendas habitadas⁽¹⁾	489,181	100.00
Viviendas particulares	486,501	99.45
Casa	462,596	94.57
Departamento	5,653	1.16
Vivienda o cuarto en vecindad	5,115	1.05
Vivienda o cuarto en azotea	97	0.02
Locales no construidos para habitación	60	0.01
Vivienda móvil	23	0.00
Refugio	5	0.00
No especificado	12,952	2.65
Viviendas colectivas	2,680	0.55
Promedio de ocupantes por vivienda	3.7	No Aplica

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010. Nota: Incluye viviendas particulares y colectivas

De acuerdo a la tabla anterior, se observa que las viviendas habitadas asciendan a 489,181 personas y que el índice de hacinamiento es de 3.7 habitantes que viven en cada vivienda.

Servicios en la vivienda

En cuanto a los servicios con los que cuentan las viviendas habitadas en el municipio de Matamoros, se presenta en la siguiente tabla un resumen de ellos.

Tabla 16. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan, 2010

Tipo de servicio	Número de viviendas particulares habitadas	%
Disponen de excusado o sanitario	127,422	97.87
Disponen de drenaje	116,630	89.58
No disponen de drenaje	11,714	9.00
No se especifica disponibilidad de drenaje	1,847	1.42



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Tipo de servicio	Número de viviendas particulares habitadas	%
Disponen de agua entubada de la red pública	123,013	94.49
No disponen de agua entubada de la red pública	5,375	4.13
No se especifica disponibilidad de drenaje de agua entubada de la red pública	1,803	1.38
Disponen de energía eléctrica	125,769	96.60
No disponen de energía eléctrica	2,965	2.28
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	1,457	1.12
Disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	114,235	87.74

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

De acuerdo con los datos presentados en la tabla anterior, el 9.0% de las viviendas no cuentan con el servicio de drenaje y el 4.1% de las viviendas no disponen del servicio de agua entubada de la red pública municipal.

Bienes materiales

En cuanto a los bienes materiales con los que cuentan las viviendas habitadas del municipio de Matamoros, se presenta lo siguientes resultados obtenidos de la fuente de información de INEGI.

Tabla 17. Viviendas particulares habitadas según bienes materiales con los que cuentan, 2010

Tipo de bien material	Número de viviendas particulares	%
Radio	105,647	79.36
Televisión	123,971	93.13
Refrigerador	117,036	87.92
Lavadora	86,932	65.31
Teléfono	50,404	37.86
Automóvil	77,316	58.08
Computadora	36,961	27.77
Teléfono celular	100,393	75.42
Internet	28,800	21.64
Sin ningún bien ⁽¹⁾	1,108	0.83

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Nota: ⁽¹⁾ Se refiere a las viviendas particulares habitadas que no cuentan con ninguno de los 9 bienes captados (radio, televisión, refrigerador, lavadora, teléfono fijo, automóvil, computadora, teléfono celular, e internet).

De acuerdo a la tabla anterior, se tiene que más de un 10% de las viviendas no tiene refrigerador; un 35% no cuenta con lavadora, y más del 50% no cuenta con computadora, teléfono ni internet en la vivienda.

Condición de actividad económica

Por lo que se refiere a la población que se encuentra inmersa en las actividades económicas que son los procesos mediante los cuales se crean los bienes y servicios, se presenta en la siguiente tabla la situación del municipio:



Tabla 18. Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	% Hombres	% Mujeres
Población económicamente activa (PEA)⁽¹⁾	202,185	132,790	69,395	65.68	34.32
Ocupada	188,555	122,748	65,807	65.10	34.90
Desocupada	13,630	10,042	3,588	73.68	26.32
Población no económicamente activa⁽²⁾	156,236	42,433	113,803	27.16	72.84

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Notas:

(1) Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia.

(2) Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar

Educación

Respecto a la educación de la población del municipio de Matamoros, clasificada por edades, y al analfabetismo, se presenta en las siguientes tablas la situación registrada en el 2010 por INEGI:

Tabla 19. Población según condición de asistencia escolar por grupos de edad y sexo, 2010

Grupos de edad	Población			Condición de asistencia escolar								
				Asiste			No asiste			No especificado		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
3 a 5 años	29,173	14,869	14,304	11,841	5,947	5,894	16,091	8,297	7,794	1,241	625	616
6 a 14 años	86,855	44,273	42,582	82,580	41,941	40,639	3,277	1,812	1,465	998	520	478
15 a 17 años	28,623	14,468	14,155	19,517	9,730	9,787	8,859	4,603	4,256	247	135	112
18 a 24 años	59,555	29,717	29,838	15,605	7,834	7,771	42,949	21,418	21,531	1,001	465	536
25 a 29 años	38,297	18,707	19,590	1,738	883	855	35,649	17,353	18,296	910	471	439
30 años y más	210,089	101,622	108,467	2,623	1,101	1,522	201,882	97,666	104,216	5,584	2,855	2,729

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Tabla 20. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010

Género	Total	Analfabeta	%
Hombres	164,514	4,659	2.83
Mujeres	172,050	5,523	3.21
Total	336,564	10,182	3.03

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

De acuerdo a la tabla anterior, se tiene que el porcentaje de analfabetismo es del 3.03% y que el analfabetismo se presenta en un mayor porcentaje en las mujeres con un 3.21%. El total de la población analfabeta mayor a 15 años asciende a 10,182 personas de las cuales 5,523 son mujeres y el resto hombres.

Tabla 21. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010

Nivel de escolaridad	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población de 15 años y más		
				Total	Hombres	Mujeres
Sin escolaridad	13,062	5,913	7,149	3.88%	3.59%	4.16%
Primaria completa	53,378	24,739	28,639	15.86%	15.04%	16.65%
Secundaria completa	83,326	39,731	43,595	24.76%	24.15%	25.34%



De acuerdo a la tabla anterior, se tiene que el mayor porcentaje de personas mayores de 15 años que cuentan con un nivel de escolaridad más bajo es en secundaria con un total de 83,326 y que representa el 24.7% de la población sin escolaridad mayor de 15 años; mientras que en instrucción primaria se tiene un total de 53,378 personas y que representan el 15.8%.

Tabla 22. Población de 15 años y más, según grado de escolaridad y sexo, 2010

Género	Hombres	Mujeres	Total
Género promedio de escolaridad	9.04	9.16	8.93

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

De acuerdo a la tabla anterior, se tiene que el grado de escolaridad es de 8.93 grados, que equivale a sexto año de primaria.

Salud

Tabla 23. Población total según derechohabencia a servicios de salud por sexo, 2010

	Población total	Condición de derechohabencia									
		Derechohabiente ⁽¹⁾								No derechohabiente	No especificado
		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal ⁽²⁾	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular o para una nueva generación	Institución privada	Otra institución ⁽³⁾		
Hombres	242,234	165,797	106,763	11,406	316	41,366	491	3,640	3,772	68,475	7,962
Mujeres	246,959	181,744	112,870	14,081	378	50,213	449	3,668	2,406	58,039	7,176
Total	489,193	347,541	219,633	25,487	694	91,579	940	7,308	6,178	126,514	15,138

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Notas:

⁽¹⁾ La suma de los derechohabientes en las distintas instituciones de salud puede ser mayor al total por aquella población que tiene derecho a este servicio en más de una institución de salud.

⁽²⁾ Se refiere a la población derechohabiente al ISSSET, ISSSEM y M, ISSSTEZAC, ISSSPEA o ISSSTESON

⁽³⁾ Incluye instituciones de salud pública y privada.

De acuerdo a la tabla anterior, se tiene que del total de la población, un 25.8 % no tiene ningún tipo de derechohabencia de salud en ninguna de las Instituciones de gobierno que presta dicho servicio.

Marginación

La marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. En este sentido, el municipio de Matamoros tiene un índice de marginación clasificado como muy bajo y ocupa el lugar 37 de los 43 municipios de Tamaulipas.

Tabla 24. Indicadores de Marginación, 2010

Indicador	Valor
Índice de marginación	-1.49100
Grado de marginación ^(*)	Muy Bajo
Índice de marginación de 0 a 100	10.82
Lugar a nivel estatal	37
Lugar a nivel nacional	2312



Al revisar algunos de los indicadores de desarrollo social del municipio de Matamoros se identifican rezagos importantes en temas como el analfabetismo y el nivel de ingreso.

Tabla 25. Distribución porcentual de la población por características seleccionadas, 2010

Indicador	%
Población analfabeta de 15 años o más	3.08
Población sin primaria completa de 15 años o más	14.25
Población en localidades con menos de 5000 habitantes	8.05
Población Económicamente Activa ocupada, con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	31.41

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Tabla 26. Distribución porcentual de ocupantes en viviendas por características seleccionadas, 2010

Ocupantes en Viviendas	%
Sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	0.41
Sin energía eléctrica	2.05
Sin agua entubada	4.03
Con algún nivel de hacinamiento	36.00
Con piso de tierra	3.01

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Nota: (*) CONAPO clasifica el grado de marginación en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. Los datos mostrados corresponden a la información más reciente publicada por CONAPO.

La tabla anterior, muestra algunos indicadores del rezago que se tiene en el municipio de Matamoros y que ya se han presentado en tablas anteriores.

Para definir la población actual (2014) a utilizar en este estudio, se llevó a cabo una comparación de la información de diferentes fuentes consultadas, siendo estas tanto proyecciones de la población proyectadas al 2014 (CONAPO, INEGI-CONAPO, Método de Ajuste de Mínimos Cuadrados y Varios Estudios que le anteceden a este en cuestión), como inferidas a partir del número de tomas domésticas registradas en el padrón de usuarios del Organismo Operador considerando el porcentaje de cobertura de agua según el INEGI y la obtenida a partir del número de acometidas registradas en CFE en la ciudad de Matamoros.

Las fuentes de información consultadas fueron:

- Censos de Población y Vivienda del 1990 al 2010 del INEGI
- Conteos de Población y Vivienda 1995 y 2005 del INEGI
- Proyecciones de población de la CONAPO
- Actualización del capítulo del Uso de Suelo y población del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento de H. Matamoros, Tamaulipas
- Actualización del capítulo del Uso de Suelo y población del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento de H. Matamoros, Tamaulipas
- Reporte final del Programa de Mejoras de Infraestructura (Orden de Trabajo 4)
- Reporte final del Programa de Mejoras de Infraestructura (Orden de Trabajo 5)



- ☑ Actualización del Plan Maestro de Agua Potable , Alcantarillado Sanitario y Saneamiento de Matamoros, Tamaulipas
- ☑ Alternativas de Tratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Este
- ☑ Proyecto Ejecutivo de Emisor Final de Aguas Residuales en Zona Oeste
- ☑ Anteproyecto y Análisis de Alternativas de Infraestructura de Saneamiento Sur en Matamoros, Tamaulipas
- ☑ Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral de la Junta de Aguas y Drenaje
- ☑ Programa de Apoyo a la Comunidad y Medio Ambiente (PACMA 2014)
- ☑ Programa Municipal de Ordenamiento Territorial (POT) y Desarrollo Urbano de Matamoros (Dic 2012)
- ☑ Padrón de usuarios de la JAD y cobertura del servicio
- ☑ Padrón de usuarios de la CFE en Matamoros

Adicionalmente a las fuentes de información anteriormente señaladas, se realizó la proyección de la población con el método de ajuste de mínimos cuadrados (MAMC) que la CONAGUA recomienda en sus MAPAS¹ comparando los resultados obtenidos.

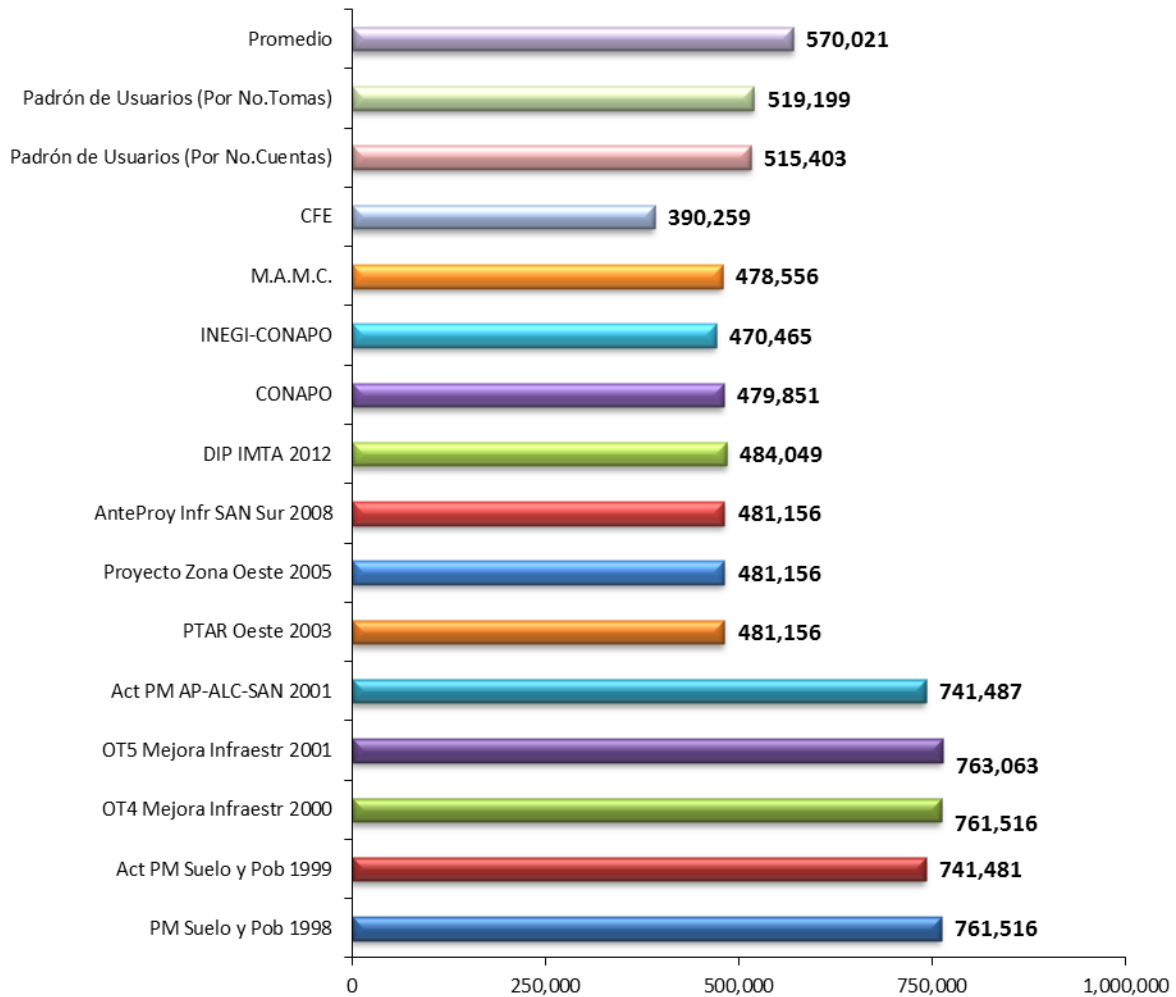
Por lo que corresponde al método de ajuste de mínimos cuadrados este consiste en calcular la población de proyecto a partir de un ajuste de los resultados de los censos de años anteriores, a una recta o curva, de tal modo que los puntos pertenecientes a ésta, difieran lo menos posible de los datos observados. Eligiendo el modelo matemático que mejor represente el comportamiento de los datos de los censos históricos de población (lineal, exponencial, logarítmico o potencial) a través del valor absoluto del coeficiente de correlación, el cual al ser más cercano a 1 significa que el ajuste del modelo a los datos históricos será el más aproximado.

De esta manera se procedió a obtener y calcular la población para cada fuente de información y método señalado. En el Anexo 2 se presentan los cálculos efectuados para determinar la población y las tasas de crecimiento del periodo de planeación dentro del cual se tiene el año actual.

¹ Libro 27.- Datos Básicos de la CONAGUA



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS



Fuente: INEGI, CONAPO, PU JAD, CFE, AMC, Varios Estudios

Figura 30. Comparativo de población actual (2014)

Como se observa en la figura anterior, los estudios realizados entre 1998 y 2001 previeron un mayor incremento de la población, en buena medida porque están basados en el Censo 2005 y CONAPO no había ajustado las tasas de crecimiento. Los estudios y cálculos hechos a partir de los Censos 2000 y 2010 muestran estimaciones muy similares alrededor de los 480 mil habitantes.

En cuanto a las tasas de crecimiento utilizadas a partir de la población 2010 de cada fuente de información consultada, para la proyección de la población, en la siguiente figura se presentan sus valores en porcentaje.

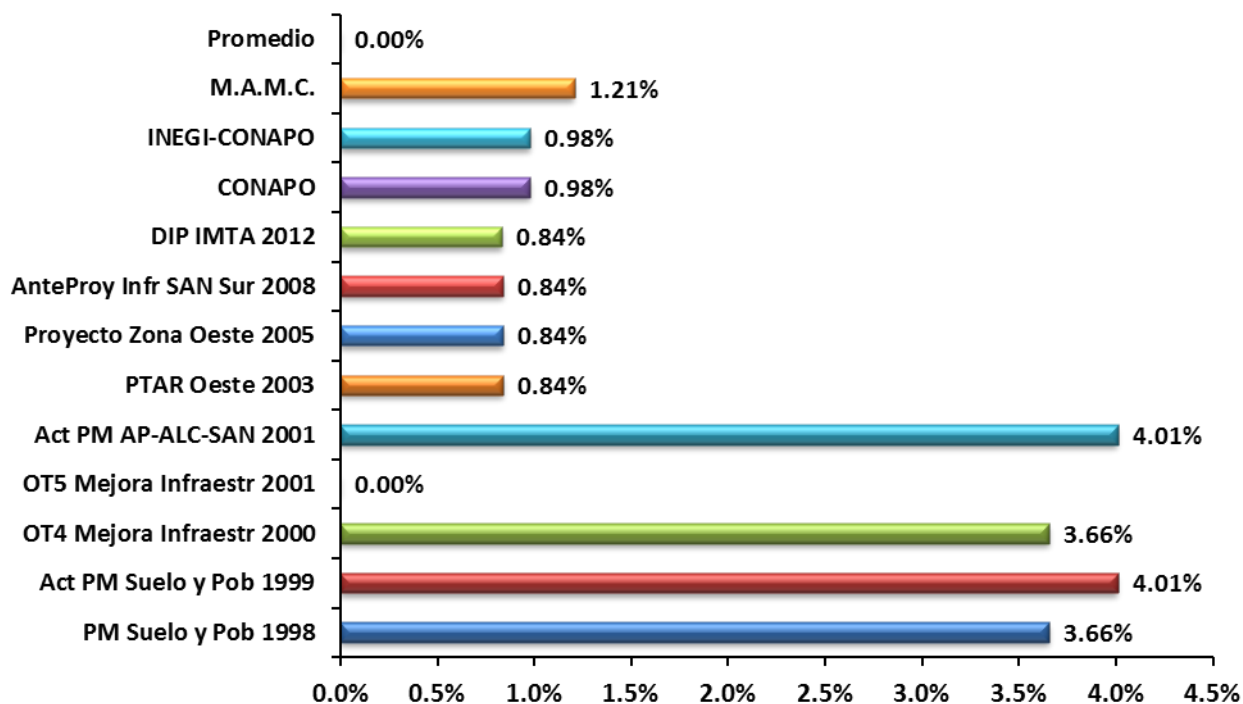


Figura 31. Tasas de crecimiento del periodo 2010 - 2014

El resultado del análisis de prospección fue puesto a consideración de la JAD, las dependencias Normativas como la CONAGUA y las contratantes COCEF y NADBANK, tomándose el acuerdo de utilizar como dato de población el que proviniera de información e instituciones oficiales, por lo que se seleccionó como población actual 2014 el resultado arrojado por la proyección de población de la CONAPO; es decir: **479,851 habitantes con una tasa promedio anual de 1.13%**, ligeramente inferior a la última registrada en el Censo de Población y Vivienda 2010 por el INEGI, que fue de 1.14

2.2. Análisis de la Demanda

El objetivo principal en este apartado es determinar la demanda de agua potable actual en la ciudad de Matamoros, a partir de la definición de los consumos unitarios “corregidos” para cada uno de los diferentes usuarios del servicio, obtenidos a partir de los consumos facturados sin corregir (autorizados medidos y no medidos), más todos los consumos no controlados por la JAD entre los que se encuentran las pérdidas comerciales (error de precisión de micromedidores, error por la incidencia en toma de lecturas, error de estimación de cuota fija, consumos no medidos autorizados, entre otros) y las pérdidas aparentes (clandestinaje).

Para lograr lo anterior es necesario realizar un **Balance de Agua**², que es una técnica para auditar detalladamente la forma de administrar el suministro y el consumo de agua de un sistema, dentro del cual,

² Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable- CONAGUA



se establece con suficiente proximidad tanto el volumen realmente consumido por parte de los usuarios del servicio como las pérdidas reales o fugas dentro del sistema.

Con el propósito de efectuar el balance se analizó la información proporcionada por la JAD, para dictaminar sobre el agua no contabilizada o facturada, discriminando en este análisis las pérdidas aparentes de las reales y de los consumos no medidos autorizados.

En la siguiente figura se presenta un esquema donde puede identificarse y comprenderse claramente el significado de cada uno de los conceptos que tienen que ver con la eficiencia física y el agua no contabilizada en un sistema de agua potable, de acuerdo a lo establecido por la CONAGUA.

Volumen Suministrado (corregido)	Pérdidas Potenciales	Fugas en tomas domiciliarias	Pérdidas Reales	Volumen No Facturado (ANC)	Volumen de Fugas	
		Fugas en tuberías				
		Fugas en cajas				
		Usos Clandestinos				
	Pérdidas Identificadas (Comerciales)	Errores de exactitud en medición	Pérdidas Aparentes			
		Errores de estimación de cuotas fijas				
		Errores por incidencias en lecturas				
		Fugas reparadas				
	Consumos No Medidos Autorizados	Escuelas y oficinas de Gobierno	Consumos Medidos y No Medidos Autorizados			Volumen Consumido
		Parques públicos				
		Procesos de Plantas				
		Incendios y otros				
	Consumos Medidos Autorizados	Usuarios cuota fija	Consumos Medidos y No Medidos Autorizados			Volumen Facturado
Consumos de usuarios medidos						

Figura 32. Esquema de Eficiencias de un O.O.

En este esquema se observa que el agua no contabilizada o no facturada tiene diversos orígenes entre los cuales podemos señalar:

- **Los volúmenes no medidos autorizados** entre los que se encuentran las oficinas gubernamentales, escuelas y centros deportivos públicos, apoyo con agua de pipas a colonias irregulares, agua utilizada en los procesos de potabilización, riego de parques y jardines, descuentos o cancelación de la facturación a trabajadores del organismo, apoyos o compromisos políticos, entre otros.
- **Las pérdidas identificadas o comerciales** entre las que se encuentran los errores en la facturación por la imprecisión de los micromedidores; la errónea asignación de un consumo mensual a los usuarios que están bajo el régimen de cuota fija; el error de facturación por la falta o inapropiada toma de lectura de los micromedidores (incidencias), entre otros.
- **Las pérdidas potenciales** entre las que se encuentran en primer lugar las pérdidas reales o fugas en tomas, red y válvulas y el claudestinaje.



Es importante señalar que dentro de este esquema de eficiencia se considera como agua no medida autorizada al consumo de los usuarios que están bajo el régimen de cuota fija, sin embargo, estos son parte de los volúmenes facturados que están reportados por el Sistema Comercial del Organismo Operador.

Con el esquema anterior, se puede comprender mejor el concepto del agua no contabilizada o no facturada, que representa el complemento de la eficiencia física, entendiéndose esta última como el cociente del volumen de agua facturado entre el volumen de agua producido³.

$$(\%)Efis = \frac{\text{Volumen facturado}}{\text{Volumen producido}} = \%$$

En relación con lo anterior se presenta en los siguientes apartados el análisis y los resultados obtenidos en el **Balance de Agua**, realizado como ya se mencionó para determinar y dirimir las pérdidas en el sistema de agua potable que opera la JAD, adecuado a un periodo específico que corresponde al comprendido entre los meses de mayo del 2014 a abril de 2015 (12 meses), de los cuales fueron proporcionados los registros para su evaluación.

Estimación de Consumos medidos autorizados y no medidos autorizados (Cuota Fija) sin corregir

Con el objeto de establecer los volúmenes de agua medidos autorizados que corresponden a los consumos de los usuarios que cuentan con medidor domiciliario, sean del tipo domésticos o no domésticos y los no medidos autorizados que corresponden a los usuarios que no cuentan con medidor, se requirió de recopilar, analizar y evaluar los registros de facturación del periodo señalado que el área Comercial y de Informática de la JAD proporcionó.

Es importante señalar que estos valores de consumos medidos autorizados y no medidos autorizados pueden tener errores por las muy diversas causas señaladas en párrafos anteriores, las cuales se refieren principalmente a errores de precisión de los micro-medidores, incidencia en la toma de lecturas y errónea asignación de consumos a los usuarios de cuota fija, por lo que deben ser considerados como **consumos medidos autorizados sin corregir y consumos no medidos autorizados sin corregir**.

Con miras a conocer los consumos medidos y no medidos autorizados, es necesario en primer lugar presentar los datos del padrón de usuarios del periodo en cuestión (mayo del 2014 a abril de 2015), registrados por la JAD.

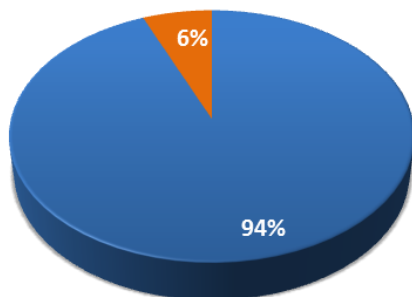
Al cierre de este periodo la JAD registro un total de **155,079 tomas**, de las cuales el 93.7% son de tipo doméstico; el 5.2% son de tipo comercial; el 0.3% son de tipo Servicio Público y el 0.8% son de tipo Industrial. En la siguiente tabla y figuras se muestra la distribución que tienen en el padrón los usuarios del servicio de agua potable, así como el número de ellos que se encuentran bajo el régimen de servicio medido, los cuales en conjunto suman **90,421**, que representan el **58.3%** del total usuarios, siendo esta la cobertura de micromedición (MIC-tot).

³ Programa de Seguimiento de Indicadores de Gestión para Cumplimiento de Metas de Eficiencia Global- CONAGUA



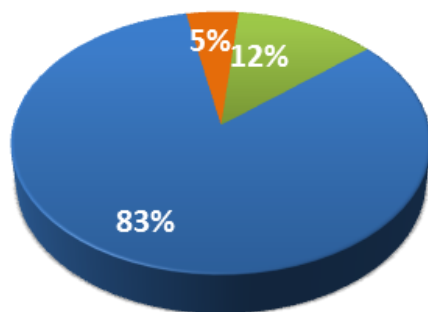
Tabla 27. Padrón de Usuarios de la JAD (a abril 2016)

Tipo de Usuario	Tomas SM	Tomas CF	Total Tomas
Doméstico	82,740	62,554	145,294
Doméstico	82,740	62,554	145,294
Comercial	6,275	1,852	8,127
Gobierno	325	126	451
Industrial	1,081	126	1,207
No Domésticos	7,681	2,104	9,785
Prom. Anual	90,421	64,658	155,079



■ Doméstico ■ No Domésticos

Figura 33. Usuarios Domésticos y no domésticos



■ Comercial ■ Serv. Público ■ Industrial

Figura 34. Usuarios no domésticos

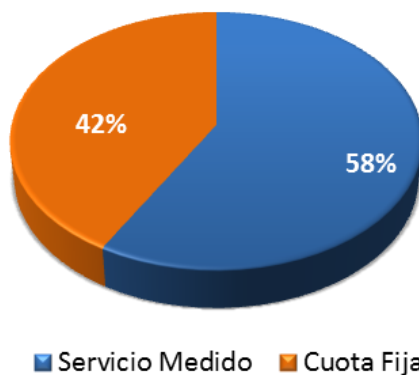


Figura 35. Usuarios por régimen de facturación

Por lo que se refiere a los volúmenes medidos autorizados que corresponden a los usuarios que están bajo el régimen de servicio medido (SM) y los volúmenes no medidos autorizados que corresponden a los usuarios que están bajo el régimen de cuota fija (CF), que en conjunto suman el volumen total facturado por la JAD, de mayo de 2014 a abril de 2015, a continuación se presenta en las siguientes tablas y figuras un resumen de dichos volúmenes medidos autorizados y no medidos autorizados, así como su comportamiento en el tiempo, con la observación de que la información corresponde a promedios del periodo de análisis, es decir de un año y no corresponden al cierre del periodo.

Tabla 28. Resumen de Consumos medidos autorizados (Servicio Medido) mayo 2014 – abril 2015

Tipo de Usuario	Tomas Promedio	Volumen Facturado (Hm ³)	Consumo Facturado Toma/mes	Consumo Promedio L/hab/día L/uso/día
Doméstico	82,655	13.65	13.8	136
Comercial	6,265	1.57	20.9	687
Servicio Público	325	0.43	109.0	3,585
Industrial	1,077	2.05	158.4	5,209
Suma/promedio	90,322	17.70	16.33	162

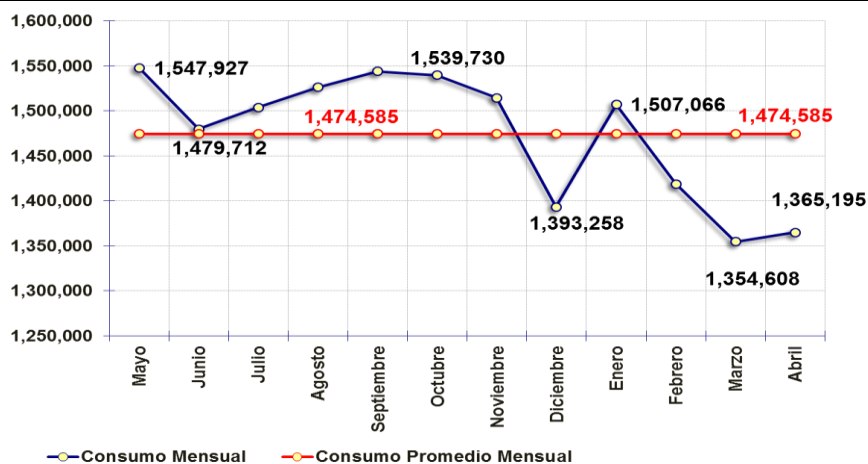


Figura 36. Histograma de consumo de los usuarios de servicio medido mayo 2014 – abril 2015



Tabla 29. Resumen de consumos no medidos autorizados (Cuota Fija) mayo 2014-abril 2015

Tipo de Usuario	Tomas Promedio	Volumen Facturado (Hm ³)	Consumo Facturado Toma/mes	Consumo Promedio L/hab/día L/uso/día
Doméstico	61,946	27.30	36.7	364
Comercial	1,843	0.81	36.4	1,198
Servicio Público	124	0.06	38.4	1,262
Industrial	121	0.11	73.2	2,407
Suma/promedio	64,035	28.27	36.8	365

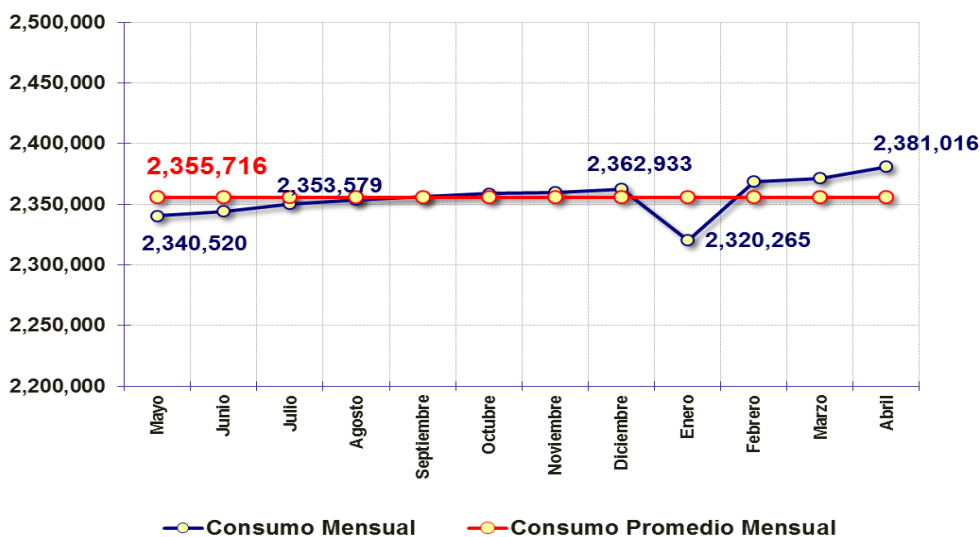


Figura 37. Histograma de consumos de usuarios de cuota fija mayo 2014-abril 2015

Tabla 30. Resumen de consumos facturados totales medidos y no medidos autorizados mayo 2014-abril 2015

Tipo de Usuario	Tomas Promedio	Volumen Facturado (Hm ³)	Consumo Facturado Toma/mes	Consumo Promedio L/hab/día L/uso/día
Doméstico	144,601	40.95	23.6	234
Comercial	8,108	2.38	24.4	804
Servicio Público	449	0.48	89.4	2,942
Industrial	1,199	2.15	149.7	4,925
Suma/promedio	154,356	45.96	24.81	246

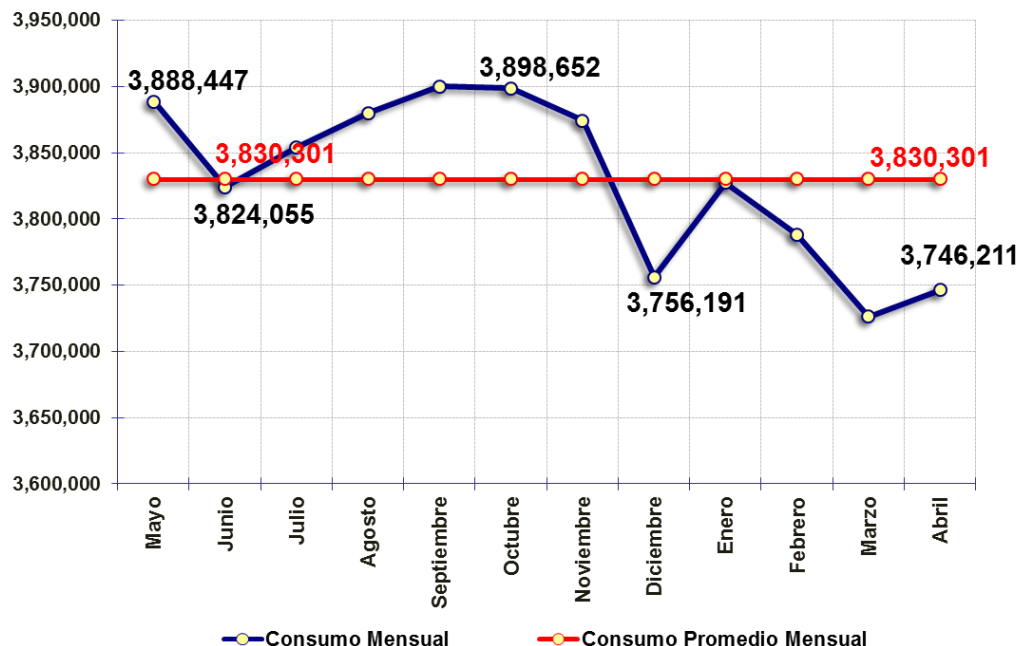


Figura 38. Histograma de consumos de usuarios medidos y no medidos autorizado mayo 2014-abril 2015

En resumen, se tiene que el volumen medido y no medido autorizado en el periodo evaluado fue de **45,963,614 m³/año**, lo cual representa un consumo promedio ponderado por toma de **24.81 m³/toma/mes** y un consumo unitario per-cápita de **246 L/hab/día**.

A continuación se presentan en las siguientes tablas los resúmenes de los volúmenes facturados por régimen de consumo (SM y CF) y tipo de usuario (doméstico y no doméstico); para mayor detalle del padrón de usuarios consultar el Anexo 3.

Tabla 31. Volumen Facturado por régimen y tipo de usuarios

Tipo de Usuarios	No. de Usuarios	Consumo m ³ /año	L/s
Doméstico (SM)	82,655	13,651,747	433
No Doméstico (SM)	7,667	4,043,270	128
Suma (SM)	90,322	17,695,017	561
Doméstico (CF)	61,946	27,299,289	866
No Doméstico (CF)	2,089	969,308	31
Suma (CF)	64,035	28,268,597	896
Total	154,356	45,963,614	1,457

Por lo tanto, de los registros de facturación de la JAD respecto a los consumos medidos y no medidos autorizados se puede señalar lo siguiente:

- El **volumen consumido medido autorizado** en el periodo de análisis correspondiente a los 90,322 usuarios que están bajo el régimen de **servicio medido** fue de **17,695,017 m³ (17.7 Hm³/año)**, que representan el **38.5%** de volumen total facturado.



- El **volumen consumido no medido autorizado** en el mismo periodo correspondiente a los 64,035 usuarios que están bajo el régimen de **cuota fija** fue de **28, 268,597 m³ (28.2 Hm³/años)** que representa el **61.5%** del volumen facturado.
- En el Servicio Medido el 77% del consumo facturado corresponde a usuarios domésticos que representan el 92% del padrón y el 23% del consumo facturado corresponde a usuarios no domésticos que representan el 8% del padrón.

En resumen:

- ✓ Se factura un total de **45.96 Hm³** al año que representan el **74.2%** del volumen que se produce y se entrega a la ciudad anualmente y de este el 28.5% corresponde a usuarios que están bajo el régimen de servicio medido.
- ✓ El consumo promedio de los usuarios domésticos bajo el régimen de servicio medido es de **13.8 m³ al mes**, que representan un consumo por habitante de **136 L/hab/día**.
- ✓ El consumo promedio de los usuarios no domésticos bajo el régimen de servicio medido es de **43.9 m³ al mes**, que representan un consumo por uso en promedio de **1,446 L/uso/día**.
- ✓ El consumo promedio ponderado por habitante incluyendo todos los usos del servicio medido es de **16.3 m³ al mes**, que representa un consumo por habitante de **162 L/hab/día**.
- ✓ El consumo promedio de los usuarios domésticos bajo el régimen de cuota fija es de **36.7 m³ al mes**, que representan un consumo por habitante de **364 L/hab/día**.
- ✓ El consumo promedio de los usuarios no domésticos bajo el régimen de cuota fija es de **38.7 m³ al mes**, que representan un consumo por uso en promedio de **1,272 L/uso/día**.
- ✓ El consumo promedio ponderado por habitante incluyendo todos los usos del cuota fija es de **36.8 m³ al mes**, que representa un consumo por habitante de **365 L/hab/día**.
- ✓ Como se puede observar, los consumos unitarios de los usuarios que están en el régimen de servicio medido, son significativamente inferiores a los consumos estimados en los usuarios de cuota fija, lo cual representa una sobre - estimación de los consumos de estos últimos usuarios, que se ve reflejado en una sobre facturación que representan **14.57 Hm³/año**, lo que se traduce en “pérdidas negativas” en el volumen consumido y así será considerado en el balance de agua.

Estimación de Consumos no medidos autorizados (adicionales a los de Cuota Fija)

Adicionalmente a los volúmenes no medidos autorizados de los usuarios que están bajo el régimen de cuota fija, concurre únicamente otro consumo de agua sin medición, que está autorizado por la JAD:

- Donaciones con Pipa a Comunidades.
- Suministro a: *Vactors*, Parques y Jardines, Bomberos y Dependencias.
- Suministro de Agua a Particulares



Los volúmenes de agua no medidos autorizados correspondientes a estos rubros se estimaron con base a los registros del periodo en cuestión (2014 – 2015) de la JAD. Con esta información se ajustarán los resultados de las pérdidas potenciales de agua en el sistema.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de dichos volúmenes no medidos autorizados durante un año.

Tabla 32. Volumen no medido autorizado en el 2014

Uso	m ³ /año	L/s
Donaciones con Pipa a Comunidades.	11,614	0.4
Suministro a: Vactors, Parques y Jardines, Bomberos y Dependencias.	52,719	1.7
Suministro de Agua a Particulares	128,916	4.1
Suma	193,249	6.1

De la tabla anterior se concluye que la JAD tiene autorizado y no medido un volumen consumido de **193,249 m³ al año**, lo que representa que se dejan de facturar al año por este concepto un volumen de **0.19 Hm³** que representan el **0.31%** del volumen producido.

Estimación de Pérdidas Identificadas o Comerciales

En el esquema presentado al inicio de este capítulo se observa que las pérdidas identificadas conocidas como pérdidas comerciales son consumos de agua que los usuarios realizan pero que la JAD no los cuantifica por diversas causas, entre las que se puede mencionar: errores de exactitud en los micro-medidores, errores de asignación de consumos a usuarios de cuota fija, errores de facturación por las incidencias en las tomas de lectura, así como los usuarios fraudulentos con usos distintos al contratado.

Errores de exactitud de los medidores

De los resultados de campo del Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral (DIP) de la JAD realizado en 2013, se desprende que la eficiencia global de micro-medición es del **94.25%**, la cual no es muy aceptable y significa que se está sub-midiendo el **5.75%**, que representan **1, 079,317 m³ al año**, los cuales no se están contabilizando o facturando. Esto representa que en un año se facturó un volumen de **17.70 Hm³ al año**, debiéndose de haber facturado **18.77 Hm³ al año**, lo que representa que se dejaron de facturar al año por error de precisión de los aparatos un volumen de **1.08 Hm³** que representan el **1.74%** del volumen producido.

Errores de asignación de consumos a usuarios de cuota fija

Se llevó a cabo la comparación entre los consumos unitarios asignados a los usuarios de cuota fija y los obtenidos a partir de los registros de servicio medido incrementándolos un 20% debido a que los usuarios que no cuentan con un aparato de medición son más propensos al despido de agua en sus actividades cotidianas.

De esta manera se procedió a calcular los errores en asignación de cuota fija y el volumen no facturado por este tipo de errores, el cual para el caso de la JAD es a favor; esto quiere decir que los usuarios en régimen de cuota fija -particularmente los domésticos que son el mayor porcentaje- tienen un consumo asignado



superior al consumo real promedio registrado en los usuarios con servicio medido. Este error a favor equivale a un volumen anual de **14.57 Hm³** lo que representa el **23.5%** del volumen producido.

Tabla 33. Error de asignación de consumo a usuarios de cuota fija

Tipo de Usuario	Clasificación	No. de Tomas Total	Consumo total en el periodo del Balance	Consumo Unitario Asignado m ³ /mes	Consumo Unitario Valorado y Corregidos m ³ /mes	Error de consumo unitario en cuota fija %	Volumen de agua no contabilizado por error de cuota fija	Consumo real de los usuarios de Cuota Fija
Domésticos	Doméstico	61,946	27,299,289	36.7	17.01	115.9%	-14,653,787	12,645,502
	Suma	61,946	27,299,289				-14,653,787	12,645,502
No Doméstico	Comercial	1,843	805,441	36.4	25.7	41.9%	-237,835	567,606
	Servicio	124	57,257	38.4	133.8	-71.3%	142,432	199,689
	Industrial	121	106,610	73.2	194.5	-62.4%	176,775	283,385
	Suma	2,089	969,308				81,372	1,050,680
Total		64,035	28,268,597	36.8	213.9	106.4%	-14,572,416	13,696,181

Errores de tomas de lectura a usuarios de servicio medido

Con la información de los trabajos de campo del DIP se obtuvo el consumo unitario de los diferentes usuarios que al compararse con los consumos registrados en la medición existe una ligera diferencia, por lo que se calculó que no se está facturando por errores de lectura un volumen de **0.09 Hm³ al año**, que representan el **0.14%** del volumen que se produce.

Errores de facturación por las incidencias en las tomas de lectura

La JAD proporcionó información respecto al número de incidencias en la toma de lecturas de los medidores dentro del periodo de análisis, siendo estas 126,880 incidencias, en las cuales se les asigna a estas cuentas un consumo promedio correspondiente a los dos últimos meses, lo que genera que se deja de facturar por las incidencias en la toma de lecturas un volumen de **0.19 Hm³** que representan el **0.31%** del volumen producido.

Finalmente se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los análisis de cada una de las pérdidas identificadas y eliminadas conocidas como pérdidas comerciales, en dos versiones, la primera considera el error de asignación de cuota fija que como ya se dijo resulta a favor de la JAD y en la segunda se considera separar este error para poder reconocer el volumen de agua no contabilizada en las pérdidas comerciales, ya que en la primera versión estas son suprimidas por el error de asignación de consumos a usuarios de cuota fija:

Tabla 34. Resumen de pérdidas identificadas o comerciales en el sistema

Pérdidas identificadas	Volumen no facturado Hm ³ /año	Caudal no contabilizado L/s	Agua No Contabilizada %
Error de precisión en los micromedidores	1.08	34.2	1.74%
Incidencias en las lecturas	0.19	6.0	0.31%
Error de lecturas	0.09	2.7	0.14%
Error de asignación de consumo a usuarios de CF	-14.57	-462.1	-23.51
Suma Pérdidas Identificadas o Comerciales	-13.22	-419.1	-21.32%



Tabla 35. Resumen de pérdidas identificadas o comerciales en el sistema (sin el error de asignación de consumos a usuarios de cuota fija)

Pérdidas identificadas	Volumen no facturado Hm ³ /año	Caudal no contabilizado L/s	Agua No Contabilizada %
Error de precisión en los micromedidores	1.08	34.2	1.74%
Incidencias en las lecturas	0.19	6.0	0.31%
Error de lecturas	0.09	2.7	0.14%
Suma Pérdidas Identificadas o Comerciales	1.36	42.9	2.19%

Estimación de Pérdidas Potenciales

La definición de las pérdidas potenciales se establece como un volumen de agua que ha sido suministrada a la red de distribución y que por un lado se desperdicia en fugas permanentes que no han sido detectadas y, por otro, en agua que es consumida por los usuarios pero que el organismo no tiene control de ella⁴.

Las pérdidas potenciales en el periodo de análisis del balance de agua se obtienen con la siguiente ecuación:

$$Vol_{ep} = Vol_{sumacorr} - Vol_{masc} - Vol_{nma} - Vol_{peridel}$$

Dónde:

Vol_{ep} = Volumen estimado de pérdidas potenciales (m³)

$Vol_{sumacorr}$ = Volumen de suministro total de agua corregido (m³)

Vol_{masc} = Volumen consumido medido total autorizado sin corregir (m³)

Vol_{nma} = Volumen consumido total no medido autorizado (m³)

$Vol_{peridel}$ = Volumen de pérdidas totales identificadas y eliminadas (m³)

La ecuación anterior muestra que las pérdidas potenciales totales representan el volumen de agua que ingresa al sistema de distribución pero se desconoce su uso y destino final.

En la siguiente tabla se presenta el resultado del cálculo realizado para determinar las pérdidas potenciales dentro del sistema que opera la JAD.

Tabla 36. Pérdidas potenciales

Conceptos	Hm ³ /año	L/s	%
Volumen Suministrado (ajustado)*	61.98	1,965.4	100.0%
Consumo Medido Autorizado sin corregir	17.70	561.1	28.6%
Consumo No Medido Autorizado	28.46	902.5	45.9%
Pérdidas Identificadas y eliminadas	-13.22	-419.1	-21.32%
Pérdidas potenciales	29.04	920.9	46.9%

*Nota: Ver apartado de volumen producido ajustado.

⁴ Manual de incremento de eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable de la CONAGUA.



Como se observa las pérdidas potenciales son de **29.04 Hm³** al año, que representan el **46.9%** del agua suministrada, porcentaje alto que engloba tanto las fugas existentes en el sistema de distribución (pérdidas reales), como los usos no controlados producto del clandestinaje (pérdidas aparentes).

En algunos casos basta con este cálculo para determinar las pérdidas totales en un sistema de abastecimiento, sin llegar a discriminar cuánto volumen de esta agua corresponde a fugas (pérdidas reales) y cuánta a usos no controlados (pérdidas aparentes). Sin embargo, en este estudio aplicaremos una metodología implementada por el IMTA y adoptada por la CONAGUA para determinar el volumen de agua perdido en el sistema de distribución con el fin de determinar el porcentaje de pérdidas físicas que es indispensable conocer para calcular la demanda de agua de la población.

Estimación de Pérdidas Reales

Para el caso de este estudio se procedió a establecer un escenario de la integración o composición de las pérdidas potenciales, partiendo de una consideración o suposición respecto a las pérdidas aparentes o consumos no controlados por el organismo, mejor conocido como clandestinaje, que se encuentra sobre todo en los asentamientos irregulares que se abastecen de tomas largas conectadas a la red de distribución más cercana, que sin duda existen en el sistema de distribución que opera la JAD.

Esta información no está disponible en el DIP, por lo que fue necesario considerar datos de Organismos Operadores similares donde esta pérdida representa entre el 2 y el 5% de la producción, adoptándose un volumen de **2.5 Hm³** al año, que representan el **4.0%** del volumen producido.

Una vez estimado el volumen de las pérdidas aparentes, se procedió a determinar el volumen de las pérdidas reales, cuyo valor lo define la diferencia entre las pérdidas potenciales y las pérdidas aparentes.

Recuperando los valores estimados en los apartados previos, se tiene lo siguiente.

Tabla 37. Volúmenes de Pérdidas Reales en el Sistema de Distribución

Conceptos	Hm ³ /año	L/s	%
Pérdidas potenciales	29.0	920.9	46.9%
Pérdidas aparentes o clandestinaje	2.5	79.3	4.0%
Pérdidas Reales	26.5	841.6	42.8%

Como se observa en la tabla anterior, el volumen de pérdidas reales o físicas es de **26.5 Hm³** al año que representan el **42.8 %** del volumen producido.

Conocido el volumen total perdido en el sistema de distribución (pérdidas reales o físicas) se procedió a calcular qué cantidad de este se pierde en las tomas y qué cantidad en la red de distribución, tal y como se establece en la metodología del IMTA y la CONAGUA, señalado anteriormente y descrito con mayor puntuación en los párrafos siguientes.

Obtención del caudal perdido por tomas con fugas.

Con información del DIP, en cuanto al porcentaje de ocurrencia de fugas, el caudal promedio perdido por toma con fuga y el porcentaje de utilización de la red, en la siguiente tabla se presenta el cálculo del caudal



perdido en el sistema de distribución por las fugas en las tomas, así como el porcentaje que representa del caudal suministrado al sistema.

Tabla 38. Caudal perdido en las tomas

No. de Tomas	% de Ocurrencia de Fugas	No. de Tomas con Probabilidad de Fuga	Caudal Prom. Perdido en Tomas con Fuga	Caudal Perdido por Fugas en Servicio Continuo L/s	% de Utilización de la Red	Caudal Perdido por Fugas en Servicio L/s	% de Perdidas del Gasto Total Producido
154,356	8.50%	13,120	0.0385	504.5	98%	494.4	25.2%

De acuerdo con los resultados obtenidos se pueden establecer lo siguiente:

- Existen en el sistema **13,120** tomas con probabilidad de fuga.
- El gasto total que se puede perder por fugas en las tomas en servicio continuo es de **504.5 L/s**.
- El gasto total perdido en las tomas con fuga del sistema, bajo las condiciones actuales de operación es de **494.4 L/s** que representan el **25.2 %** del caudal suministrado.

De esta manera se tiene que existe un volumen que no se cuantifica de **15.6 Hm³** al año, debido a que se pierde antes de llegar a los usuarios del servicio, por las fugas que existen actualmente en las tomas domiciliarias.

Fugas en la red de distribución

El cálculo del volumen perdido en la red de distribución es el resultado de la diferencia entre el volumen total de las pérdidas reales y el obtenido de las pérdidas en las tomas domiciliarias.

De lo antedicho se desprende que el volumen perdido en la red de distribución es de **10.95 Hm³** al año, es decir **347.3 L/s** que representan el **17.7 %** del total del agua suministrada, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 39. Caudal perdido en la red de distribución

Distrito Hidrométrico	Volumen Total Suministrado Hm ³ /año	Volumen Total Consumido Hm ³ /año	Volumen de Pérdidas Reales Hm ³ /año	Volumen Perdido por Fugas en Tomas Hm ³ /año	Volumen Perdido en Red de Dist. Hm ³ /año	Caudal Perdido por Fugas en Red de Dist. L/s	% de Perdidas del Gasto Total Suministrado
Sistema de Distribución	61.98	35.44	26.54	15.6	10.95	347.3	17.7%

En resumen, en el sistema de distribución se pierden por fugas **26.54 Hm³/año (42.82%)**, de los cuales **15.6 Hm³/año (25.2%)** se pierden en las tomas con fuga y **10.95 Hm³/año (17.7%)** se pierden en la red de distribución.



Determinación de la Eficiencia Física

En este apartado se presenta un resumen de los resultado del balance de agua que como ya se ha mencionado es la técnica para diagnosticar la eficiencia física y el agua no contabilizada, disgregada ésta última en los consumos no medidos autorizados excluyendo de estos los correspondientes a los consumos de cuota fija, las pérdidas identificadas y eliminadas y las pérdidas potenciales, subdivididas estas últimas en las pérdidas aparentes (clandestinaje) y las pérdidas reales (fugas en tomas y en red de distribución).

Con relación a lo anterior se tiene que la eficiencia física se mide en porcentaje y es el tanto por ciento del volumen vendido o facturado a los usuarios con respecto al volumen de agua producida⁵. Para lo cual, el volumen de agua vendido se debe tomar de los registros mensuales de facturación de la JAD, tanto de los usuarios de servicio medido como de cuota fija, los cuales deben de arrojar el total de los metros cúbicos vendidos en el periodo de análisis del balance de agua (mayo 2014 a abril 2015). La fórmula con la que se obtiene la eficiencia física de un Organismo Operador es la siguiente:

$$(\%)Efis = \frac{\text{Volumen facturado}}{\text{Volumen producido}} = \%$$

Se tiene entonces que el volumen facturado por la JAD durante todo el periodo analizado, respecto a sus **154,356** usuarios registrados en su padrón (promedio anual), es de **45, 963,614 m³**, menos la sobrefacturación de los usuarios de cuota fija, la cual se calculó en **14, 572,416 m³**, nos da un volumen facturado ajustado de **31, 391,198 m³**.

Por lo que toca al volumen producido – suministrado en el apartado de Infraestructura se presenta una amplia y completa evaluación del mismo, por lo que en este apartado sólo mencionaremos que el volumen suministrado ajustado es de **61, 982,078 m³**.

De acuerdo con lo expresado en párrafos anteriores la **eficiencia física del sistema de agua potable de Matamoros, Tamaulipas, es del 50.6% y el Agua No Contabilizada (ANC) o no facturada que es el complemento de la eficiencia física es del 49.4%**, incluidas en esta última tanto los volúmenes no medidos autorizados (excluyendo los de cuota fija), las pérdidas identificadas y eliminadas y las pérdidas potenciales.

Con el objetivo de resumir el análisis con el cual se disgregó el agua no contabilizada se presenta a continuación una tabla resumen del balance de agua realizado en este apartado y que fue descrito ampliamente en los sub apartados anteriores.

Tabla 40. Resultados del Balance de Agua en el Sistema de Abastecimiento

Conceptos	Hm ³ /año	L/s	%
Volumen Suministrado			
Volumen Suministrado (ajustado)	61.98	1,965.4	100%
Volumen Suministrado	61.98	1,965.4	100%
Volumen Consumido (medido o no medido)			
Consumo Medido Autorizado sin corregir	17.70	561.1	28.55%

⁵ Programa de Seguimiento de Indicadores de Gestión para Cumplimiento de Metas de Eficiencia Global.- CONAGUA.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Conceptos	Hm ³ /año	L/s	%
Consumo No Medido Autorizado (cuota fija)	28.27	896.4	45.6%
Error de asignación de cuota fija	-14.57	-462.1	-23.51%
Total de Volumen Facturado	31.39	995.4	50.6%
Consumo No Medido Autorizado (varios)	0.193	6.1	0.31%
Total Volumen Consumido Autorizado	31.58	1,001.5	51.0%
Pérdidas identificadas (Comerciales)			
Error de precisión en los micromedidores	1.08	34.2	1.74%
Incidencias en las lecturas	0.19	6.0	0.31%
Error de lecturas	0.09	2.7	0.14%
Total de pérdidas identificadas	1.36	43.0	2.19%
Pérdidas Potenciales			
Fugas en Tomas	15.59	494.4	25.2%
Fugas en Red y cajas	10.95	347.2	17.7%
Total de Pérdidas Reales (Físicas)	26.54	841.63	42.82%
Usos clandestinos	2.50	79.3	4.0%
Agua No Contabilizada (ANC)	30.59	970.0	49.4%

En la siguiente figura se presenta el resultado final del balance de agua de una manera representativa del recorrido que realiza el agua dentro del sistema de abastecimiento, desde el ingreso o suministro de la misma por parte del O.O. y hasta el ingreso del agua hasta los usuarios, quedándose en el camino una gran cantidad del vital líquido por las pérdidas comerciales y potenciales que habrá que reducir para mejorar la eficiencia física, comercial y global de la JAD.

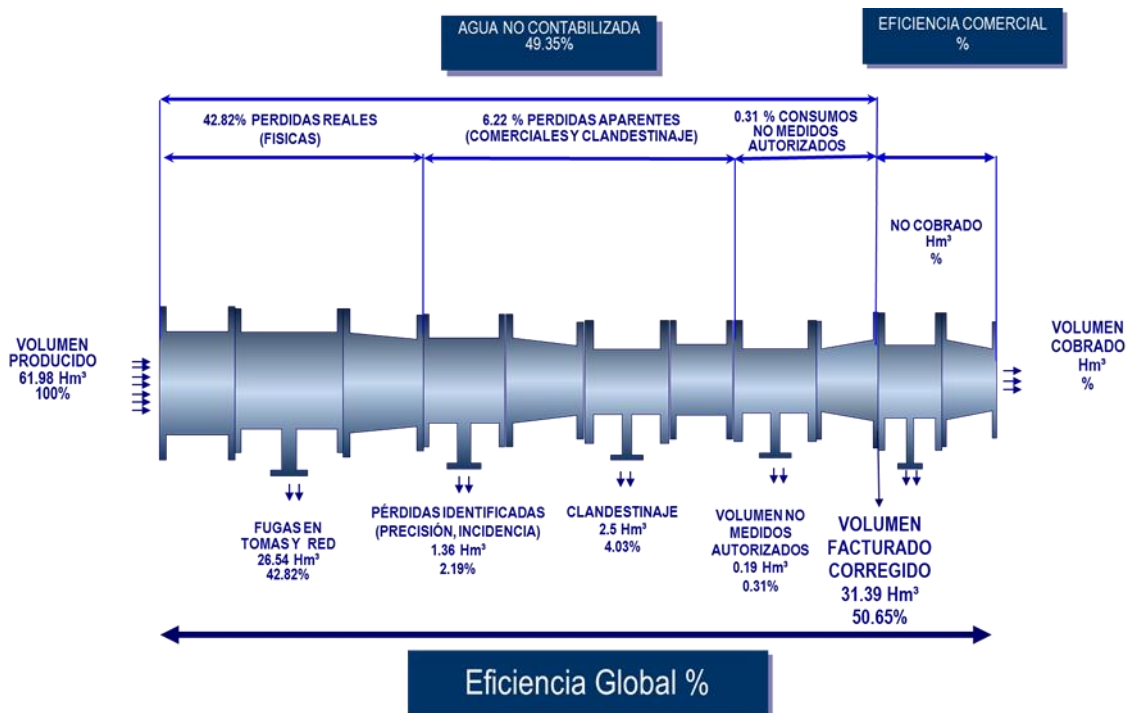


Figura 39. Esquema de Eficiencia Física y Agua No Contabilizada en la JAD



Corrección de consumos unitarios por tipo de usuario

Con base en los resultados obtenidos en el Balance de Agua –donde se determinaron los consumos no medidos autorizados, como las pérdidas comerciales, las pérdidas aparentes y las pérdidas reales se ajustarán los consumos facturados.

En este sentido, se asume que el único volumen de agua que no es consumido es el correspondiente a las pérdidas reales. De esta manera se tiene que del volumen suministrado que es de **61.98 Hm³ al año**, se consumen entre los medidos autorizados, los no medidos autorizados, las pérdidas identificadas y las pérdidas aparentes un volumen de **35.44 Hm³ al año**, y en las pérdidas reales se desperdicia un volumen de **26.54 Hm³ al año**, tal y como se muestra en el anexo 3 y la siguiente figura.

Fugas en tomas domiciliarias	15.59	Pérdidas Potenciales	29.04	Pérdidas Reales	26.54	Volumen No Cobrado ANC	30.59	26.54
Fugas en tuberías	10.95							
Fugas en cajas	0							
Usos Clandestinos	2.50	Pérdidas Comerciales	1.36	Pérdidas Aparentes	3.86	Volumen No Cobrado ANC	30.59	35.44
Errores de exactitud en medición	1.0792							
Errores de asignación de cuota fija	-14.57							
Errores de facturación por incidencias	0.28							
Fugas reparadas	0.00	Consumos No Medidos Autorizados	13.89	Consumos Registrados y No Registrados	0.19	Volumen Facturado corregido (Eficiencia Física)	31.39	31.39
Escuelas y oficinas de Gobierno	0.00							
Parques, plazas y albercas municipales	0.05							
Pipas	0.14							
Incendios, Empleados, PTAR	0.00							
Usuarios cuota fija	13.70	Consumos Medidos Autorizados	17.70	Consumos Registrados y No Registrados	31.39	Volumen Facturado corregido (Eficiencia Física)	31.39	31.39
Consumos de usuarios medidos	17.70							

Figura 40. Resumen de los resultados del Balance de Agua

En virtud de que el volumen realmente consumido es inferior al facturado “ajustado”, es necesario corregir los consumos unitarios para que de manera global se llegue al volumen realmente consumido de **35.44 Hm³ al año**.

En la siguiente tabla se presenta por tipo de usuario los volúmenes facturados y los consumos unitarios sin corregir, así como los volúmenes facturados y los consumos unitarios corregidos.

Tabla 41. Consumos Unitarios corregidos

Usuario	Volumen Consumido (Hm ³ /año)		Consumo Unitario (m ³ /toma/mes)		Consumo Unitario (L/hab/día) (L/uso/día)	
	Sin Corregir	Corregido	Sin Corregir	Corregido	Sin Corregir	Corregido
Doméstico	40,948,238	31,573,270	23.6	18.2	234	180
Comercial	2,378,000	1,833,565	24.4	18.8	804	620
Servicio Público	482,521	372,050	89.4	69.0	2,942	2,269
Industrial	2,154,805	1,661,469	149.7	115.5	4,925	3,798



Usuario	Volumen Consumido (Hm ³ /año)		Consumo Unitario (m ³ /toma/mes)		Consumo Unitario (L/hab/día) (L/uso/día)	
	Sin Corregir	Corregido	Sin Corregir	Corregido	Sin Corregir	Corregido
No Domésticos	5,015,326	3,867,083	42.8	33.0	1,408	1,086
Total / promedio	45,963,564	35,440,354	24.8	20.4	246	202

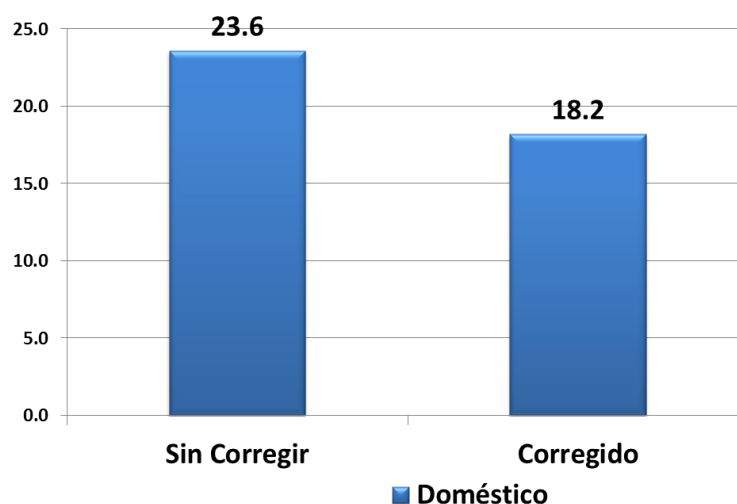


Figura 41. Comparativo de consumos sin corregir y corregidos de usuarios domésticos (m³/toma/mes)

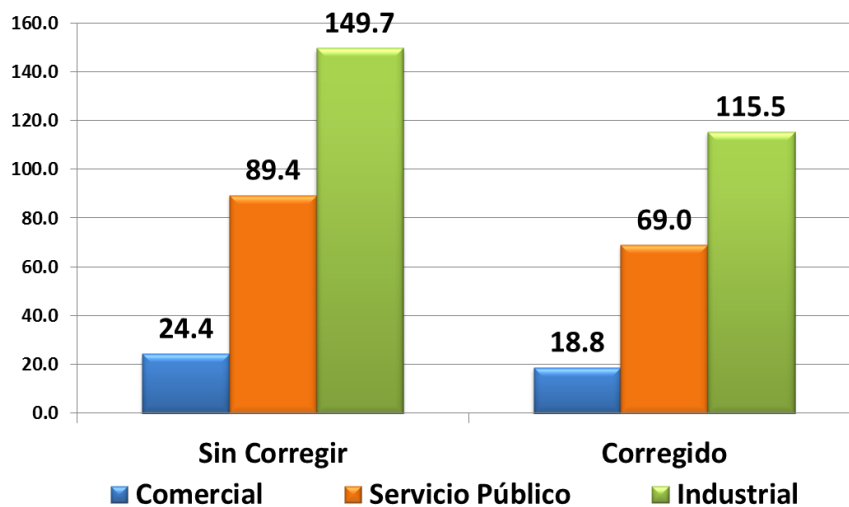


Figura 42. Comparativo de consumos sin corregir y corregidos de usuarios no domésticos (m³/toma/mes)

De esta manera se tiene que el consumo ajustado por toma de acuerdo a los volúmenes realmente consumidos por los usuarios del servicio, resultó de **20.4 m³** por toma al mes incluyendo todos los usos, en lugar de los **24.8 m³** por toma al mes que facturan.

En resumen se tiene que los consumos unitarios “ajustados” que se emplearán en la Actualización del Plan Maestro de Matamoros son:



Tabla 42. Consumos unitarios por tipo de usuario

Tipo de Usuario	Consumo (L/hab/día) (L/uso/día)
Doméstico	180
Comercial	620
Servicio Público	2,269
Industrial	3,798

Demanda actual de agua potable

La demanda de agua potable actual del sistema, se define como la suma de los volúmenes demandados por los usuarios domésticos conectados a la red de distribución; más el volumen demandado por los usuarios potenciales (sin servicio); más el volumen demandado por los sectores no domésticos (industria, comercio y servicio público); más el volumen que se pierde por fugas en el sistema.

De esta manera se procedió a calcular la demanda de agua potable actual con el siguiente procedimiento:

Se determinó la población total atendida por la JAD conforme al análisis presentado anteriormente

Tabla 43. Total de habitantes año 2014

INEGI 2010 y Proyección CONAPO	Habitantes
Población atendida por la JAD	479,851

Fuente: INEGI, CONAPO

Se consideró la cobertura de agua potable, a partir de los resultados definitivos del Censo INEGI 2010, la cual se determinó a partir del número de viviendas con agua entubada dentro del predio entre el número total de viviendas habitadas, resultando del 95.7%.

Como criterio general, se consideró que los habitantes sin servicio tienen un consumo similar al de los habitantes con servicio.

A partir de los dos puntos anteriores, se determinó el número de habitantes con servicio de agua por tipo de usuario y el número de habitantes sin servicio:

Tabla 44. Población con y sin servicio

Tipo de Usuario	Habitantes sin servicio	Habitantes con servicio	Total de Habitantes
Doméstico	20,503	459,348	479,851

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI.

Los consumos por habitante y uso por su parte, resultaron del procedimiento de ajuste o corrección desarrollado en el apartado anterior. Una vez determinado el consumo corregido por tipo de usuario en m³ por toma al mes, se obtuvo el consumo per-cápita por habitante en L/hab/día, a partir del "índice por toma", que es el número de habitantes por cada toma doméstica registrada en el padrón de usuarios del Organismo Operador, de acuerdo con la siguiente ecuación:



$$\text{Índice por toma} = \frac{\text{Habitantes actuales}}{\text{No. de tomas domésticas. prom. anual}}$$

El valor obtenido del “índice por toma”, resultó de **3.32 hab/toma**, siendo este diferente al índice de hacinamiento del Censo 2010 (3.75).

Volumen demandado por los usuarios conectados a la red

Con base en los consumos definidos y la población estimada conectada a la red de agua potable, se calculó la demanda de agua potable promedio anual de los usuarios domésticos, resultando de 275.3 L/s tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 45. Volumen de demanda de usuarios domésticos conectados a la red (promedio anual)

Tipo de Usuario	Consumo (L/hab/día)	Habitantes con servicio	Volumen de demanda anual (hm ³)	Demanda L/s
Doméstico	180	459,348	30.2	958.4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAD

La demanda promedio anual de los usuarios no domésticos por su parte se calculó en:

Tabla 46. Volumen de demanda de usuarios no domésticos (promedio anual)

Tipo de Usuario	Consumo (L/uso/día)	Nº de unidades	Volumen de demanda anual (hm ³)	Demanda L/s
Comercial	620	8,108	1.8	58.1
Servicio Público	2,269	449	0.4	11.8
Industrial	3,798	1,199	1.7	52.7
Total	1,086	9,756	3.9	122.6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAD

Volumen demandado por los usuarios no conectados a la red.

Para los usuarios potenciales, es decir los que no cuentan con un servicio de agua potable y se abastecen a través de cualquier otro medio, la demanda se calculó utilizando los mismos valores de consumo empleados con los usuarios conectados a la red:

Tabla 47. Volumen de demanda de usuarios domésticos potenciales (promedio anual)

Tipo de Usuario	Consumo (L/hab/día)	Habitantes sin servicio	Volumen de demanda anual (Hm ³)	Demanda L/s
Doméstico	180	20,503	1.35	42.8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAD

Volumen de pérdidas físicas

Anteriormente se presentó el balance de agua realizado para determinar el agua no contabilizada (ANC), la cual contienen tanto las pérdidas reales (físicas) como las pérdidas aparentes (comerciales y clandestinaje).

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los resultados obtenidos en dicho Balance.



Tabla 48. Resultado del Balance de Agua

Volumen (Hm ³ /año)		Eficiencia Física %	ANC %	Pérdidas Reales (Físicas) %	Clandestinaje %	Pérdidas Aparentes (Comerciales) %	Autorizado no medido (varios) %
Suministrado	Facturado						
61.98	31.39	50.6%	49.4%	42.8%	4.0%	2.2%	0.31%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAD

Con el valor de las pérdidas reales o físicas presentado en la tabla anterior, se calculó la demanda de agua potable de la población. Aplicando este porcentaje de pérdidas al consumo demandado de 1,123.8 L/s de los diferentes tipos de usuario con y sin servicio, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Demanda = \frac{\text{Consumo Demandado}}{(1 - \% \text{ Pérdidas físicas})}$$

De esta manera se tiene, que la demanda total es de **1,965.4 L/s**, por lo consiguiente el caudal perdido por fugas es de 202.1 L/s

Tabla 49. Volumen de pérdidas

Concepto	Promedio anual
Consumo Demandado (L/s)	1,123.8
Porcentaje de pérdidas (%)	42.8%
Demanda Total (L/s)	1,965.4
Gasto perdido (L/s)	841.6
Volumen perdido (Hm³)	26.5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAD

En resumen, la demanda actual de agua potable, considerada como la suma del volumen demandado por los usuarios domésticos y no domésticos con servicio de agua potable (usuarios conectados a la red); más el volumen demandado por los usuarios domésticos potenciales (no conectados a la red); más el volumen perdido por fugas en redes y tomas domiciliarias, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 50. Demanda total actual del sistema (promedio anual)

Nivel de Ingreso	Demanda de usuarios con servicio	Demanda de usuarios potenciales	Demanda de usuarios no domésticos	Demanda por pérdidas físicas	Demanda total actual del sistema
Hm ³	30.2	1.3	3.9	26.5	62.0
L/s	958.4	42.8	122.6	841.6	1,965.4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAD

Como se puede apreciar en la tabla anterior la demanda actual de la población de Matamoros es de **1,965.4 L/s** con una dotación promedio ponderada incluyendo todos los usos de 354 L/hab/día y un consumo per cápita incluyendo todos los usos de 202 L/hab/día; para mayor detalle de los cálculos efectuados para el balance de agua y demanda consultar los anexos 3 y 4.

2.3. Análisis de la Oferta

En este apartado se presenta un análisis de la disponibilidad de agua en la zona de estudio, a partir de una descripción de los aprovechamientos actuales, resaltando algunos aspectos y condicionantes que se establecen a partir de la situación vigente que caracteriza el contexto que determina la disponibilidad en cantidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas de la zona, así como del marco normativo que regula su aprovechamiento.

El Municipio de Matamoros, Tamaulipas, de acuerdo a la regionalización hidrológica de la CONAGUA se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 24 denominada Bravo – Conchos, en el extremo norte de la República Mexicana. En donde el cauce principal en esta región es el Río Bravo, que con una longitud de 3,034 km es uno de los más largos de México, esta región hidrológica tiene una superficie de 229.7 mil km², con una precipitación media anual de 399 mm, con un escurrimiento natural medio superficial total de 5, 588 Hm³ al año⁶.

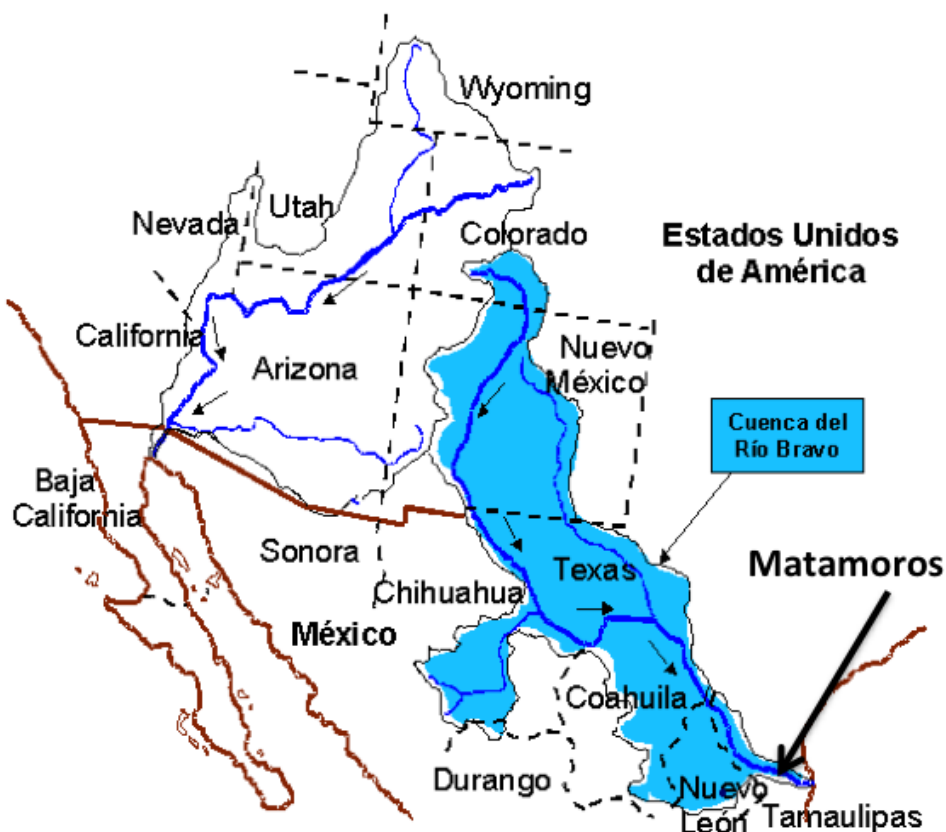


Figura 43. Matamoros, Tamp., en la Cuenca del Río Bravo/Grande.

Fuente: COCEF, 2002; Modificado

Por otro lado, es sabido que la cuenca del río bravo es una de las 8 cuencas que se comparten con los países vecinos, de las cuales tres son con los Estados Unidos de América, como se aprecia en la siguiente figura.

⁶ Atlas del Agua en México 2015 CONAGUA.



Figura 44. Cuencas compartidas entre México y Estados Unidos

Fuente: Subdirección de Planeación CONAGUA, 2013

De igual forma es sabido el agua de los ríos Bravo, Colorado y Tijuana se comparten conforme a lo indicado en el “Tratado de Aguas” firmado en Washington D.C. el 3 de febrero de 1944, donde se establecen 3 consideraciones sobre los seis cauces mexicanos (Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondico, Salado y Arroyo de las Vacas) que se mencionan a continuación:

- 1.- El volumen que México debe proporcionar a los Estados Unidos de América por concepto del tercio de los seis cauces mexicanos no será menor, en conjunto, en promedio y en ciclos de cinco años consecutivos, de 431.71 Hm^3 (350,000 acres pies) anuales, lo que equivale a suministrar un volumen mínimo de $2,158.6 \text{ Hm}^3$ (1,750,000 acres pies) en cada ciclo.
- 2.- En casos de extraordinaria sequía o de serio accidente en los sistemas hidráulicos de los afluentes mexicano, que hagan difícil para México dejar escurrir los 431.71 Hm^3 anuales, los faltantes que existieren al final del ciclo de cinco años se repondrán en el ciclo siguiente con agua procedente de los mismos tributarios
- 3.- En caso de que se cubra la capacidad asignada que tienen los Estados Unidos de América en las presas internacionales que comparten ambos países (Falcón y La Amistad), con aguas pertenecientes a los Estados Unidos, se considerará terminado un ciclo de cinco años y todos los volúmenes pendientes de entrega totalmente cubiertos, iniciándose a partir de ese momento un nuevo ciclo.

En la siguiente figura se presenta la distribución del agua conforme al Tratado de Aguas de 1944:



Corresponden a los Estados Unidos Mexicanos	Corresponden a los Estados Unidos de América
El total de los escurrimientos de los ríos Álamo y San Juan.	El total de los escurrimientos de los ríos Pecos y Devils, del manantial Goodenough y de los arroyos Alamito, Terlingua, San Felipe y Pinto.
Dos terceras partes del agua que llega a la corriente principal del Río Bravo proveniente de los seis cauces mexicanos siguientes: ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido, Salado y Arroyo de las Vacas.	Una tercera parte del agua que llega a la corriente principal del río Bravo proveniente de los seis cauces mexicanos siguientes: ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido, Salado y Arroyo de las Vacas.
La mitad de los escurrimientos no asignados en el tratado que llegan al cauce principal, entre Quitman y Falcón.	La mitad de los escurrimientos no asignados en el tratado que llegan al cauce principal, entre Quitman y Falcón.
La mitad del escurrimiento de la cuenca del Bravo, aguas debajo de Falcón.	La mitad del escurrimiento de la cuenca del Bravo, aguas debajo de Falcón.

Figura 45. Distribución del Agua del Río Bravo de acuerdo al tratado de 1994

Fuente; Atlas de Agua en México 2015 CONAGUA

En la siguiente figura se presenta las capacidades asignadas de las presas internacionales en dicho Tratado:

País	La Amistad	Falcón
México	1 770	1 352
Estados Unidos de América	2 271	1 913

Figura 46. Capacidades asignadas de las presas internacionales

Fuente: Atlas del Agua en México 2015 CONAGUA

Aguas superficiales.

Matamoros se abastece de las aguas superficiales del Río Bravo con dos obra de toma, a partir de las cuales se conduce el agua cruda hasta las plantas potabilizadoras con las que cuentan.

La cuenca hidrológica del Río Bravo presenta importantes retos para la preservación de la cantidad y calidad del agua, además de afrontar los problemas de escasez del recurso por la distribución irregular del agua entre usos, usuarios y entidades y por la sequía de los últimos años.

Es importante mencionar que Matamoros se localiza dentro de la cuenca hidrológica Río Bravo 13 (2437) dentro de la Región Hidrológica Bravo – Conchos (RH-24), perteneciente a la Región Hidrológica Administrativa (RHA) VI, la cual tiene una superficie de aportación de 1,394 kilómetros cuadrados, y geográficamente se ubica en la parte noreste del país. Se encuentra delimitada por las siguientes regiones y cuencas hidrológicas: al Norte por cuencas hidrológicas de los Estados Unidos de América, al Sur por la región hidrológica número 25 San Fernando-Soto La Marina, al Este por el Golfo de México, y al Oeste por la cuenca hidrológica río Bravo 12.

De acuerdo al último estudio de disponibilidad de aguas superficiales publicado en el diario oficial de la federación (DOF) del 29 de agosto de 2013, la cuenca hidrológica Río Bravo 13 tiene una disponibilidad media anual no comprometida de **0.96 millones de m³**, determinada en un estudio que consideró lo mencionado en el inciso c) del párrafo B del Artículo 4 del Tratado publicado en el Diario Oficial de la



Federación, el 30 de marzo de 1946, citado en el Decimoquinto Considerando del presente Acuerdo, en donde se señala que se asigna a los Estados Unidos una tercera parte del agua que llegue a la corriente principal del Río Bravo (Grande) procedente de los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido, Salado y Arroyo de las Vacas; tercera parte que no será menor en conjunto, en promedio y en ciclos de cinco años consecutivos, de 431,721,000 metros cúbicos (350,000 acres pies) anuales. Los Estados Unidos no adquirirán ningún derecho por el uso de las aguas de los afluentes mencionados en este inciso, en exceso de los citados 431, 721,000 metros cúbicos (350,000 acres pies) salvo el derecho de usar la tercera parte del escurrimiento que llegue al Río Bravo (Grande), procedente de los afluentes mencionados, aunque ello exceda el volumen aludido.

Así, para considerar la porción que indica una tercera parte del agua que llegue a la corriente principal del Río Bravo (Grande) procedente de los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido, Salado y Arroyo de las Vacas, se consideró un volumen promedio anual actual comprometido igual a tres veces 431, 721,000 metros cúbicos, esto es 1, 295, 163,000 metros cúbicos como volumen anual actual comprometido hacia aguas abajo de la subregión denominada Seis Tributarios. Así también se consideró una exportación de 431, 721,000 metros cúbicos en la subregión hidrológica denominada Medio Río Bravo.

La actualización del balance hidrológico realizado señala una diferencia de 202, 020,000 metros cúbicos promedio anuales en la subregión hidrológica denominada Seis Tributarios, para completar al menos el valor mínimo anual de 431,721,000 metros cúbicos promedio conforme al Tratado de 1944. Asimismo, dicho balance señala una diferencia de 494, 120,000 metros cúbicos anuales para completar el volumen anual actual comprometido hacia aguas abajo de la subregión denominada Medio Río Bravo.

Dados los señalamientos de la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002 y de las condiciones actuales con que se realizó la actualización de la disponibilidad en las 2 subregiones hidrológicas y las 10 cuencas hidrológicas que comprenden el presente Acuerdo, los volúmenes aportados por la subregión hidrológica Seis Tributarios hacia la subregión hidrológica Medio Río Bravo, no son suficientes para cumplir con los volúmenes concesionados y con lo señalado en la segunda parte del inciso c) del párrafo B del Artículo 4 del Tratado publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 1946, citado en el Decimoquinto Considerando del presente Acuerdo.

En las siguientes figuras se presenta un mapa de la República Mexicana donde se localizan las 731 cuencas hidrológicas, de las cuales 627 están en condiciones de disponibilidad y 104 cuencas con disponibilidad negativa o déficit. Así como un mapa donde se observa la cuenca hidrológica Río Bravo 13 (2437) donde se localiza la ciudad de Matamoros.

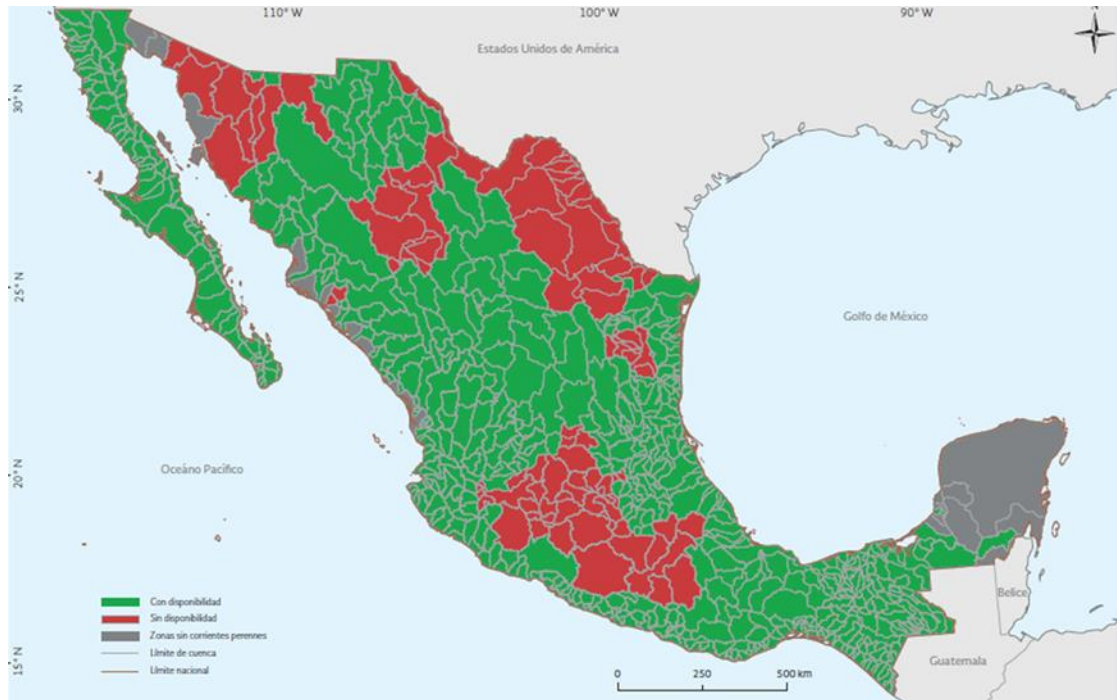


Figura 47. Cuencas hidrológicas con publicación de disponibilidad en el DOF 2014

Fuente: Atlas del Agua en México 2015, CONAGUA

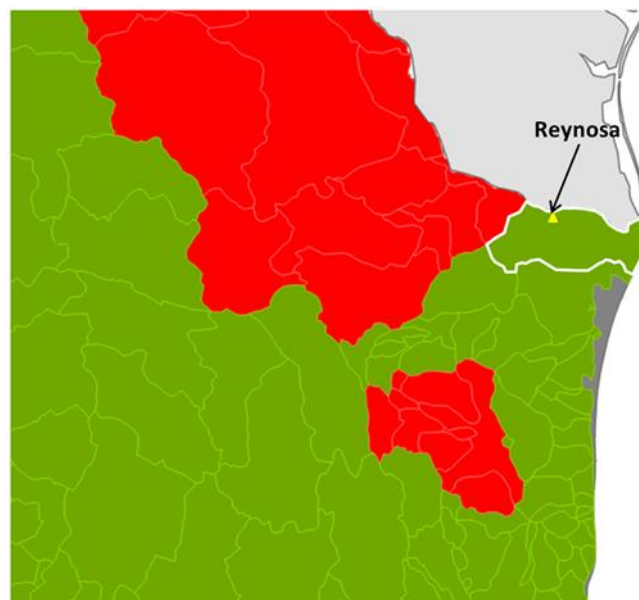


Figura 48. Cuenca Hidrológica Río Bravo 13 (2437)

Fuente: Atlas digital del agua México 2012, CONAGUA



De acuerdo al Registro Público de Derechos del Agua (REPGA) de la CONAGUA, Matamoros, Tamaulipas, tiene la concesión de 48.1 Hm³/año de aguas superficiales del Río Bravo., Volumen concesionado de aguas superficiales a nombre de la JAD.

Tabla 51. Volumen concesionado de aguas superficiales de la JAD

Concesionario	No. Concesión	Vol. (m3/año)	Caudal (L/s)
Junta de Agua y Drenaje de la Ciudad de Matamoros.	06TAM100224/24HAOC08	48,100,000.00	1,525.24

Fuente: (DOF, 2013)

Por otro lado, como ya se mencionó la disponibilidad media anual total de las aguas nacionales superficiales no comprometidas que se descargan hasta la desembocadura en el Golfo de México de la región hidrológica que comprende el Río Bravo, de acuerdo a la declaratoria de actualización de disponibilidad de aguas superficiales publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de agosto del 2013 asciende a **0.96 millones de metros cúbicos anuales**, que corresponde exclusivamente a la cuenca hidrológica Río Bravo 13.

Lo anterior significa que existe una disponibilidad de aguas superficiales casi nula (30 L/s) para cubrir las necesidades a corto, mediano y largo plazos de una ciudad del tamaño de Matamoros.

No obstante lo anterior, el mismo tratado sobre aguas internacionales establece en el Artículo 3, para los asuntos que la Comisión (CILA) deba resolver en cuanto al uso común de las aguas internacionales, una guía del orden de preferencia, **en la cual el uso doméstico y municipal ocupa el primer lugar.**

Asimismo la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento establece en su Artículo 13 Bis 3 que los Consejos de Cuenca tendrán a su cargo la concertación de las prioridades del uso del agua con sus miembros y con el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a lo dispuesto en el párrafo tercero del Artículo 22 de la LAN, donde se establece que **el uso doméstico y público urbano siempre serán preferentes sobre cualquier otro uso.**

Resulta entonces imperante e inaplazable la necesidad de convocar a todas las partes involucradas para una revisión y modificación de los volúmenes asignados e inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de los diferentes usos consuntivos (agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida y termoeléctricas) y no consuntivos (hidroeléctricas).

Aguas subterráneas.

En cuanto a lo que se refiere a las aguas subterráneas, se tiene que Matamoros se localiza dentro de la zona que delimita al acuífero 2801 Bajo Río Bravo, el cual de acuerdo a la “Actualización de la Disponibilidad Media Anual subterránea, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril del 2015” presenta **una disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 129.70 Hm³** con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014.

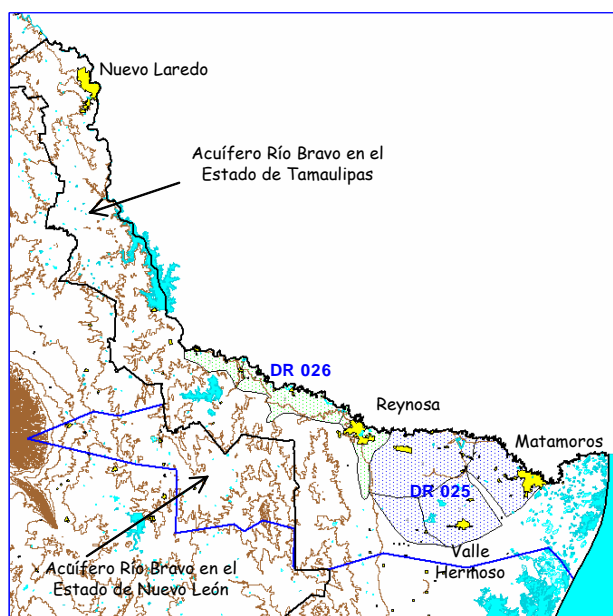
La zona que delimita la poligonal del acuífero 2801 Bajo Río Bravo comprende el territorio de 10 municipios de Tamaulipas: Nuevo Laredo, Guerrero, Mier, Miguel Alemán, Gustavo Díaz Ordaz, Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso y **Matamoros**; así como otros 5 municipios del estado de Nuevo León: Agualeguas, General Treviño, Los Aldamas, Doctor Coss y General Bravo.



Dentro del acuífero hay una parte al noreste donde se localiza el Distrito de Riego 025, el cual está situado entre los poblados de Río Bravo y Matamoros, el cual se provee de agua de la presa Falcón, construida al poco tiempo de formarse el distrito en 1953 y la Presa La Amistad, ambas son compartidas con los Estados Unidos, por lo que son manejadas por la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) El agua almacenada en ambas presas se utiliza para riego, generación de energía eléctrica, abastecimiento de agua potable, control de avenidas y recreación.

Del mismo modo dentro de la superficie del acuífero, se encuentran asentados el Distrito de Riego 026 “Bajo Río San Juan”.

La zona en la que se ubica el acuífero 2801 Bajo Río Bravo corresponde una morfología prácticamente llana, de bajas pendientes, que se caracteriza por los meandros que se forman en torno al río Bravo, formando parte del Valle del Bajo Río Bravo que se extiende desde el Golfo de México hasta las inmediaciones de Reynosa, la cual se encuentra en la parte media de este Valle. Desde el punto de vista geológico el acuífero está ubicado en la Subprovincia de la Cuenca de Burgos, adscrita en la Provincia Geológica del Noreste de México.



Fuente: DOF, 2009

Figura 49. Matamoros dentro de la poligonal que delimita la zona del acuífero 2801 Bajo Río Bravo

El DR 025 se encuentra sujeto a las disposiciones del Decreto de Veda (sin clasificación) “Distrito de Riego Bajo Río Bravo” publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de febrero de 1955, en el cual establece que excepto cuando se trate de alumbramientos de aguas para usos domésticos, nadie podrá efectuar obras de alumbramiento para el aprovechamiento de las aguas del subsuelo en la zona vedada, ni modificar las existentes sin previo aviso por escrito, concedido por la Autoridad del Agua, la cual solo lo expedirá en los casos en que los estudios correspondientes deduzca que no causaran perjuicios a terceros.

De acuerdo a la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, tanto los 10 municipios de Tamaulipas como los 5 del estado de Nuevo León, se localizan en zona de disponibilidad 6, asimismo, el acuífero pertenece al



consejo de Cuenca del Río Bravo, sin embargo aún no se establece un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

El río Bravo y la mayoría de sus afluentes en su parte mexicana, se encuentran bajo una intensa explotación y sus aguas se utilizan para el riego de tierras agrícolas, para el abastecimiento municipal de muchas ciudades importantes y para el uso de industrias que se han establecido en la faja fronteriza del país, en esta importante región.

Debido a esto, el problema principal del DR 025 es la escasez de agua, porque el agua disponible de manera segura no es suficiente para el riego agrícola ya que es la actividad principal que demanda gran parte de los recursos hídricos, en el cual la producción de los cultivos se ve afectada.

Los usos industriales del agua del Río Bravo, también han venido creciendo en años recientes con la instalación de maquiladoras, algunas de las cuales requieren de volúmenes significativos de este escaso recurso.

La zona de estudio conforma una región que ha sido medianamente estudiada por diferentes empresas y dependencias, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los estudios realizados y sus resultados y conclusiones a las que llegaron.

Tabla 52. Estudios Técnicos realizados al Acuífero Bajo Río Bravo

No.	Año	Estudio	Resultados - Conclusiones
1	1970	Estudio Geohidrológico completo de la zona baja del río Bravo	El acuífero se comporta como confinado y es de muy baja productividad
2	1981	Estudio Geohidrológico de actualización	La concentración mínima de STD es de 600 mg/L, y la mayor de 15,000 mg/L, con un promedio de 3,159 mg/L.
3	1995	Estudio Geofísico y Geohidrológico para determinar zonas adecuadas de explotación	Detectan la existencia en la mayor parte de la región estudiada, de un paquete de arcilla saturada con alto contenido de sales, que se sitúa aproximadamente entre los 5 y los 50 m de profundidad.
4	2001	Estudio de Pre factibilidad Geohidrológico para la ubicación de nuevas fuentes	La zona más favorable para la ocurrencia de agua subterránea se ubica entre los poblados de la Retama y El Guerreño. Y se determinó que el área de Reynosa y su entorno presentan problemas de salinidad debido principalmente a las condiciones geológicas de la zona
5	2005	Estudio de Evaluación Hidrogeológica del Acuífero localizado en la Región 24 - G y Estudio para la Potabilización del Agua Subterránea	Se determinó que existen posibilidades para extraer del subsuelo en las zonas aledañas de las ciudades de Reynosa y Matamoros.
6	2005	Caracterización Hidrogeoquímica del Acuífero	En términos generales la salinidad del agua subterránea en la zona que estudiaron varia de 2,000 a 2,500 mg/L.
7	2006	Estudio de actualización de mediciones piezométricas para la disponibilidad del Agua Subterránea en el Acuífero Bajo Río Bravo	Los resultados y conclusiones sirvieron de base para la elaboración de la "Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Bajo Río Bravo (2801).

Como se observa en la tabla anterior el último estudio realizado sirvió de base para elaborar el documento más reciente que existe en cuanto a la disponibilidad de agua subterránea del acuífero Bajo Río Bravo

publicado en el DOF, motivo por el cual y con la finalidad de tener un marco de referencia del citado Acuífero, se presenta a continuación parte de la información plasmada en dichos estudios y documentos:

A lo largo del tiempo se han reconocido y clasificado algunas zonas de producción de agua subterránea, sin embargo las fuentes principales, en cantidad y calidad se encuentran emplazadas en los depósitos aluviales y fluviales del río Bravo, otras se encuentran localizadas en antiguos cauces abandonados del mismo río y el resto se ubican en porciones arenosas de las formaciones geológicas terciarias de la región.

En el año 2006, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), realizó una zonificación basada en las características litológicas de las unidades, así como en la calidad del agua que contienen, de esta forma definieron las 7 unidades hidrogeológicas como se muestran en la siguiente figura:

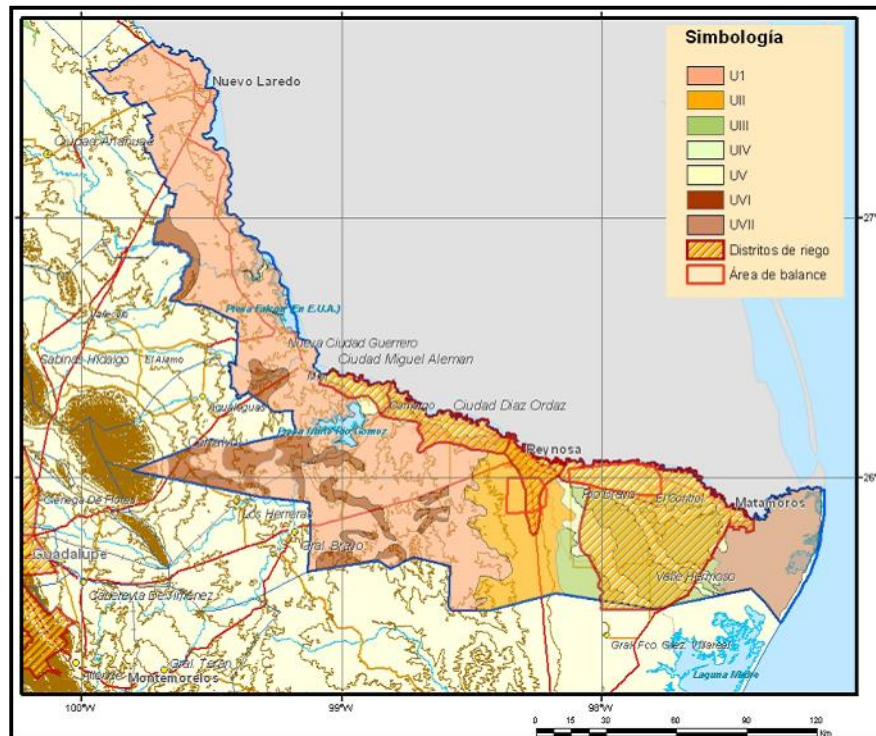


Figura 50. Unidades hidrogeológicas del acuífero 2801 Bajo Río Bravo

Las unidades más importantes son la II y V, por la cantidad y calidad del agua que contienen, por lo que se presentan como dos posibles alternativas de agua subterránea en la zona para su aprovechamiento.

- Unidad II. Acuífero de potencialidad media, de buena a regular calidad; la conforman las formaciones Goliad y Lissie, ubicadas al centro-este del Acuífero Bajo del Río Bravo
- Unidad V. De potencialidad media, con agua de buena calidad; está constituido por los sedimentos aluviales recientes del río Bravo; su principal área de exposición está entre las poblaciones de Reynosa y Matamoros, donde su espesor es muy irregular y varía de 200 a menos de 15 m.

En estas unidades se encuentran los dos sistemas acuíferos principales del Acuífero Bajo Río Bravo (ABRB) el primero de estos sistemas de le denomina **“Acuífero Sur de Reynosa”** y el segundo **“Acuífero Reynosa–Matamoros”**, los cuales se encuentran separados por la Unidad III (Formación Beaumont) que constituye un

acuitardo y solo en sus horizontes más arenosos se forman acuíferos de baja productividad, con agua de alta salinidad denominado Acuitardo Beaumont.

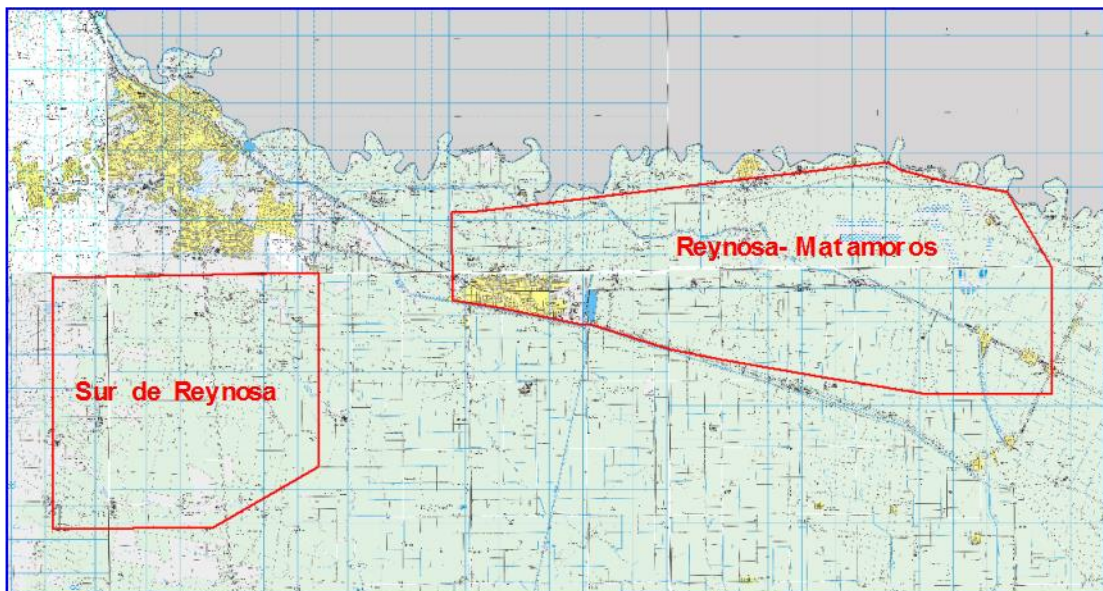


Figura 51. Ubicación de los Sistemas acuíferos Sur de Reynosa y Reynosa–Matamoros

Fuente: Actualización de la disponibilidad de agua subterránea en el Acuífero Bajo Río Bravo 2015

El sistema de acuíferos (Reynosa–Matamoros), representan una opción para Matamoros, por su ubicación, no obstante, se deben de tener en cuenta también los aspectos relativos a la calidad del agua.

En cuanto a esto se sabe que el principal problema de la calidad del agua subterránea del acuífero Bajo Río Bravo es la salinidad del agua subterránea que de acuerdo a los estudios realizados, varía de 600 mg/L hasta más de 11,000 mg/L en salinidad, en donde los principales iones que son causantes de este grado de salinidad son el sodio y los cloruros.

De esta manera se tiene que a finales de 2014 se habían identificado a nivel nacional 31 acuíferos con suelos salinos y agua salobres, dentro de los cuales se encuentra el acuífero Bajo Río Bravo (2801), donde convergen condiciones de poca precipitación pluvial, altos índices de radiación solar y por lo tanto de evaporación, así como la presencia de aguas congénitas y minerales evaporíticos de baja disolución. También en ese año se presentó intrusión marina en 15 acuíferos costeros a nivel nacional, como se puede observar en la siguiente figura.

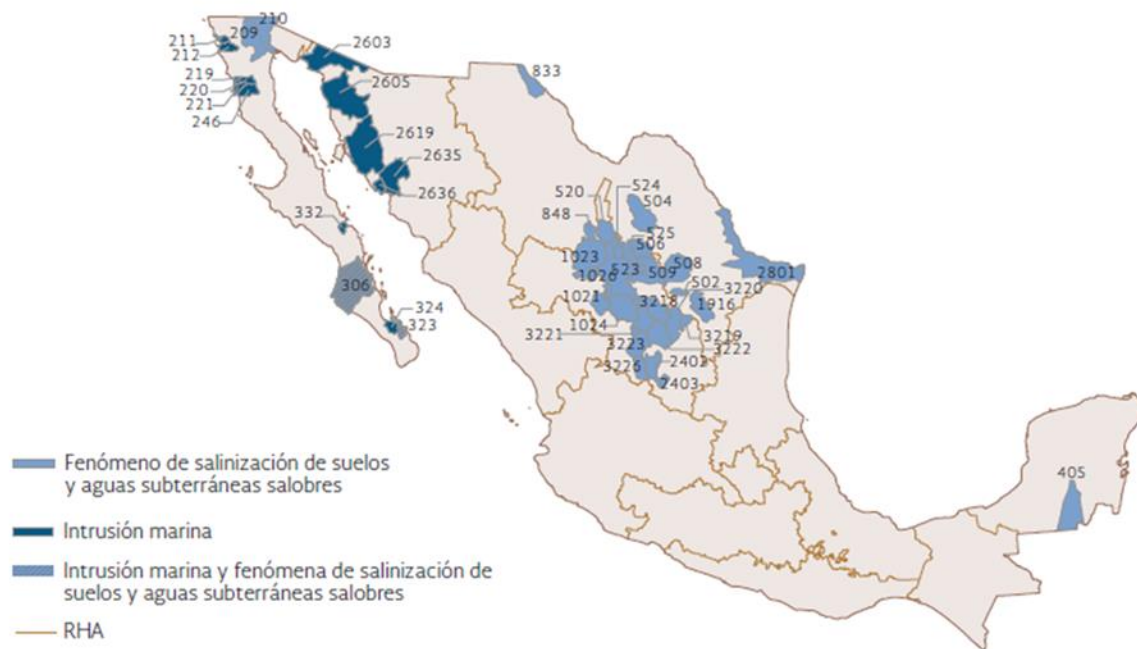


Figura 52. Acuíferos con salinización de suelos y aguas subterráneas salobres / incrustación marina

Fuente: Atlas digital del agua México 2012, CONAGUA

Se sabe que las aguas más salinas se encuentran generalmente por debajo de los 150 m de profundidad y que el agua dulce o moderadamente salina está por arriba de los 30 m, aunque en realidad no se cuenta con un modelo conceptual que explique esta situación y en cuanto a su distribución se destacan las zonas de agua “dulce” ubicadas a lo largo del cauce del Río Bravo y tierra adentro en zonas de acuíferos someros, principalmente de las formaciones Goliad y Lissie.

La mayoría de las muestras de agua provenientes de los pozos del Acuífero Bajo Río Bravo se clasifican como C4-S2 y C4-S3, que corresponden a agua con muy alto contenido de sales con contenido medio y alto de sodio, por lo que no se consideran apropiadas para la agricultura. En menor proporción se presentan agua C3-S1, salinidad alta y baja contenido de sodio y C4-S4 que representa muy altos contenidos de sales y sodio.

Por otro lado, en cuanto a la producción agrícola que se desempeña en Tamaulipas, la superficie a sembrarse depende directamente de la disponibilidad de agua existente en el sistema de presas internacionales, sin embargo, en el norte del país es frecuente la presencia de sequías, provocando que las precipitaciones pluviales sean nulas y por lo tanto no existan recargas naturales de los acuíferos.

En los últimos 50 años se han registrado sequías importantes, en donde se vieron afectados simultáneamente a los cinco estados de la región como Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas. Las sequías se presentan entre dos y cuatro meses, entre los meses de julio a septiembre que en condiciones normales son los meses de mayores precipitaciones pluviales.



Las zonas con menor probabilidad de sequía tienen una alta concentración con aquellas zonas de mayor variabilidad de la precipitación, característica que es típica de toda la región de la Frontera Norte, por lo que es altamente probable la ocurrencia de fenómenos periódicos de sequía.

El CENAPRED tiene identificada la zona en la que se ubica Matamoros como una zona de alto y medio peligro de sequía como se muestra en la siguiente figura:

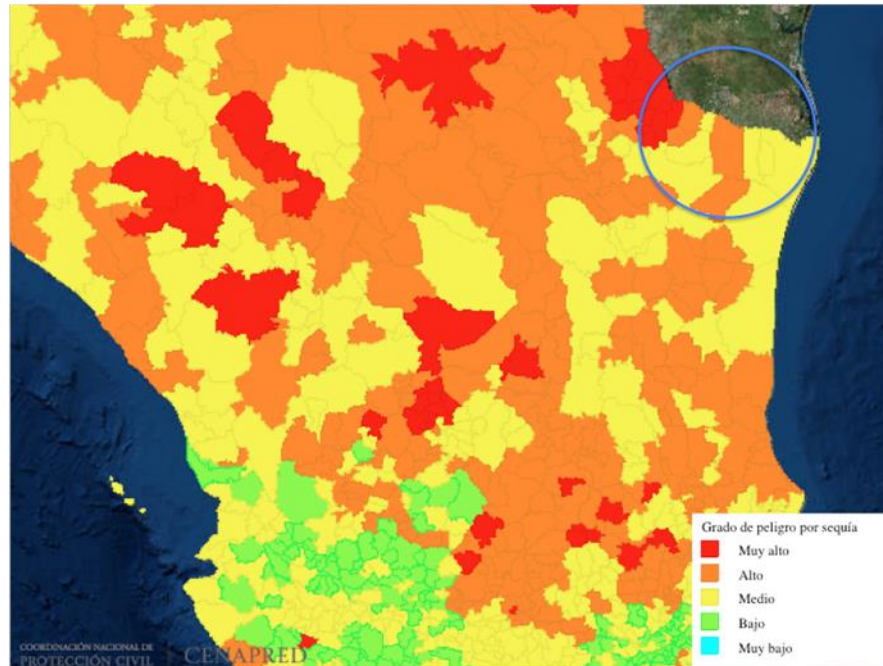


Figura 53. Grado de peligro por sequía en la zona que se localiza Matamoros (CENAPRED)

Fuente: DOF, 2014

Los efectos en la agricultura y ganadería son severos durante las sequías, ya que causan pérdidas totales o parciales de la producción en ambas actividades, disminuyendo la superficie cosechada en los distritos de riego.

Los principales cultivos del Distrito de Riego 025 son el maíz y el sorgo, en los años que se redujo el agua de riego, la superficie de maíz disminuyó considerablemente, cambiándose por superficie de sorgo el cual requiere menos riegos pero tiene menores utilidades, ya que de acuerdo a las Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego 2013-2014, el rendimiento de costo por hectárea es de \$27.78 para una producción de maíz y \$14.44 para sorgo.

En este mismo orden de ideas en el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 se tiene identificada la zona en la que se ubica Matamoros como una zona crítica en donde se podría presentar un escenario con una disminución de la precipitación pluvial entre un 20% y 30% como se muestra en la siguiente figura.



Fuente: <http://escenarios.inecc.gob.mx/de> DOF, 2014

Figura 54. Cambios en el promedio de precipitación anual para el futuro (2015 a 2039)

Respecto a la asignación de aguas subterráneas para uso público urbano en el REPDA se tiene un registro de 642 permisos en 16 títulos de concesión a nombre de la Presidencia Municipal de Matamoros con un volumen concesionado de 443,863 m³ que representan 14.07 L/s. En la siguiente tabla se presentan los 16 títulos que amparan los 642 permisos.

Tabla 53. Volumen concesionado de aguas subterráneas

No.	Concesionario	No. Concesión	Vol. (m ³ /año)	Caudal (L/s)
1	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM100224/24HAOC08	53,389.00	1.69
2	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM120350/24ECDA13	37,225.00	1.18
3	Presidencia Municipal de Matamoros	2TAM100234/24HASG94	70,065.00	2.22
4	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113367/24HSGR99	17,021.00	0.54
5	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113368/24HSGR99	85,951.00	2.73
6	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113369/24HSGR99	33,171.00	1.05
7	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113370/24HSGR99	22,388.00	0.71
8	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113371/24HSGR99	12,475.00	0.40
9	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113372/24HSGR99	11,763.00	0.37
10	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113373/24HSGR99	13,845.00	0.44
11	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113374/24HSGR99	9,408.00	0.30
12	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113375/24HSGR99	11,600.00	0.37
13	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113376/24HSGR99	10,176.00	0.32
14	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113377/24HSGR99	13,625.00	0.43
15	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113378/24HSGR99	24,247.00	0.77
16	Presidencia Municipal de Matamoros	06TAM113379/24HSGR99	17,514.00	0.56
		TOTAL	443,863.00	14.07

Fuente: (DOF, 2013)

Para entender mejor la situación que guarda la asignación de volúmenes de agua para el uso público urbano y doméstico en el **municipio de Matamoros**, se consultó la base de datos de los registros inscritos en el REPDA (Registro Público de Derechos de Agua) para conocer la distribución por tipo de uso de los 685



títulos de asignación registrados (Industrial, Doméstico, Servicios, Múltiple, Público Urbano, Pecuario y Agricultura), por tipo de usuario (municipio, persona física y persona moral) con sus respectivos volúmenes asignados a los usuarios de aguas nacionales por parte de la CONAGUA, correspondientes a los acuíferos 2801 Bajo Río Bravo, 2802 Méndez – San Fernando y Golfo de México.

De esta manera se tiene que de los 685 títulos de concesión que amparan un volumen concesionado de **6.20 Hm³/año** de los 59.09 Hm³/año de todo el acuífero (2801), agrupándolos por uso consuntivo el 40% corresponden a agrícola con un volumen concesionado de 2.49 Hm³/año, el 53% corresponden a la Industrial autoabastecida con un volumen concesionado de 3.27 Hm³/año y solo el 7% corresponden a abastecimiento público con un volumen concesionado de 0.44 Hm³/año. En las siguientes tablas y figuras se presenta el análisis del REPDA de los acuíferos en cuestión.

Tabla 54. Títulos y volumen concesionado por tipo de uso

Descripción	Total	Tipo de Uso							
		Industrial	Múltiple	Público Urbano	Doméstico	Servicios	Acuacultura	Pecuario	Agrícola
Títulos	685	14	4	642	1	7	1	0	16
Volumen (m³/año)	6,204,618	2,404,132	12,241	443,863	792	866,374	5,000	0	2,472,216

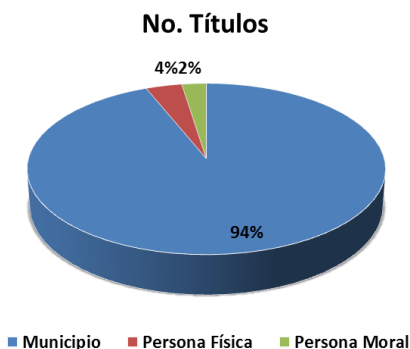


Figura 55. Número de títulos REPDA

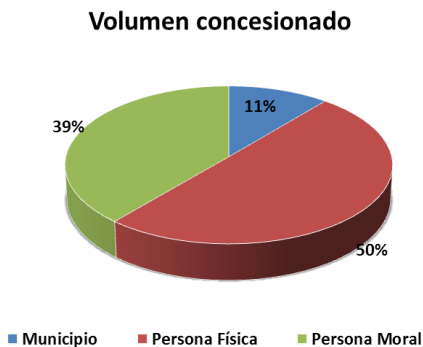


Figura 56. Títulos de concesión por tipo de uso



Como puede observarse en las tablas y figuras anteriores, la composición en la asignación del agua subterránea en el municipio de Matamoros es del 40% para el uso consuntivo agrícola, valor inferior al 77% del agua subterránea concesionada a nivel nacional a este mismo uso consuntivo; para mayor detalle de la información del Registro Público de Derechos del Agua consultar el anexo 5.

La tendencia y en muchos casos la sobreexplotación se deben principalmente a dos fallas de políticas públicas: por un lado el gobierno federal subsidia la extracción de agua vía la reducción de tarifas eléctricas de bombeo, provocando un aumento de la cantidad de agua que se saca cada año; no existe un cumplimiento óptimo de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) que evite la extracción ilegal que ocurre sin concesiones y aquellas que ocurre por encima del volumen concesionado.

Aunado a lo anterior, en el pasado la CONAGUA había tratado de resolver el problema de escasez de aguas nacionales aumentando la oferta con el incremento de programas y del presupuesto para desarrollar suministros de agua adicionales sin considerar si los suministros de agua se estaban utilizando eficientemente y si estaban definidos correctamente por las leyes y las instituciones mexicanas.

Condición que apuntaba en sentido contrario a la orientación de los esfuerzos internacionales de reforma en una era de escasez, por lo que para poder hacer frente a las condiciones actuales y futuras de escasez es necesario administrar también la demanda (incentivar el uso eficiente del agua ya disponible).

Para lograr una administración adecuada de la demanda de agua⁷ existen varios mecanismos entre los que se encuentra el de “precios” cuyo punto de partida es analizar si el recurso es utilizado eficientemente en la agricultura y si su uso en este sector en relación con otros usos alternativos es el óptimo.

Debido a que el precio del agua para el uso agrícola esta subestimado, la obtención del precio adecuado llevaría a la eficiencia de su consumo en el sector Agrícola en beneficio de todo el país.

El establecimiento de un precio óptimo en la agricultura resultaría en:

- La adopción de tecnologías de riego más eficientes
- Mayores beneficios ambientales
- Reducción de la superficie sembrada de cultivos de bajo valor
- Menor construcción de proyectos de agua de largo plazo y...
- Sistemas hídricos más estables

El papel fundamental de los precios es ayudar a asignar los recursos escasos entre usos y usuarios que compiten entre sí, una manera de alzar una asignación eficiente del agua es establecer un precio correcto para su consumo, de modo que se asigne de acuerdo a quienes valoren más el servicio.

Existen varios mecanismos de establecimiento de precios al agua para riego agrícola, los más utilizados son: método de medición volumétrica en el cual requieren dispositivos para medir el consumo de agua de cada usuario pero los costos de implementación son muy altos, método de medición no volumétrica donde los precios se establecen de manera indirecta por medio del producto, insumo, área o cuota fija y métodos

⁷ La economía política de los mecanismos de asignación de agua subterránea en México



basados en el mercado de derechos de agua, en el cual los que poseen los derechos de acceso al agua subterránea los comercializan o transmiten entre ellos.

De acuerdo a lo anterior, el mercado del agua es un conjunto de arreglos que permiten que el agua sea intercambiada de manera voluntaria, de manera parcial o total, temporal o definitiva. Los intercambios de derechos de agua han sido ampliamente reconocidos como mecanismo de asignación que pueden llevar a ganancias en eficiencia y en conservación, ya que proveen un mecanismo más flexible para asignar el agua a diferencia de los medios administrativos de regulación como zonas de veda, zonas reglamentadas, entre otros.

En resumen, las aguas subterráneas tienen un papel importante en el desarrollo de todas las actividades económicas de la región, existiendo todavía algunas posibilidades de aprovechamientos adicionales de los acuíferos no sobreexplotados, pero en una cantidad tal que no parece suficiente para satisfacer todas las demandas en un escenario de planeación de largo plazo, por lo que su aprovechamiento debe ser planeado cuidadosamente en forma racional y eficiente.

Conclusiones y recomendaciones:

- Las cuencas hidrológicas y los acuíferos de las zonas Fronterizas, inmersas en la Cuenca del Río Bravo, se caracterizan por un grado intensivo de aprovechamiento de sus aguas superficiales y subterráneas, en especial a partir de la creación de los Distritos de Riego y de la demanda de recursos hídricos de los polos de desarrollo urbano e industrial.
- No hay disponibilidad de aguas superficiales ya que Matamoros se localiza en una cuenca hidrológica en donde los recursos hídricos están prácticamente ya todos asignados, existiendo en esta cuenca hidrológica un insignificante superávit en el balance que se hace de acuerdo a la normatividad establecida por la CONAGUA para determinar la disponibilidad, lo que revela un sobreconcesionamiento a los diferentes usos consuntivos.
- La disponibilidad de aguas subterráneas en el acuífero en el que se ubica Matamoros, se considera suficiente para cubrir la demanda de agua a largo plazo, sin embargo, presenta una seria limitante para su aprovechamiento como una fuente alternativa de agua potable, la cual tiene que ver con el alto grado de salinidad que se ha encontrado en una gran parte del acuífero.
- No obstante, dadas las circunstancias de escases en las que se encuentra el entorno de Matamoros, el aprovechamiento de las aguas subterráneas constituye una opción que deberá de ser considerada en un estudio detallado de fuentes alternativas de agua potable, en donde además de realizar un análisis hidrogeológico para ubicar las mejores zonas de aprovechamiento, también se deberán analizar las mejores alternativas para su potabilización.
- El cambio climático plantea un entorno aún más crítico para la zona, debido a que los escenarios que se han proyectado al futuro para la zona en la que se encuentra Matamoros plantean un entorno aún más crítico que el que se tiene ahora, en donde se ha estimado que se presente una posible reducción entre un 20% y un 30% de la precipitación pluvial, lo que implica una fuerte alteración del régimen hidrológico del que depende la disponibilidad de agua en la zona y establece



la necesidad de contar con un plan regional de mitigación y adaptación para enfrentar esta potencial contingencia y poder atenuar sus posibles efectos en la disponibilidad de las fuentes actuales y potenciales de abastecimiento de agua potable.

- Debido a que el uso consuntivo Agrícola en la Región Hidrológica Administrativa (RHA) VI Río Bravo tiene más del 90% del agua superficial asignada, resulta imperante e inaplazable la necesidad de convocar a todas las partes involucradas para una revisión y modificación de los volúmenes asignados e inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de los diferentes usos consuntivos (agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida y termoeléctricas) y no consuntivos (hidroeléctricas), tomando como base el mismo tratado sobre aguas internacionales que establece en el Artículo 3, para los asuntos que la Comisión (CILA) deba resolver en cuanto al uso común de las aguas internacionales, una guía del orden de preferencia, **en la cual el uso doméstico y municipal ocupa el primer lugar** y la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento que establece en su Artículo 13 Bis 3 que los Consejos de Cuenca tendrán a su cargo la concertación de las prioridades del uso del agua con sus miembros y con el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a lo dispuesto en el párrafo tercero del Artículo 22 de la LAN, donde se establece que **el uso doméstico y público urbano siempre serán preferentes sobre cualquier otro uso**.
- En caso de no ser factible modificaciones a los volúmenes de aguas superficiales asignados a los diferentes usos consuntivos (oferta), es necesario administrar la demanda (incentivar el uso eficiente del agua ya disponible) también en los diferentes usos consuntivos (agrícola y abastecimiento público).
- Otra opción que tiene mucho potencial y que por lo tanto no debe dejarse de analizar y materializar, es la posibilidad del intercambio de agua residual tratada en la PTAR Oeste por agua de primer uso de los usuarios del Distrito de Riego DR025, ya que la zona de riego del DR 025 se localiza aguas abajo de donde se localiza la oferta de aguas residuales tratadas de Matamoros, situación que facilita este intercambio.
- Por último la implementación de programas de modernización y rehabilitación de la infraestructura hidroagrícola, ayudaría en gran medida a rescatar volúmenes de agua, que se usarían de la mejor manera para incrementar las productividades tanto de la tierra como la del agua.

2.4. Infraestructura Existente

2.4.1. Agua Potable

2.4.1.1 Documento sobre las instalaciones existentes de Agua Potable

Captaciones

El abastecimiento de agua potable a la ciudad de Matamoros, se realiza a partir de las aguas superficiales del Río Bravo.

La extracción del agua superficial se lleva a cabo a través de la operación de dos obras de toma sobre la margen derecha del mencionado Río Bravo, al amparo del título de asignación No.



06TAM100224/24HAOC08 de fecha 14 de Octubre de 2004 por un plazo de 10 años, otorgado por la CONAGUA a la Junta de Aguas y Drenaje (JAD), para la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales superficiales por un volumen de 48.1 Hm³ anuales que representan **1,525.2 L/s**.

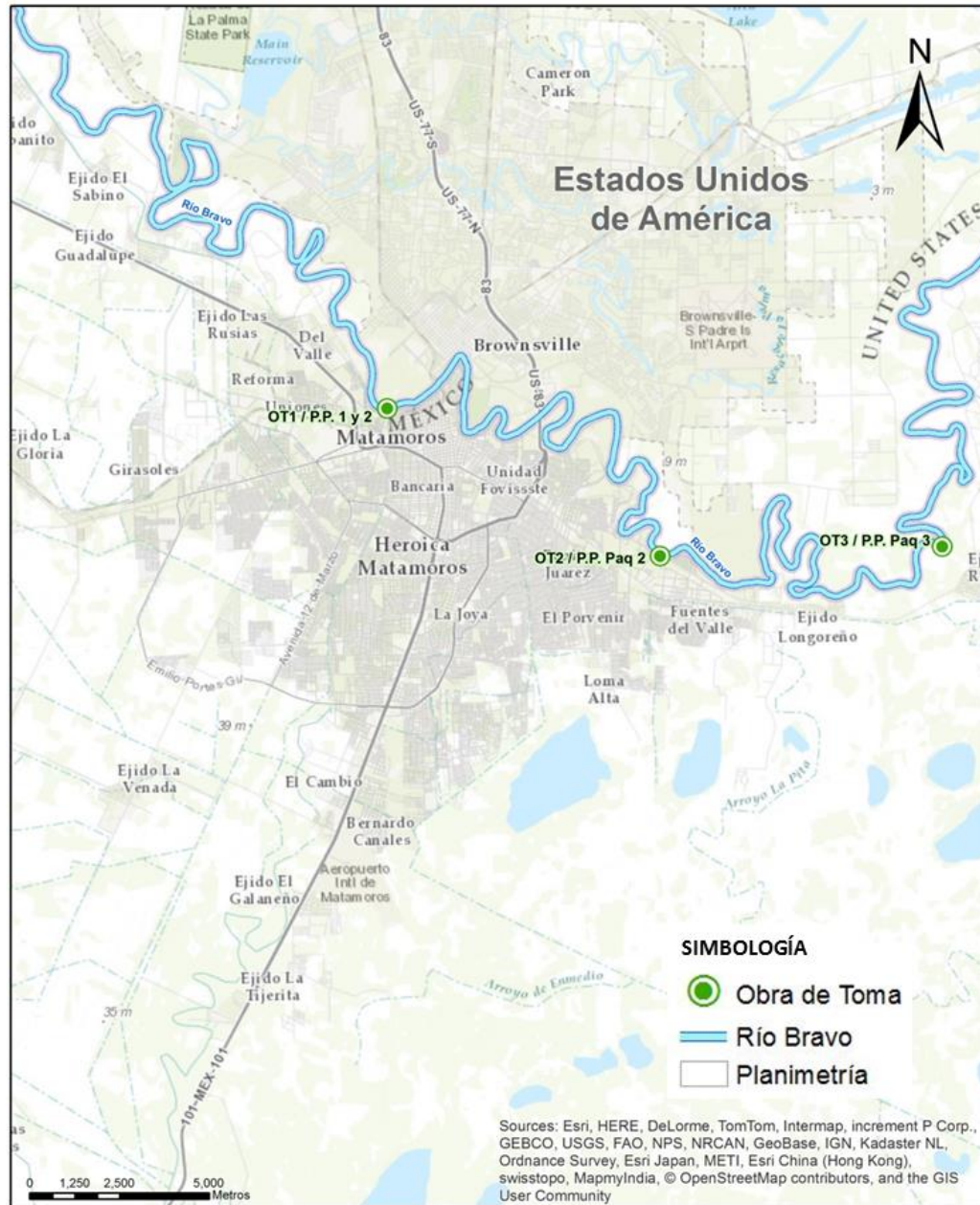


Figura 57. Localización de las Obras de Toma

La JAD extrae el agua cruda para su potabilización y posterior entrega a la población de la ciudad de Matamoros, a partir de dos obras de toma identificadas como OT1 y OT2. Existe una tercera obra de toma denominada OT3 que no opera la JAD, de la cual se abastecen algunas localidades asentadas al Este de la ciudad de Matamoros, fuera de los límite de la ciudad.



Las coordenadas de las obras de toma (OT1 y OT2) basado en la proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) y la elevación obtenida de información LIDAR tipo terreno, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 55. Localización de las captaciones (Obras de toma)

No.	ID	Nombre	Coordenadas UTM y elevaciones		
			X	Y	Z
1	OT1	Obra de Toma 1 (P.P. No.1 y 2)	648383.9999	2863895.0000	8.76
2	OT2	Obra de Toma 2 (P.P. Paq. No.2)	656007.0000	2859762.0000	6.06
3	OT3	Obra de Toma 3 (P.P. Paq. No.3)	663884.1828	2860032.6239	4.43

A continuación se presentan imágenes de la ubicación de las tres obras de toma:

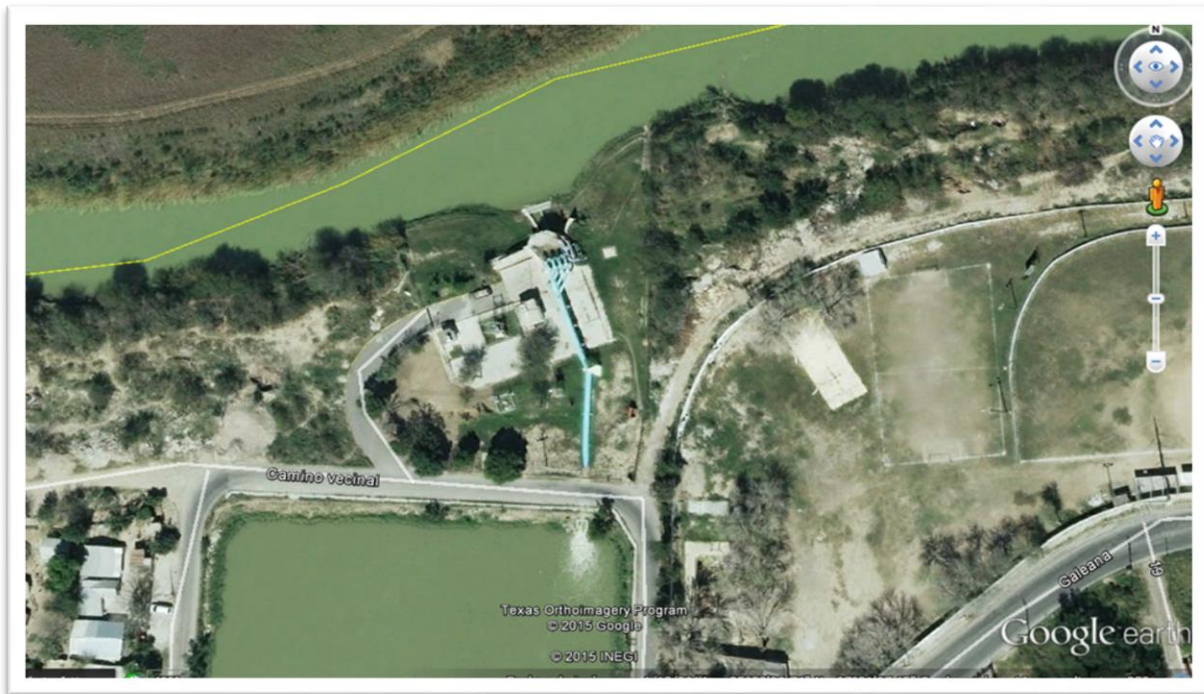


Figura 58. Localización de la Obra de toma 1 (OT1)



Figura 59. Localización de la Obra de toma 2 (OT2)



Figura 60. Localización de la Obra de toma 3 (OT3)



Información técnica de las Obras de Toma

Las dos obras de toma que opera la JAD están equipadas para extraer cada una de ellas un volumen de agua cruda que es bombeado, para el caso de la OT1 a un sistema de lagunetas o lagunas de pre sedimentación, con capacidades de 300,000 y 480,000 m³, respectivamente y para el caso de la OT2 al tanque de agua cruda, ambas con el fin de hacerlas llegar a las plantas potabilizadoras para su tratamiento y potabilización antes de ser entregada a la población. En las siguientes tablas se presenta información técnica relevante de las dos Obras de Toma que opera la JAD:

Tabla 56. Número de equipos y capacidad instalada de las OT

No.	ID	Nombre	Status	Cantidad de Equipos de Bombeo	Potencia Total (hp)	Sitio de Descarga	No. De Equipos funcionando para cada sitio de descarga	Potencia Total (hp)	Subestación Eléctrica (kVA)
1	OT1	Obra de Toma 1	En Operación	5	1,050	Laguneta de donde se bombea a la P.P. No. 1	3	450	750 y 500
						P.P. No. 2	2	600	
2	OT2	Obra de Toma 2	En Operación	2	93	P.P. Paq. No. 2	1	75	500

Como se observa en la tabla anterior, de la OT1 se extrae agua del río Bravo a través de la operación de 3 equipos de bombeo con una capacidad instalada de 450 hp, para conducirla y descargarla a las lagunetas o lagunas de pre sedimentación de donde se bombea a la Plata Potabilizadora No. 1, así como se extrae agua con 2 equipos de bombeo con una capacidad instalada de 600 hp, para conducirla hasta la Planta Potabilizadora No. 2, sin tener que rebompear la estación Siete Tamaulipas.



Figura 61. Equipamiento de la OT No. 1



Figura 62. Descarga de la línea a las lagunas de pre sedimentación

De la misma forma, de la OT2 se extrae agua del río Bravo para conducirla a la Planta Potabilizadora Paquete 2 por medio de un equipo de 75 hp y otro equipo instalado para casos de emergencia (actualmente en mantenimiento).



Figura 63. Obra de toma No. 2

A continuación se presentan algunas de las características hidráulicas y mecánicas de las Obras de toma con las que cuenta la JAD para el abastecimiento de agua a la población de la Ciudad de Matamoros.

Tabla 57. Información técnica de las obras de toma (1 de 2)

No.	ID	No. Equipo	Sitio de descarga	Status	Tipo de Equipo de Bombeo	Año de Inicio de Operación	Potencia (hp)	Marca	Modelo	Velocidad de Giro (rpm)	Frec. (Hz)	Variador de Frecuencia
1	OT1	1	Laguneta de donde se bombea a la P.P. No. 1	Operando	Vertical	1996	150	GOULDS	VIT 20MMO	900	60	No
		2		Operando	Vertical	1996	150	GOULDS	VIT 20MMO	900	60	No
		3		Operando	Vertical	1996	150	GOULDS	VIT 20MMO	900	60	No
		4	P.P. No. 2	Operando	Vertical	2009	300	GOULDS	VIT FFFM 24GXCH	900	60	Si
		5		Operando	Vertical	2009	300	GOULDS	VIT FFFM 24GXCH	900	60	Si



No.	ID	No. Equipo	Sitio de descarga	Status	Tipo de Equipo de Bombeo	Año de Inicio de Operación	Potencia (hp)	Marca	Modelo	Velocidad de Giro (rpm)	Frec. (Hz)	Variador de Frecuencia
2	OT2	1	P.P.Paq. 2	Operando	Sumergible	-----	75	-----	-----	-----	-----	-----
		2		Emergente	Sumergible	-----	18	-----	-----	-----	-----	-----

Tabla 58. Información técnica de las obras de toma (2 de 2)

No.	ID	Sitio de descarga	No. Equipo	Potencia (hp)	Gasto Nominal (L/s)	Presión Manométrica (mca)
1	OT1	Laguneta de donde se bombea a la P.P. No. 1	1	150	600	0.4
			2	150	600	0.4
			3	150	600	0.4
		P.P. No. 2	4	300	650	18.0
			5	300	650	18.0
2	OT2	P.P.Paq. 2	1	75	100	0.5
			2	18	20	0.5

Por lo que se refiere a las condiciones actuales de los equipos de bombeo y de los múltiples de descarga a las líneas de conducción que se utilizan para hacer llegar el agua a los diferentes sitios de tratamiento y potabilización del agua, se presenta en la siguiente tabla la información proporcionada por la JAD.

Tabla 59. Arreglos en las descargas de los equipos y status operativo

No.	ID	No. Equipo	Observaciones operativas	Diámetro de Línea de Salida (in)	Material de Línea de Salida	Arreglos en las descargas de los equipos de bombeo para conducir el agua a los sitios de Potabilización
1	OT1	1	1) Se tiene en proyecto cambiar el equipo a 200 hp, para un gasto de 800 L/s.	54	Acero al carbón	Lagunetas - Reb. 21 y Glez. - Planta Potabilizadora 2
		2	-----			
		3	-----			
		4	1) Equipo de Bombeo Nuevo. 2) La CDT es de 15 a 20 m (succión 12 m, desnivel 5 m más pérdidas por fricción) 3) Funcionando al mismo tiempo con la bomba 5 se bombea un caudal de 750 L/s	36	Extru-Pak	Planta Potabilizadora 1
		5	1) Equipo de Bombeo Nuevo. 2) La CDT es de 15 a 20 m (succión 12 m, desnivel 5 m más pérdidas por fricción) 3) Funcionando al mismo tiempo con la bomba 4 se bombea un caudal de 750 L/s 4) Cuenta con bypass para conectarse al múltiple de las bombas que descargan a la laguneta.			1) Planta Potabilizadora 1 2) Bypass con conexión al múltiple para Lagunetas - Reb. 21 y Glez. - Planta Potabilizadora 2 3) Laguneta I (Sur) - Planta Paquete 1
2	OT2	1	-----	8	Acero	Planta Potabilizadora Paquete 2
		2	1) Bomba No.2 actualmente en mantenimiento	6	Acero	



Calidad del agua extraída de las fuentes de abastecimiento

En cuanto a la calidad del agua que se extrae del Río Bravo, que es la única fuente de abastecimiento con la que cuenta la JAD para cubrir la demanda de la población, se puede señalar que el Organismo Operador no tiene registros de muestreos y análisis efectuados en los últimos años por un laboratorio certificado por la EPA, en cumplimiento a lo dispuesto en las normas oficiales NOM – 179 – SSA1 – 1998 y la NOM- 127 – SSA1 – 1994 que establecen la periodicidad con la que se deben de llevar a cabo los muestreos y análisis y los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que deben de analizarse, respectivamente. Lo único con lo que se cuenta para valorar la calidad del agua de la fuente de captación son los resultados de los análisis diarios que se realizan dentro de las instalaciones del laboratorio de la JAD, como control y supervisión del proceso de potabilización de la planta, correspondientes a 10 parámetros de la NOM -127, de los cuales 6 están señalados en la NOM-179-SSA1-1998 en el Apéndice Normativo "A" Determinaciones de Análisis Físicoquímico para Plantas.

Ahora bien, a partir de reiteradas solicitudes para que la JAD llevara a cabo el monitoreo y análisis de la calidad del agua con un laboratorio certificado por la EPA, tanto de sus obras de captación como a la salida de sus Plantas Potabilizadoras, esta las realizó en abril del 2016, obteniéndose los siguientes resultados con los cuales se puede determinar la situación que existe en cuanto a la calidad de agua cruda y tratada.

Tabla 60. Resultados análisis de la calidad del agua del río Bravo en la OT1 y OT2

No.	Nombre de la Captación:		Toma de agua de Río No.1	Toma de agua de Río No.2	
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)	2do trimestre	2do trimestre	
			Periodo de muestreo	Periodo de muestreo	
			22 abril 2016	22 abril 2016	
Características microbiológicas					
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	4.0	11.0
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	4.0	11.0
Características físicas u organolépticas					
3	Color *	20.0	Upt-Co	18.0	25.0
4	Olor y sabor *	agradable		desagradable	desagradable
3	Turbiedad*	5.0	NTU	1.2	1.2
Características químicas					
6	Aluminio *	0.2	mg/L	0.1	0.1
7	Arsénico*	0.025	mg/L	0.0	0.0
8	Bario	0.7	mg/L	0.5	0.5
9	Cadmio*	0.005	mg/L	0.0	0.0
10	Cianuros	0.07	mg/L	0.0	0.0
4	Cloro residual libre	0.2 – 1.5	mg/L	0.1	0.1
5	Cloruros*	250	mg/L	221.6	223.1
13	Cobre	2.00	mg/L	0.3	0.3



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	Nombre de la Captación:		Toma de agua de Río No.1	Toma de agua de Río No.2
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)	2do trimestre	2do trimestre
			Periodo de muestreo	Periodo de muestreo
			22 abril 2016	22 abril 2016
14	Cromo total	0.05 mg/L	0.0	0.0
6	Dureza total *	500 mg/L	334.3	327.4
16	Fenoles o compuestos fenólicos *	0.3 mg/L	0.1	0.1
17	Fierro*	0.30 mg/L	0.2	0.2
18	Fluoruros	1.5 mg/L	0.1	0.7
19	Manganeso*	0.15 mg/L	0.1	0.1
20	Mercurio	0.001 mg/L	0.0	0.0
21	Nitratos*	10.00 mg/L	0.1	0.1
22	Nitritos*	1.00 mg/L	0.0	0.1
23	Nitrógeno amoniacal*	0.5 mg/L	0.3	0.4
7	pH*	6.5 8.5	7.1	7.6
25	Plomo *	0.01 mg/L	0.0	0.0
26	Sodio	200 mg/L	175.0	163.9
8	Sólidos disueltos totales*	1000 mg/L	917.0	923.0
9	Sulfatos*	400 mg/L	266.1	228.6
34	Sustancias activas al azul metileno (SAAM) *	0.5 mg/L	0.1	0.1
35	Yodo residual libre	0.2 – 0.5 mg/L	0.2	0.2
36	Zinc	5.0 mg/L	0.0	0.0
Hidrocarburos aromáticos en microorganismos:				
37	Benceno	10 mg/L	10.0	10.0
38	Etilbenceno	300 mg/L	10.0	10.0
39	Tolueno	700 mg/L	10.0	10.0
40	Xileno (tres isómeros)	500 mg/L	30.0	30.0

Nota: Las cifras de color rojo rebasan los límites permisibles de la NOM- 127

Para mayor detalle de la información de la infraestructura de las fuentes superficiales y calidad de agua consultar el anexo 6 y 8.

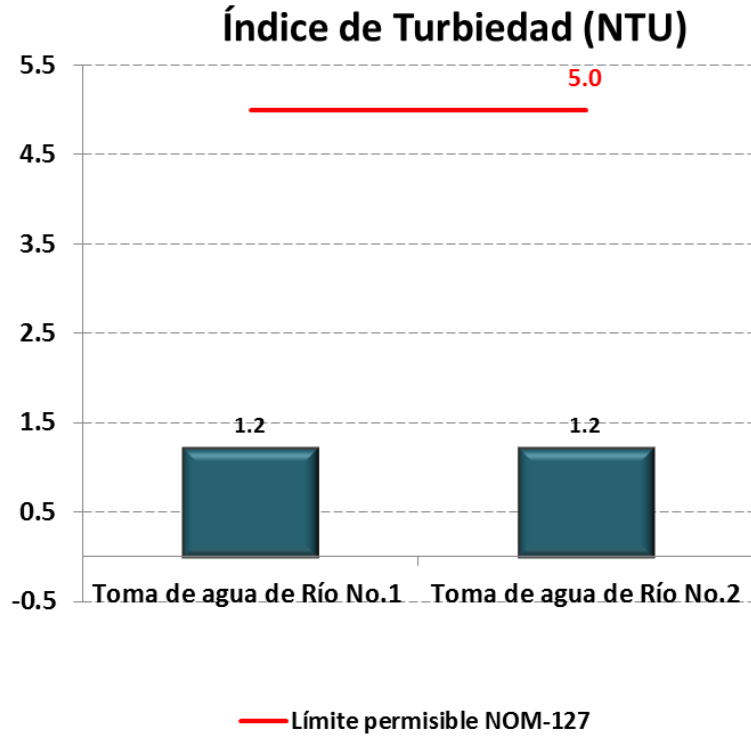


Figura 64. Índice de turbiedad (NTU)

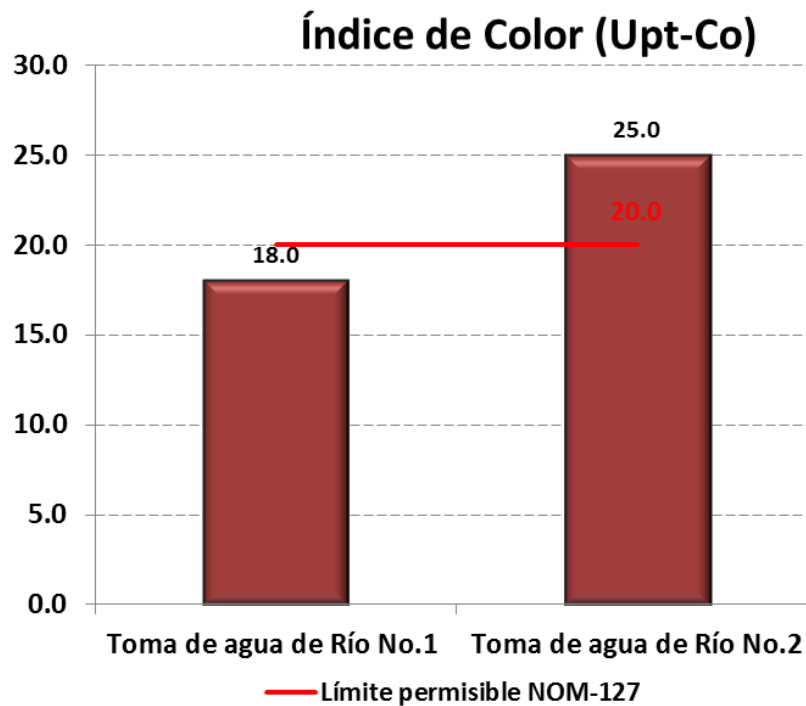


Figura 65. Índice de Color

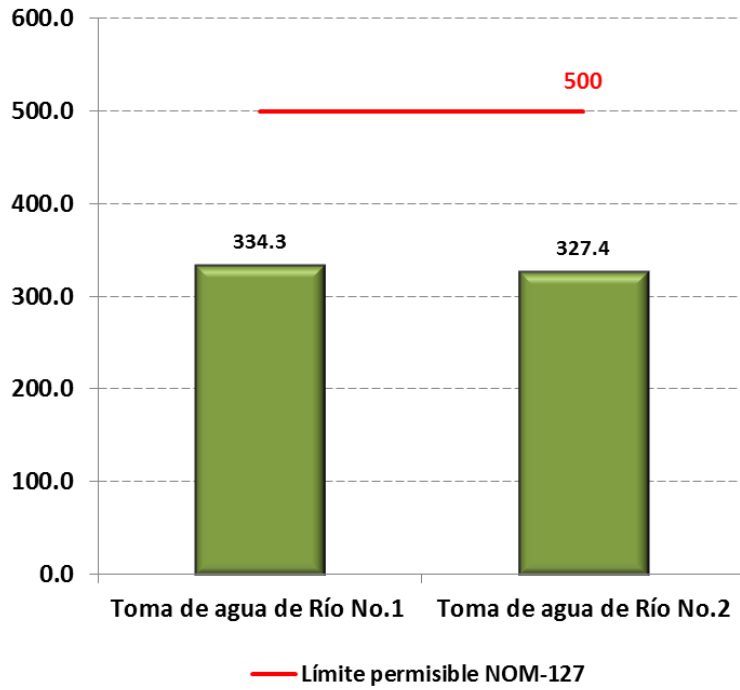


Figura 66. Índice de Dureza Total

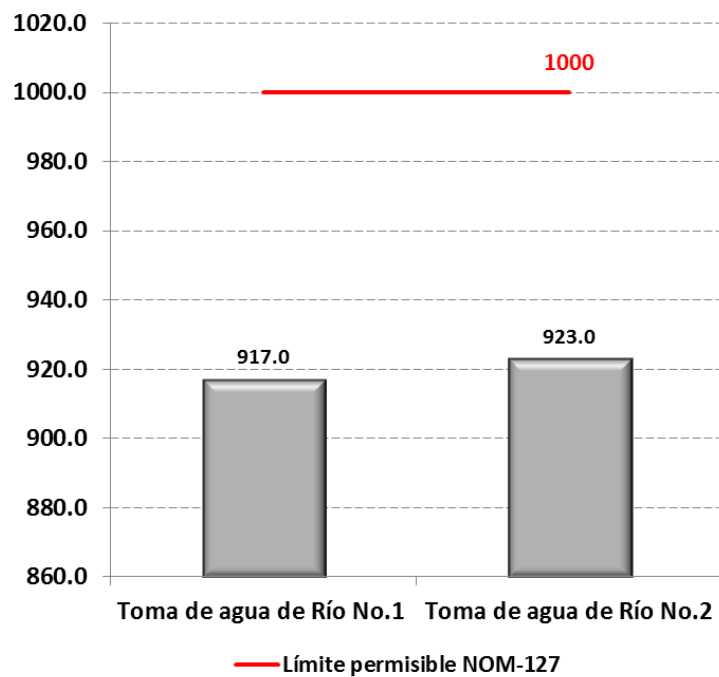


Figura 67. Índice de Sólidos Disueltos



Volumen producido no corregido

En relación con el volumen que la JAD extrae de su fuente de abastecimiento superficial, para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Matamoros, Tamps., se obtuvo información de los registros mensuales de extracción de agua cruda en cada una de las obras de toma que operan actualmente.

Como es sabido el volumen producido pero sobre todo el volumen suministrado a la red, es preciso determinarlos para realizar los balances hidráulicos del sistema, conocer los componentes de las pérdidas hidráulicas en el sistema, además de obtener un indicador de la eficiencia física del Organismo conociendo también los volúmenes facturados; motivos suficiente para considerar indispensable contar con los registros tanto del volumen producido de las fuentes de abastecimiento como del volumen suministrado a la red.

Los datos mensuales del volumen extraído o producido de la JAD, deben de considerarse como **volúmenes no corregidos de agua producida** en el periodo de análisis, debido a que existen factores que se presentan frecuentemente que ocasionan errores en los registros de producción, como son⁸:

- a) Macromedidores inexactos
- b) Captaciones sin medidores
- c) Entregas en ruta a usuarios no registrados, como ejidos, localidades, entre otros.

Debido a que la JAD no cuenta con macromedidores en sus obras de toma (OT), los volumen registrados deben ajustarse o corregirse por el error de estimación de la extracción de agua, a partir de la medición real del volumen extraído y suministrado a la red.

En la siguiente tabla y figura se presenta la información que la JAD proporcionó respecto a sus registros de producción del 2012 al 2014.

Tabla 61. Registros históricos de producción

Mes	Volumen producido (m ³ /mes)		
	2012	2013	2014
Enero	5,267,532	4,017,600	4,548,914
Febrero	4,927,691	4,216,901	4,240,130
Marzo	5,485,426	4,114,221	4,395,608
Abril	5,814,632	4,185,031	4,525,310
Mayo	6,443,904	4,448,018	4,339,008
Junio	5,836,218	4,043,520	5,006,161
Julio	6,086,715	4,365,792	4,609,526
Agosto	6,096,112	4,147,502	4,874,688
Septiembre	5,768,036	4,212,000	5,103,129
Octubre	4,795,210	4,285,000	4,732,191
Noviembre	4,568,701	4,121,280	5,469,974
Diciembre	4,151,520	4,359,715	5,758,776
Total	65,241,697	50,516,580	57,603,415

⁸ Manual de incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable.

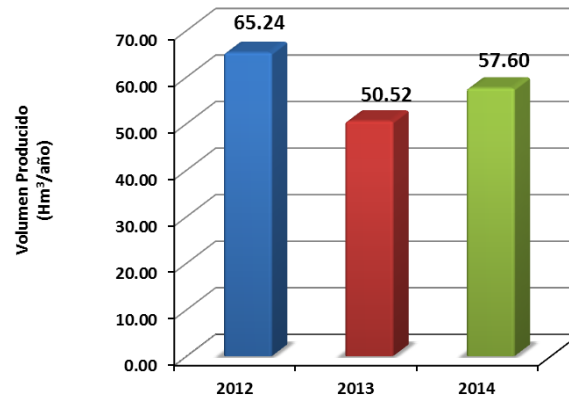


Figura 68. Producción histórica de la JAD

Como se observa en la figura anterior, la producción decrece de manera significativa del 2012 al 2013 y después presenta un crecimiento importante del 2013 al 2014, sin que esta llegue a alcanzar la producción que se tuvo en el 2012, situación que pudiera entenderse si la JAD hubiera ejecutado un programa de recuperación de pérdidas que impactara en la extracción de agua o en su defecto que hubiera disminuido la disponibilidad de agua en el río Bravo, pero debido a que ninguna de estas dos condiciones se presentaron, la única explicación se reduce a que los registros de producción no son confiables, aseveración sustentada en la inconsistencia que se presenta en la relación que existe entre el volumen potabilizado (suministrado) y el no utilizado (posible agua de rechazo) respecto al volumen total extraído o producido para cada uno de los años de este periodo, relación que representa para el 2012 el 78.6%, para el 2013 el 96.2% y para el 2014 el 91.4% como se muestra en la siguiente figura:

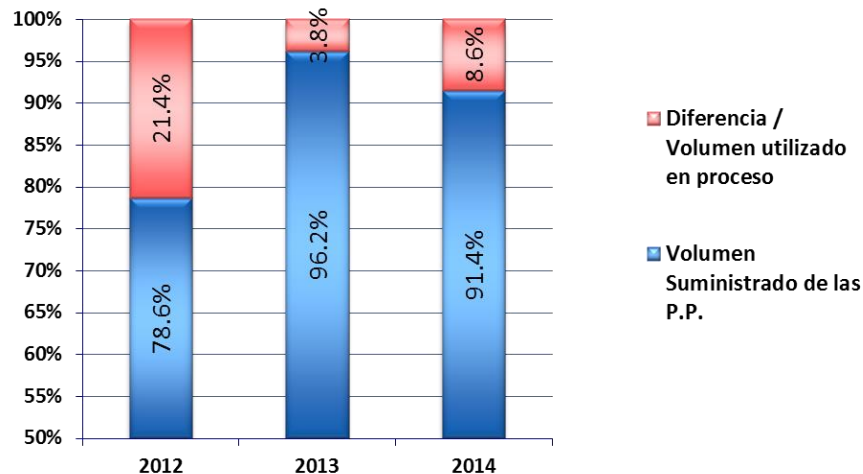


Figura 69. Relación entre volumen producido - suministrado – rechazado

Dentro del periodo de análisis establecido para este estudio que es de mayo del 2014 a abril del 2015, los registros de la JAD indican que se tuvo un volumen extraído o producido de **58,951,179 m³** anuales (58.95 Hm³ al año) que representan **1,869.3 L/s**, a través de la operación de las dos obras de toma sobre el río Bravo.



De esta manera, se presenta en la siguiente tabla y figura el comportamiento que tuvo la producción de agua de forma global (OT1 y OT2) en el periodo de análisis según los registros de la JAD, en comparación con lo que se tiene concesionado para extraer, usar y aprovechar bajo el título de asignación No. 06TAM100224/24HAOC08 de fecha 14 de octubre de 2004 por un plazo de 10 años.

Tabla 62. Volumen de producción registrado durante un año (2014 – 2015)

Mes	Volumen Mensual (m ³)	Volumen Mensual (Hm ³)	Gasto Medio Diario Extraído (L/s)	Captaciones en Operación
Mayo	6,907,260	6.91	2,579	2
Junio	6,520,209	6.52	2,695	2
Julio	4,239,099	4.24	1,583	2
Agosto	4,199,296	4.20	1,620	2
Septiembre	3,878,781	3.88	1,448	2
Octubre	4,592,120	4.59	1,772	2
Noviembre	4,045,112	4.05	1,510	2
Diciembre	4,566,622	4.57	1,705	2
Enero	5,823,080	5.82	2,247	2
Febrero	5,162,264	5.16	1,927	2
Marzo	5,441,031	5.44	2,099	2
Abril	3,576,305	3.58	1,335	2
Suma	58,951,179	58.95	1,869	2

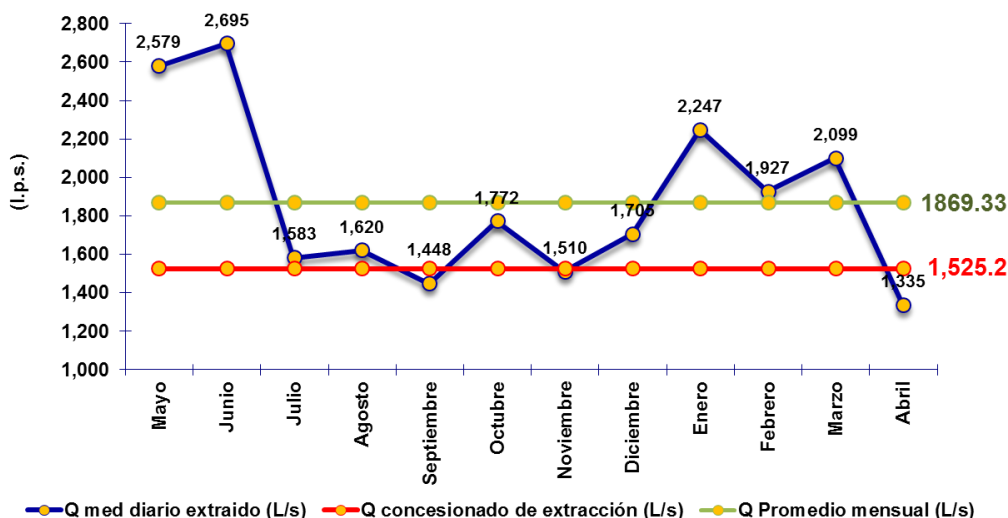


Figura 70. Extracción del Río Bravo vs Caudal concesionado

Como se observa en la figura anterior los registros de extracción de agua de la JAD indican que se tiene una extracción promedio mensual del Río Bravo de **1,869.33 L/s**, la cual representa un 22.6% más de lo que está establecido en la concesión. Por otro lado, es importante señalar que la JAD no proporcionó la información de la producción de manera desglosada por OT.



De igual forma se tiene que los registros de producción de la JAD muestran un comportamiento en la extracción de agua que no se inclina a las temperaturas ambientales que se tienen a lo largo del año, lo que significa que la demanda de agua de la población y por lo tanto la extracción de la misma no depende de las épocas del año, consideración también muy cuestionable para los registros de producción, ya que en la ciudad de Matamoros los cambios de temperatura durante el año son notables y sin duda trascienden en los usos que se le da al agua para la atención de las necesidades de la población.

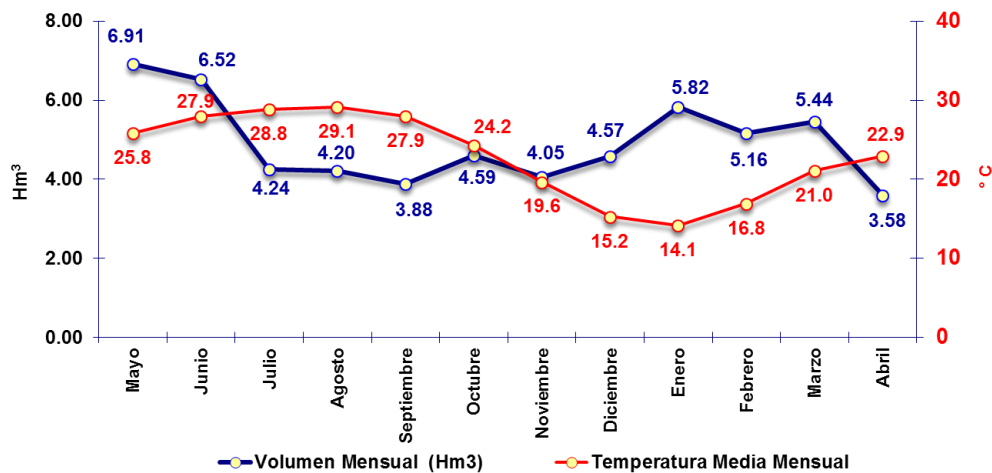


Figura 71. Producción mensual y temperaturas medias mensuales

Volumen producido corregido

Como se mencionó al principio de este sub apartado, la información de los registros de volúmenes producido de la JAD, deben de considerarse como **volúmenes no corregidos de agua producida**, mismos que deben ajustarse o corregirse por los errores que pudieran presentarse.

Para llevar a cabo la corrección de los volúmenes registrados de extracción o producción por la JAD en el periodo de análisis, se llevaron a cabo en las obras de toma mediciones con equipos de pitometría y registradores de velocidad simplex que permiten conocer el caudal que pasa por un conducto a través del tiempo, ya que este último recibe las presiones diferenciales obtenidas por el tubo Pitot y las transforma en velocidades, registrándolas en una carta circular acotada en pies/seg. Con la información que se obtuvo del volumen que se extrae en un día de un mes determinado, sirvió como parámetro para revisar y en su caso ajustar los volúmenes registrados durante el año, conservando el histograma de extracción.

Las mediciones efectuadas sobre las líneas de conducción de las captaciones a las plantas potabilizadoras (extracción agua cruda), se llevaron a cabo en periodos extendidos, es decir un día continuo con registros cada 15 minutos, lo cual permitió conocer para cada una de las obras de captación superficiales con las que cuenta la JAD el histograma de la demanda y el volumen de agua que se extrae.

En la siguiente figura se presenta un plano de la ciudad de Matamoros con la localización de los puntos donde se realizaron las mediciones.

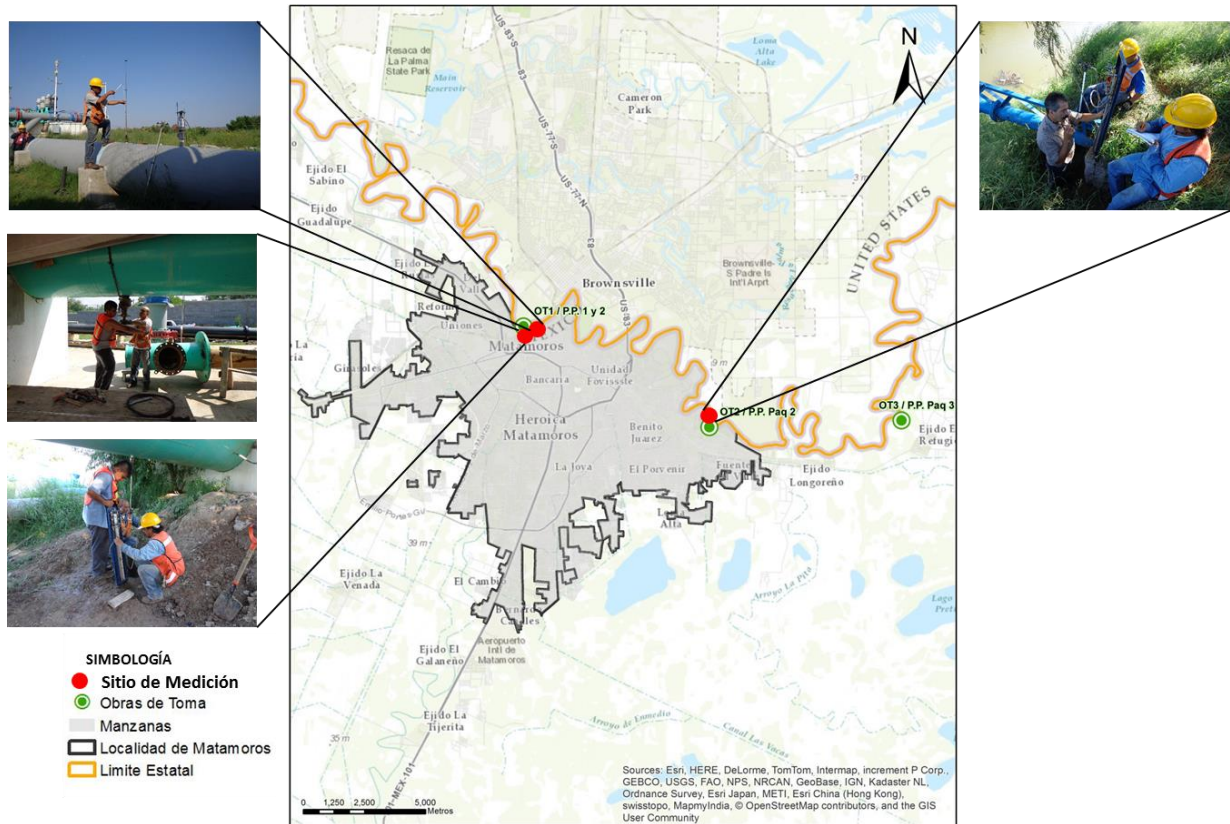


Figura 72. Estaciones de medición para determinar el volumen extraído

Y en la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos en las mediciones, así como en el Anexo 7 se presentan todos los reportes de las mediciones efectuadas en campo y el álbum fotográfico.

Tabla 63. Resultados de las mediciones efectuadas a la llegada a las plantas potabilizadoras

Nombre	Sitio	Medición extendida (más de 24 horas)						Comportamiento de producción en un día (24 hrs)		
		Fecha	Fecha	Vol. Total m ³	Q med L/s	Q max L/s	Q min L/s	Fecha	Vol. Total m ³ /día	Q L/s
OT No. 1 a Lagunetas	Salida	01/10/15	02/10/15	119,557.37	1,376.60	1,376.60	1,376.60	01/10/15	118,937.90	1,376.60
OT No. 1 a P.P. No.1	Salida	03/10/15	04/10/15	60,387.47	695.39	734.18	592.99	03/10/15	60,067.25	695.22
OT P.P. Paq. No. 2 (6")	Salida	30/09/15	01/10/15	9,768.09	112.47	112.47	112.47	30/09/15	9,717.48	112.47
Total				189,712.93	2,184.46	2,223.25	2,082.06		188,722.64	2,184.29

Como puede observarse en la tabla anterior el gasto medio bombeado a las lagunetas desde donde se bombea a la planta potabilizadora No. 2 y Paquete 1 y se envía por gravedad a la Planta Potabilizadora No. 1 fue de **1,376.6 L/s.**; a la planta potabilizadora No. 1 fue de **695.22 L/s.** y a la planta potabilizadora Paquete No. 2 fue de **112.47 L/s.**, extracciones que suman un volumen diario extraído del Río Bravo de **188,722.64 m³**, que representan **2,184.3 L/s.**

En cuanto al comportamiento horario de la extracción del agua del Río Bravo a las lagunetas o lagunas de pre sedimentación, se puede señalar que las veinticuatro horas del día se bombea con 3 equipos (1, 2 y 3), los cuales proporcionan todo el tiempo el mismo caudal con la misma presión de trabajo, debido a que la



línea de conducción que funciona como canal no tiene compuerta por lo tanto la descarga es libre a las lagunetas, situación diferente a la que se presenta en el bombeo a la Planta Potabilizadora No. 1 con las bombas 4 y 5, en donde se tiene una ligera variación del orden del 6.5% en el caudal y un 2% en la presión de trabajo, ya que a las 12:15 hrs se presentó la mayor extracción de agua con un caudal de 722.9 L/s y una presión de 1.16 Kg/cm² y a las 04:15 hrs., se presentó la menor extracción de agua con un caudal de 677.7 L/s y una presión de 1.8 Kg/cm², derivado probablemente de algún movimiento de restricción a la llegada a la planta potabilizadora No. 1, motivado por la disminución de la demanda de agua en horarios nocturnos, tal y como se muestra en las siguientes figuras y en el Anexo 7 se presenta los análisis efectuados.

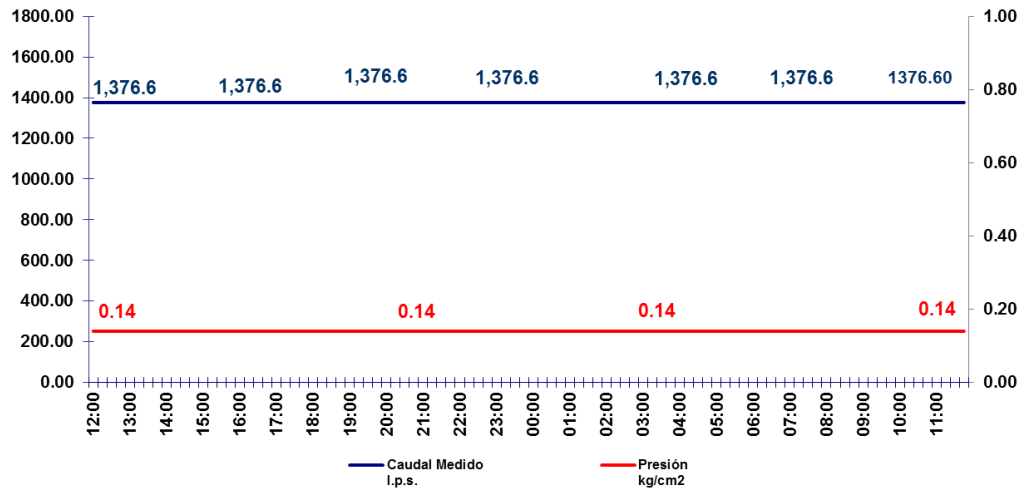


Figura 73. Comportamiento horario del bombeo de la OT No. 1 del Río Bravo a Lagunetas

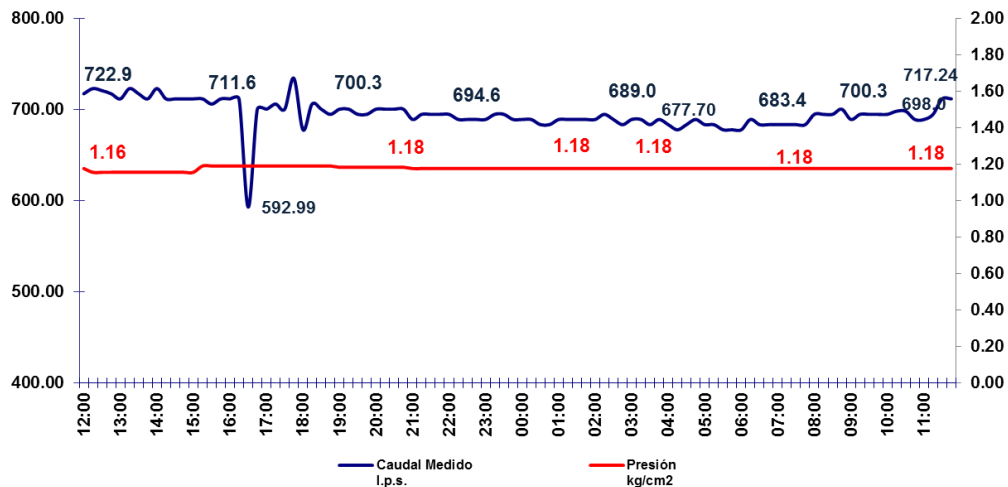


Figura 74. Comportamiento horario del bombeo de la OT No. 1 del Río Bravo a P.P. No. 1

Algo similar a lo que sucede en la OT 1 bombas 1, 2 y 3, sucede en la OT2 que abastece a la PP-01, ya que las veinticuatro horas del día se bombea con un equipo de 75 hp, que proporciona todo el tiempo el mismo caudal con la misma presión de trabajo, debido a que la línea de conducción que descarga en la



potabilizadora Paquete 2 no tiene compuerta por lo tanto descarga libremente a un tanque, tal y como se muestra en la siguiente figura.

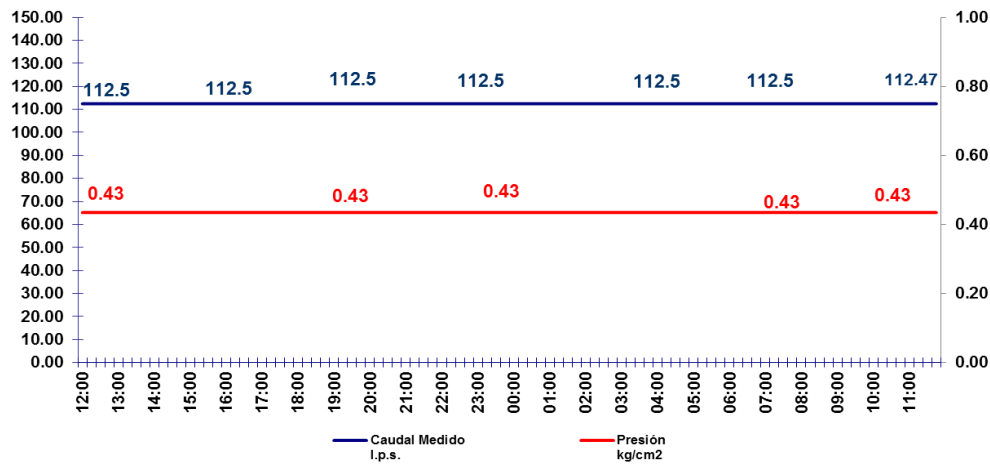


Figura 75. Comportamiento horario del bombeo de la OT No. 2 del Río Bravo a P.P. Paq. No. 2

Con estos resultados de las mediciones se determinó el error de precisión o estimación de los volúmenes registrados como producidos o extraídos a partir de los procedimientos y las recomendaciones señaladas en las Normas Mexicanas y en las publicaciones de la CONAGUA⁹ que establecen como error de precisión o estimación el que se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\text{Err} = \frac{(Q_{\text{medidor}} - Q_{\text{patrón}})}{Q_{\text{patrón}}} \times 100$$

De esta manera se tiene que el error de estimación de agua cruda extraída en las dos obras de toma resultó de **-18.89%**, lo que significa que de manera global la JAD **Submide** el volumen extraído de sus obras de toma. En la siguiente tabla se presenta el ajuste realizado a los volúmenes extraídos registrados por la JAD durante mayo del 2014 a abril del 2015.

Tabla 64. Corrección del volumen extraídos en el periodo de análisis

No.	Nombre de la Obra de toma	Volumen Registrado sin corregir		% de Error de estimación de macromedición	Volumen Registrado corregido		Diferencia de Caudal L/s
		Volumen Total m³/año	Caudal L/s		Volumen Total m³/año	Caudal L/s	
1	OT No. 1	55,797,579	1769.33	-19.31%	66,574,771	2111.07	341.74
2	OT No. 2	3,153,600	100.00	-11.09%	3,503,273	111.09	11.09
	TOTAL	58,951,179	1,869.3	-18.89%	70,078,044	2,222.2	352.8

Con estos errores de subestimación, se procedió a corregir los datos de volumen producido de cada mes, extrapolando dichos resultados a todos los meses del año para cada una de las captaciones. En la siguiente tabla se presenta el volumen corregido extraído por mes.

⁹ Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable.- CONAGUA.



Tabla 65. Volumen producido corregido, durante el periodo de análisis

Mes	Volumen Mensual (m ³)	Volumen Promedio Diario (Hm ³)	Gasto Medio Diario Extraído (L/s)
Mayo	8,219,349	265,140	3,068.8
Junio	7,759,672	277,131	3,207.5
Julio	5,035,838	162,446	1,880.2
Agosto	4,989,058	166,302	1,924.8
Septiembre	4,605,925	148,578	1,719.7
Octubre	5,457,755	181,925	2,105.6
Noviembre	4,804,383	154,980	1,793.8
Diciembre	5,426,621	175,052	2,026.1
Enero	6,926,473	230,882	2,672.3
Febrero	6,137,311	197,978	2,291.4
Marzo	6,470,632	215,688	2,496.4
Abril	4,245,027	136,936	1,584.9
Suma /promedio	70,078,044	191,995	2,222.2

Finalmente se tiene que el volumen corregido extraído de las fuentes de abastecimiento que operó la JAD en el periodo de análisis fue de **70, 078,044 m³ (70.08 Hm³/año)**, que representan un caudal medio diario extraído (Q med diario) de **2,222 L/s**.

Por último, la JAD cuenta con una fuente alterna de suministro de agua, utilizando para esto la infraestructura de los canales del distrito de riego 025, específicamente el Canal Soliseño, que va desde el Ejido las Rusias al sistema de Lagunetas (1 y 2) con un recorrido aproximado de 5 kilómetros.

Potabilización

La JAD cuenta con 4 Plantas Potabilizadoras con una capacidad global de 2,800 L/s, que tratan el agua del Río Bravo durante los doce meses del año, ya que de esta fuente superficial se extrae el 100% del volumen de agua que se suministra a los usuarios del servicio. En la siguiente tabla y figura se presenta la información de la localización de dichas plantas potabilizadoras.

Tabla 66. Localización de las Plantas Potabilizadoras y Plantas Paquete

No.	ID	Nombre	Coordenadas UTM y elevaciones		
			X	Y	Z
1	PP-01	Planta Potabilizadora No.1	649,860.4	2,864,352.1	10.0
2	PP-02	Planta Potabilizadora No.2	647,546.0	2,859,850.0	9.3
3	PPTP-01	Planta Paquete No.1	648,216.2	2,862,889.3	10.4
4	PPTP-02	Planta Paquete No.2	656,026.0	2,859,709.0	7.3

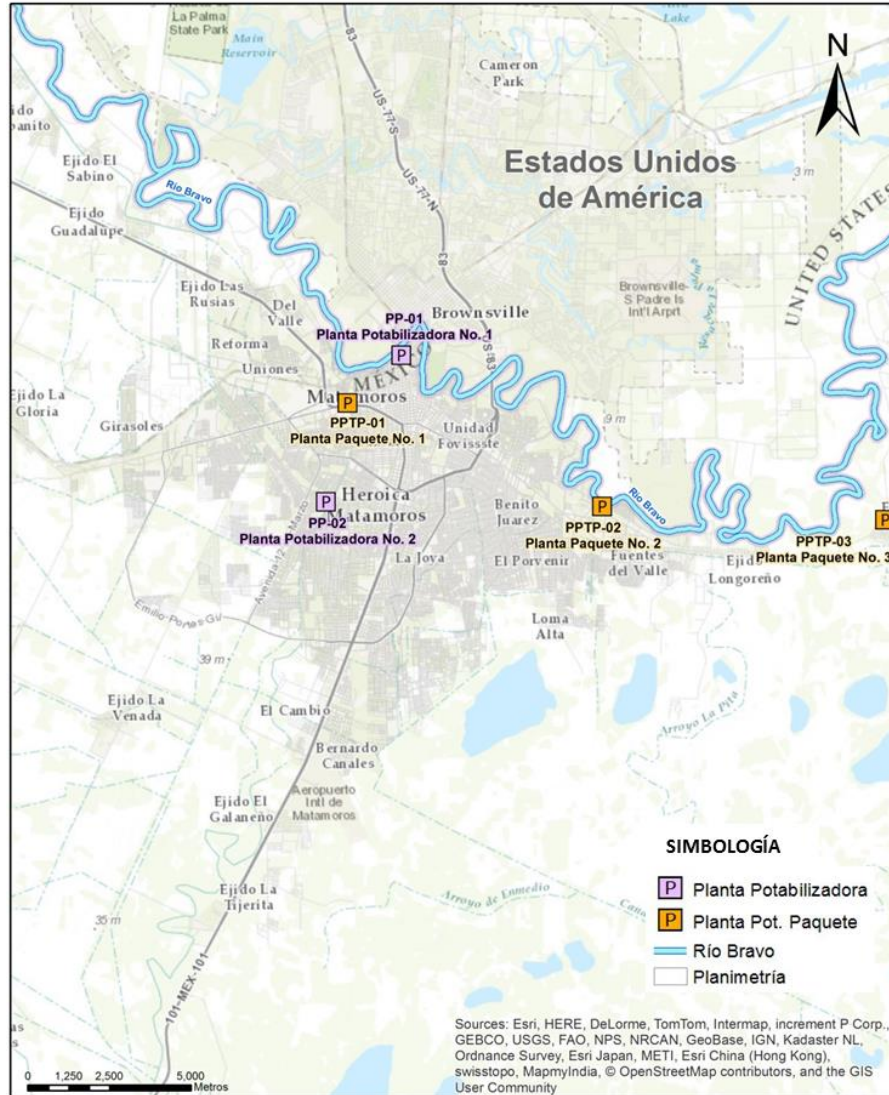


Figura 76. Localización de las Plantas Potabilizadoras y Plantas Paquete



Figura 77. Planta Potabilizadora 1 y 2



Figura 78. Planta Potabilizadora Paquete 1 y 2

En las siguientes tablas se presentan algunos datos técnicos de las mismas:

Tabla 67. Procesos de Potabilización en las Plantas

No.	ID	Proceso de Potabilización	Capacidad de Pot. (L/s)	Tipo de Desinfectante	Marca	Cantidad de Tanques de Floculación	Capacidad de Almacenamiento de Proceso de Floculación (m ³)	Capacidad de Almacenamiento de Agua Clara (m ³)
1	PP-01	Floculación y Sedimentación de Alta Eficiencia	1,200	Cloro	Wallace & Altiernan	6	864	6,000
2	PP-02	Sistema Convencional con Floculador de paletas y Filtro tipo dual	1,400	Cloro	Wallace & Altiernan	2	1,784	10,000
3	PPTP-01	Precloración, floculador hidráulico, sedimentor de flujo directo, rebombeo a 6 filtros de presión	100	Cloro	Wallace & Altiernan	----	----	----
4	PPTP-02	Precloración, floculador hidráulico, sedimentor de flujo directo, rebombeo a 9 filtros de presión	100	Cloro	----	----	----	----

A continuación se presenta un breve descripción de los procesos de potabilización de cada una de las plantas potabilizadoras, así mismo se presenta la información actual de la calidad del agua, los volúmenes suministrados a la red registrados por la JAD, los volúmenes medidos y la corrección de de los volúmenes registrados por la JAD como suministro en el periodo de análisis.

Planta potabilizadora N. 1 (PP-01)

La PP-01 fue rehabilitada y ampliada, actualmente tiene capacidad para potabilizar 1,200 L/s. En la ampliación se consideró la implementación de un sistema de Floculación – Sedimentación de alta eficiencia que utiliza elementos de aglutinamiento o lastre para acelerar la sedimentación de las partículas.



Sin embargo, la ampliación no se concluyó, opera solo una parte ya que el bombeo de ingreso a la planta sigue siendo el mismo con el que se contaba de origen, sólo se construyó una caja derivadora, así como la estructura para recuperar el agua del lavado de filtros esta inconclusa.

Por el lado del proceso de floculación este es de alta tasa con capacidad de tratamiento mínimo de $22 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$. Sin embargo los floculadores que se instalaron no son de la capacidad que debieran y se truenan constantemente, no siendo esta falla impedimento para meter el agua a los siguientes procesos de tratamiento, pero con una insuficiencia que se ve reflejada en la calidad del agua a la salida de la planta.

Se cuenta con dos módulos con tres tanques de floculación cada uno con un tiempo de retención total de 8 minutos; la altura de los tanques es de 4 metros con una capacidad de 144 m^3 de almacenamiento.

Para el sedimentador, el proceso de floculación lastrada tiene una carga superficial de $50 \text{ m}^3/\text{h}$, con un área superficial de 43.2 m^2 y un volumen de almacenamiento de 172.8 m^3 . El tiempo de retención es de 4.8 minutos.

El tiempo de retención floculación sedimentador por módulo es de 8 minutos más 4.8 minutos, da un total de 12.8 minutos. La cantidad de arena a reponer es de $207.36 \text{ kg}/\text{día}$.

Los filtros existentes están equipados con un falso fondo, una cama de arena y otra de antracita, con lo que se clasifican como filtros de tipo dual de alta tasa. El retrolavado de los mismos es de aire-agua, que se realiza mediante bombeo o en su caso se puede utilizar el tanque elevado ubicado dentro de la PP1.

El aire se suministra mediante sopladores; la operación de los filtros se controla con niveles en cada uno de ellos y medidores de turbiedad a la salida para indicar y operar el ciclo de lavados, este último se realiza operando las válvulas de mariposa por medio de actuadores eléctricos y control automático

En total se cuenta con 16 filtros, 14 de ellos con 25 m^2 cada uno y dos de 21 m^2 , para un área total de 392 m^2 , con lo que se tiene capacidad para filtrar 1260 L/s que incluye las corrientes recirculadas, sin embargo algunos filtros están fuera de operación por falta de mantenimiento al medio filtrante.

En los filtros que operan el espesor de la cama de arena es de 300 mm y el de antracita de 450 mm. La cantidad requerida aproximada de medio filtrante es de 152 toneladas de antracita y 210 toneladas de arena sílica, además se utiliza grava como soporte del medio filtrante.

Se cuenta con el tanque espesador de lodos, en este tanque se recibe la purga de los lodos procedentes de la unidad de floculación de alta tasa y el agua del primer lavado de los filtros. El caudal de agua procedente de la purga de la floculación de alta tasa y del primer lavado de los filtros es de 62 L/s en promedio con variaciones que pueden alcanzar hasta los 100 L/s .

En el tanque de agua clara se recibe el agua filtrada, donde se dosifica el cloro para la desinfección final del agua, tiene medidores de nivel y bombas que suministran la presión necesaria para la distribución a la red de la ciudad, actualmente se cuenta con un tanque de almacenamiento de $5,000 \text{ m}^3$.

Para el retrolavado de los filtros se cuenta con 2 bombas centrifugas verticales (una en operación y otra de reserva) con variador de velocidad, para un caudal de 273 L/s cada una y una presión de operación de 9.17 metros columna de agua.



También se tienen dos bombas (una en operación y otra de reserva) para el manejo de aguas recuperadas con capacidad para bombear 50 L/s con una carga de 6.24 metros columna de agua; las bombas son del tipo centrifugas verticales.

Se cuenta con dos bombas para el manejo de lodos espesados; una de reserva y otra en operación con variador de velocidad, para un gasto de 25 L/s cada una y una carga de 7.42 metros columna de agua. Y para el desaguado de lodos se instalaron dos bombas de 10 L/s con carga de 9.13 mca, ubicadas en el tanque espesador de lodos.

Al realizarse la rehabilitación de la planta se instalaron válvulas con actuadores eléctricos con sistema PLC y computadoras para la operación automática del sistema.

No existe un programa de mantenimiento a los diferentes procesos del tren de potabilización, atendándose las fallas como van saliendo y muchas de ellas de manera constante, es decir, que todos los días requieren de su atención ocupando personal para su atención.

Por lo que toca a la calidad del agua que se obtiene de la planta potabilizadora No. 1, la JAD proporcionó la información de sus reportes diarios de control de procesos y se obtuvo un promedio bimestral, los cuales se presentan a continuación, así como los resultados obtenidos de un muestreo y análisis efectuado en abril del 2016 por un laboratorio certificado por la EPA.

Tabla 68. Resultados promedios diarios del muestreo diario en la Planta Potabilizadora No. 1

No.	Nombre de la Captación:			Planta Potabilizadora No.1			
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)		1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre
				Periodo de muestreo			
				Ene-Mar 2014	Abr-Jun 2014	Jul-Sep 2014	Oct-Dic 2014
Características microbiológicas							
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	N/D	N/D	N/D	N/D
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	N/D	N/D	N/D	N/D
Características físicas u organolépticas							
3	Turbiedad*	5.0	NTU	1.7	1.4	1.5	2.5
Características químicas							
4	Cloro residual libre	0.2	1.5	1.9	2.0	2.0	1.9
5	Cloruros*	250	mg/L	224	177	148	219
6	Dureza total *	500	mg/L	443	389	332	418
7	pH*	6.5	8.5	7.3	7.3	7.3	7.40
8	Sólidos disueltos totales*	1000	mg/L	991	922	851	997.0
9	Sulfatos*	400	mg/L	281	237	264	350.00
10	Alcalinidad	No aplica		134	129	106	126.0



Tabla 69. Calidad del agua de la P.P. No. 1 (Laboratorio Certificado)

No.	Nombre de la Captación:			Planta Potabilizadora No.1
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)		2do trimestre
		Periodo de muestreo		
Características microbiológicas				
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	2.0
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	2.0
Características físicas u organolépticas				
3	Color *	20.0	Upt-Co	3.0
4	Olor y sabor *	agradable		agradable
5	Turbiedad*	5.0	NTU	1.0
Características químicas				
6	Aluminio *	0.2	mg/L	0.1
7	Arsénico*	0.025	mg/L	0.0
8	Bario	0.7	mg/L	0.5
9	Cadmio*	0.005	mg/L	0.0
10	Cianuros	0.07	mg/L	0.0
11	Cloro residual libre	0.2-1.5	mg/L	2.0
12	Cloruros*	250	mg/L	226.1
13	Cobre	2.00	mg/L	0.3
14	Cromo total	0.05	mg/L	0.0
15	Dureza total *	500	mg/L	314.4
16	Fenoles o compuestos fenólicos *	0.3	mg/L	0.1
17	Fierro*	0.30	mg/L	0.2
18	Fluoruros	1.5	mg/L	0.5
19	Manganeso*	0.15	mg/L	0.1
20	Mercurio	0.001	mg/L	0.0
21	Nitratos*	10.00	mg/L	0.1
22	Nitritos*	1.00	mg/L	0.0
23	Nitrógeno amoniacal*	0.5	mg/L	0.3
24	pH*	6.5-8.5	U de Ph	6.8
25	Plomo *	0.01	mg/L	0.0
26	Sodio	200	mg/L	175.9
27	Sólidos disueltos totales*	1000	mg/L	901.0
28	Sulfatos*	400	mg/L	339.5
29	Sustancias activas al azul metileno (SAAM) *	0.5	mg/L	0.1
30	Yodo residual libre	0.2-0.5	mg/L	0.2
31	Zinc	5.0	mg/L	0.0
Hidrocarburos aromáticos en microorganismos:				
32	Benceno	10	mg/L	10.0
33	Etilbenceno	300	mg/L	10.0
34	Tolueno	700	mg/L	10.0
35	Xileno (tres isómeros)	500	mg/L	30.0



Como puede observarse en la tablas anteriores, según los resultados del análisis realizado por el laboratorio certificado por la EPA, del agua que se produce en la planta potabilizadora No. 1, la gran mayoría de los parámetros analizados no rebasan los límites permisibles de la NOM – 127 – SSA1 -1994, sin embargo, los coliformes totales y fecales resultaron por arriba de dichos límites, por lo que se pudiera considerar el agua que se produce en la planta potabilizadora No. 1 no apta para uso y consumo humano, porque contiene contaminantes objetables (agentes infecciosos) y que por lo tanto causaran efectos nocivos a la salud de quien la consume. Además, como se mencionó la JAD no lleva una vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano como lo establece la NOM – 179 – SSA1 - 1998, que además de establecer la periodicidad en la que debe de realizarse el programa de análisis de la calidad del agua, indica los parámetros que deben de analizarse según el Apéndice Normativo No. 1 de la misma Norma, e indica que los Organismos Operadores deben contar con Certificado de Calidad Sanitaria del Agua, otorgado por la Secretaría de Salud, siendo el propio Organismo el responsable del cumplimiento de los Programas de Análisis de Calidad del Agua, Inspección de Instalaciones Hidráulicas, Mantenimiento y Capacitación.

En cuanto a los registros de producción que proporcionó la JAD del periodo analizado (mayo 2014 a abril 2015) se tiene que se produjo y por lo tanto se suministró a la zona de abastecimiento de la planta potabilizadora No. 1 un volumen de **20, 978,444 m³/año**, que representan un gasto medio de **665.22 L/s**, el cual también debe de considerarse como **volúmenes no corregidos de agua producida** en el periodo de análisis. El histograma de producción y suministro se presenta a continuación.

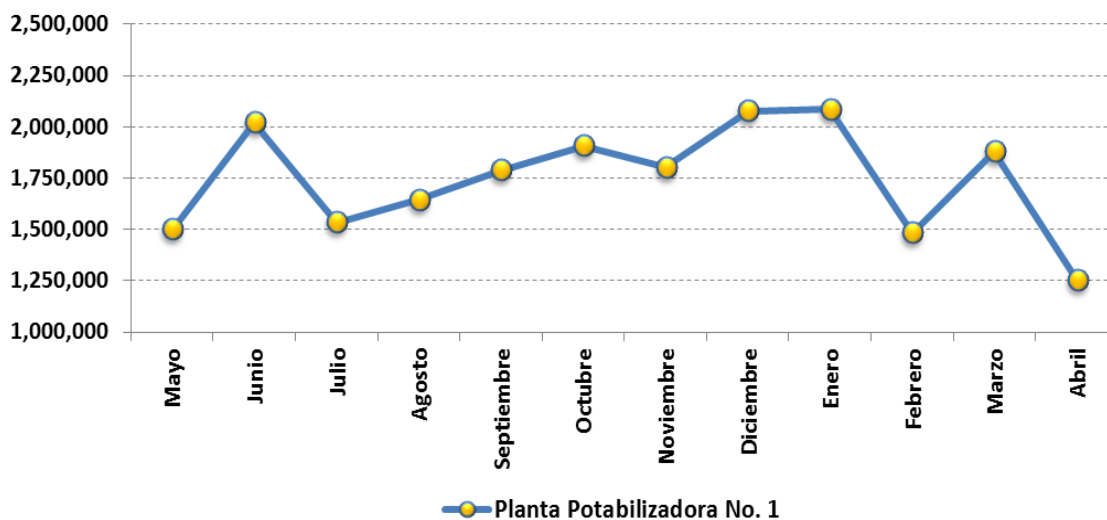


Figura 79. Producción total de agua de la Planta Potabilizadora No. 1 (m³/mensual)

Por lo que toca al agua que llega a la planta potabilizadora No. 1, esta llega por dos conducciones que antes de entrar a la planta se interconectan, llegando una sola tubería de 36” que conduce tanto el agua que es bombeada de la OT 1 con las bombas 4 y 5, como la que es conducida por gravedad de la OT de la laguneta y rebombada en la estación 7 Tamaulipas. Y en cuanto al agua que se produce y se suministra a la red de distribución, esta se extrae de la planta potabilizadora No. 1 a partir de 3 estaciones de bombeo localizadas una al Poniente y dos al Oriente de dicha planta potabilizadora.

La casa de bombeo de lado Poniente tiene una salida con una tubería de 16 pulgadas de diámetro que posteriormente se convierten en dos líneas de 30 y 10”, en esta casa de bombeo se tienen 4 equipos de los



cuales operan sólo 2 (C1 y M1) con un caudal promedio de 170 L/s cada uno y una carga de 2.6 kg/cm², el caudal que se produce y se entrega a la red con estos dos equipos oscila entre los 313 L/s y los 385 L/s.

Al lado Oriente de la PP1 existen otras dos casas de bombas que mandan el agua potabilizada, una al tanque No. 4 (Equipo 1 y 2 de Alta Rendimiento) y otra a la red de distribución de la zona Oriente (C7 y M2) con una línea de 16" de diámetro. El equipo C7 también se utiliza para realizar el retrolavado de los filtros, además se controla la presión de esta línea aguas arriba de la conexión con la salida de la bomba M2 para no bloquear el ingreso de agua de esta última, a través de un retorno a la cisterna de agua clara. Cuando la bomba C7 inyecta sólo a la línea de la red, baja el caudal que aporta la bomba M2 y cuando se utiliza la C7 para el retrolavado el caudal de la M2 aumenta hasta un 40% más.

Los equipos C7 y M2 inyectan a la red un caudal promedio de 250 L/s con una carga de 2.6 kg/cm², el caudal que se produce y se entrega a la red por esta casa de bombeo oscila entre los 332 L/s y los 189 L/s.

El bombeo que va al tanque No. 4 cuenta con 3 equipos de los cuales sólo operan dos equipo de bombeo que envían agua a los Tanques Elevados 4 y 2, con un caudal de 150 L/s y 4.55 kg/cm² de presión cada uno de ellos, estos equipos cuentan con motores de alta eficiencia que se instalaron en el año 2009, para mayor detalle de la potabilización y la calidad del agua consultar los anexos 6 y 8.



Figura 80. Salidas de la Red Pte con equipo C1 y M1 y Red Ote con equipo M2

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los equipos de bombeo instalados en las casas de bombas de la planta potabilizadora No. 1 y en las siguientes figuras se presenta el comportamiento horario de la llegada y las salidas por bombeo de la misma planta potabilizadora, de acuerdo a las mediciones efectuadas al amparo de este contrato. En el Anexo 6 se presenta todos los reportes y álbumes fotográficos.



Tabla 70. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PP – 01

No.	Equipo	Status	Tipo de Equipo de Bombeo	Potencia (hp)	Registro de Gasto por equipo (L/s)	Presión Manométrica (mca)	No. Líneas de Salida	Diámetro de Línea de Salida (in)	Material de Línea de Salida	Destino
1	Bomba C1 (Lado Pte.)	OP	Horizontal	125	170	26	2	30 y 10	Fo.Fo.	A la Red del Sector Poniente
2	Mongola M1 (Lado Pte.)	OP	Vertical	125	170	26				
3	C7 (Lado Ote.)	OP	Horizontal	150	70	26	1	16	PVC	Lavado de Filtros y Sector Oriente
4	C6 Presión (Lado Ote.)	F.O.	Horizontal	150	----	-----	1	16	PVC	A la Red del Sector Oriente
5	C10 Presión (Lado Ote.)	Emergencia	Horizontal	125	----	-----				
6	Mongola 2 (Lado Ote.)	OP	Vertical	125	180	26				
7	1 Alto Rendimiento (Lado Pte.)	OP	Vertical	125	150	45	1	36	PVC	Tanque 4 - Reb. Tanque Elevado 2 / Reb. Praderas / Reb. Portales
8	2 Alto Rendimiento (Lado Pte.)	OP	Vertical	125	150	45				
9	3 Alto Rendimiento (Lado Pte.)	F.O.	Vertical	125	----	-----				

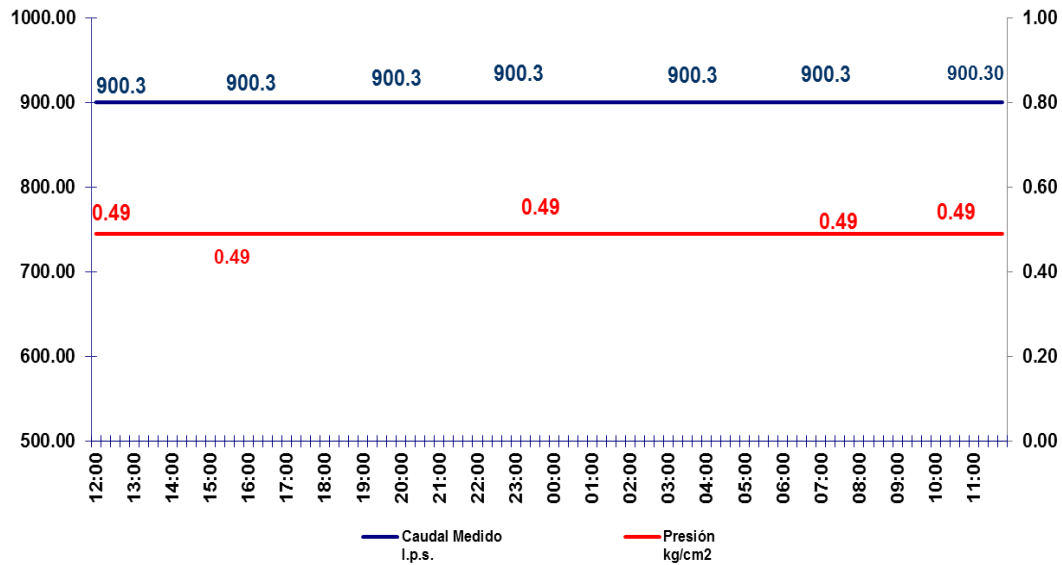


Figura 81. Comportamiento horario de la entrada de agua a la Planta Potabilizadora de la OT 1 (bombas 4 y 5) y el rebombeo 7 Tamaulipas

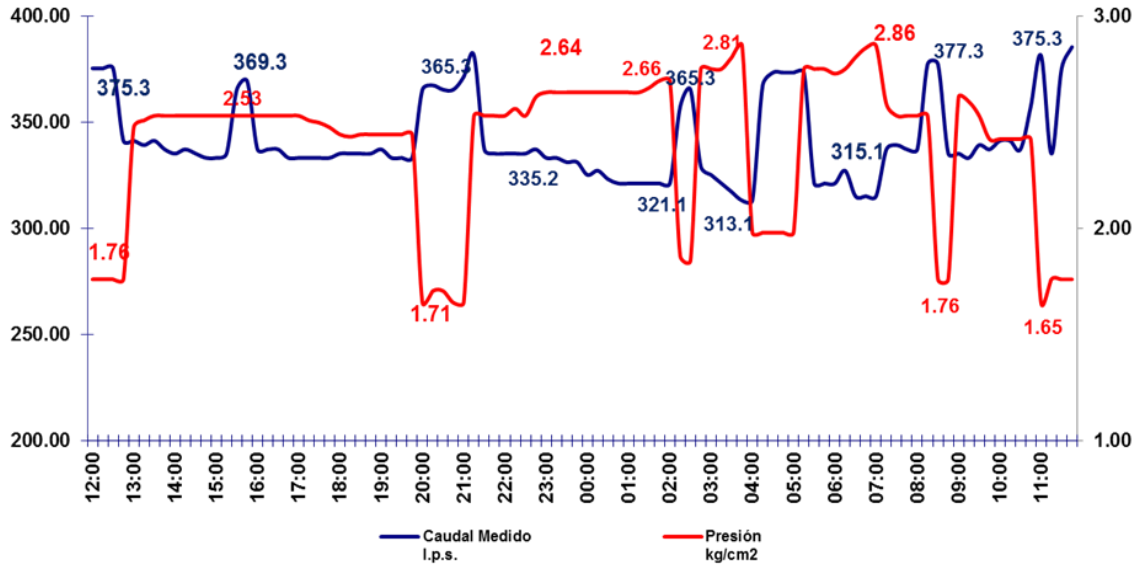


Figura 82. Comportamiento horario del bombeo a la red de la zona Poniente con bombas C1 y M1

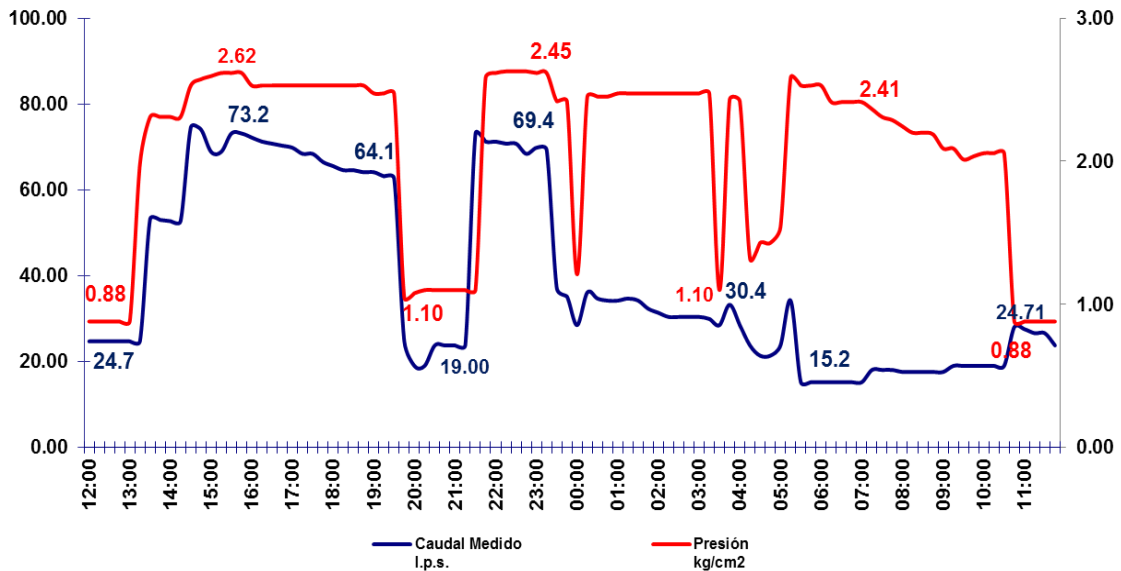


Figura 83. Comportamiento horario del bombeo a la red zona Ote con la bomba C7

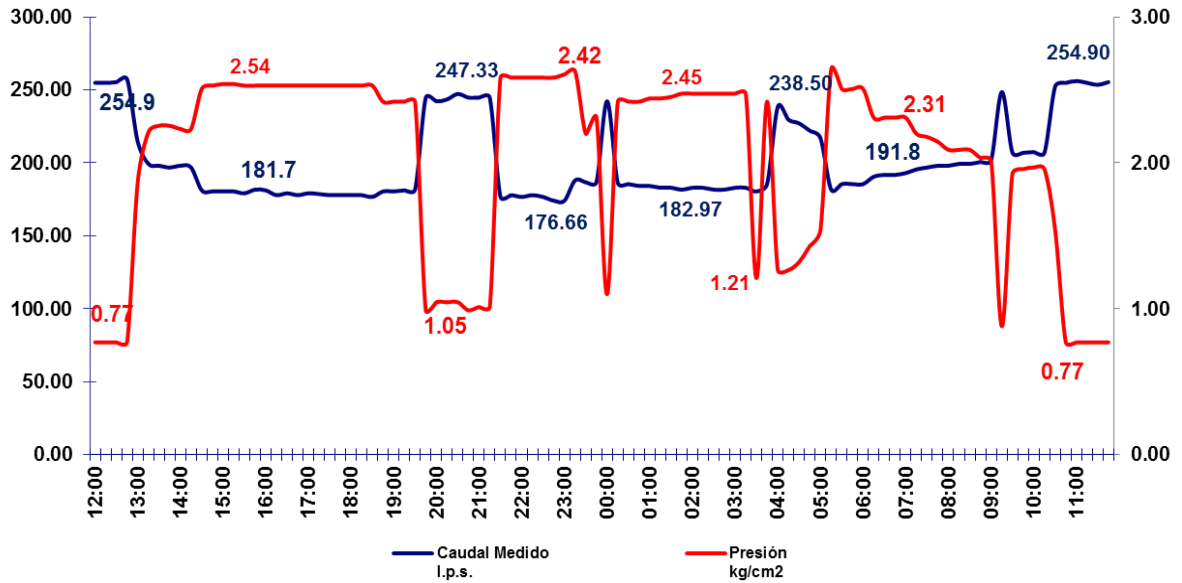


Figura 84. Comportamiento horario del bombeo a la zona Oriente con la bomba M2

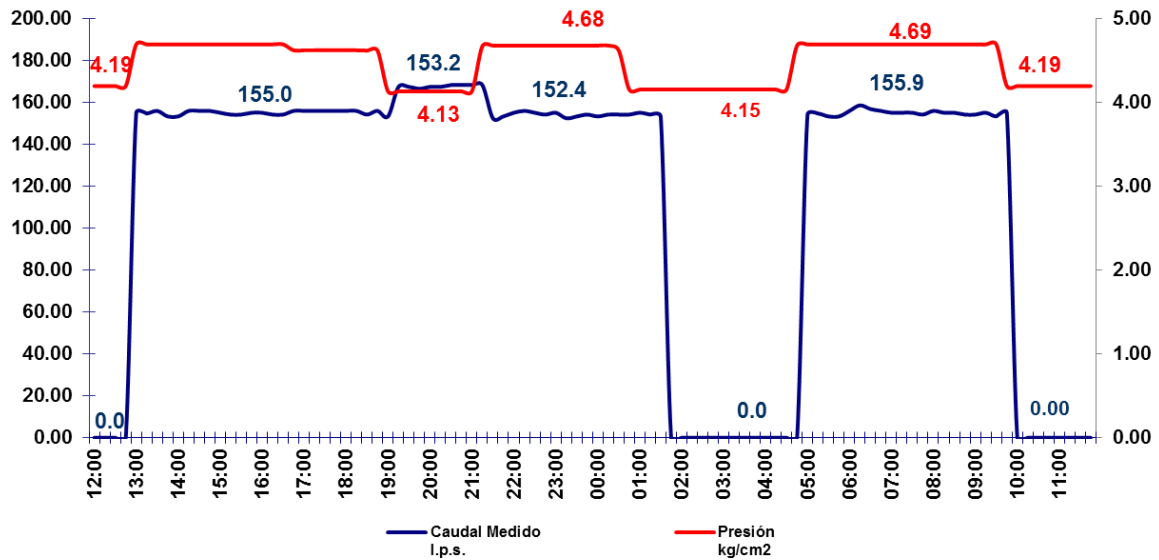


Figura 85. Comportamiento horario del bombeo al tanque No. 4 con la bomba No. 1 (Alto Rendimiento), lado Oriente.

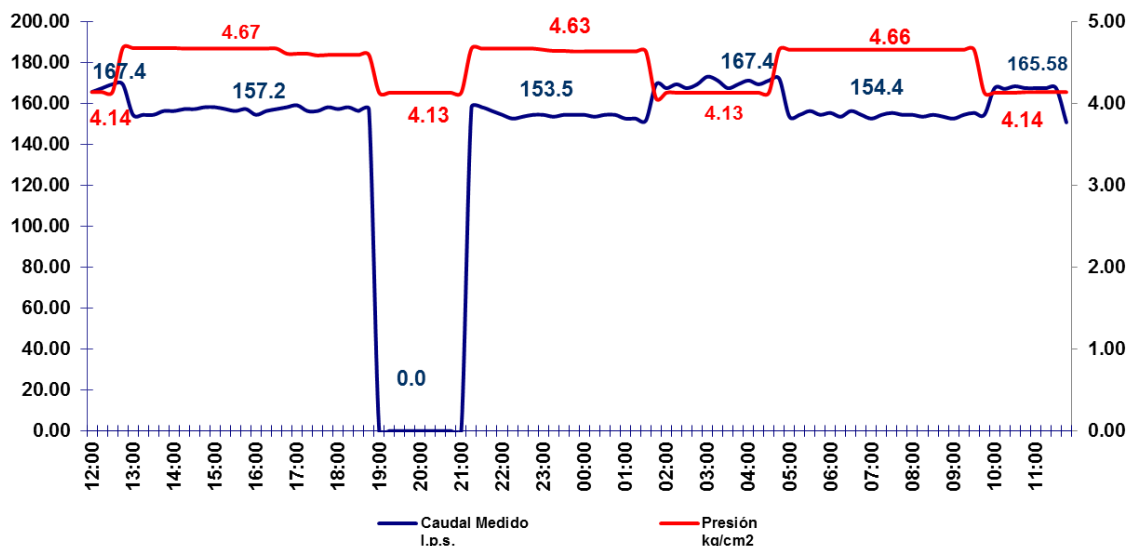


Figura 86. Comportamiento horario del bombeo al tanque No. 4 de la bomba no. 2 (Alto Rendimiento), lado Oriente

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos en las mediciones, así como en el Anexo 7 se presentan todos los reportes de las mediciones efectuadas en campo y el álbum fotográfico.

Tabla 71. Resultados de las mediciones efectuadas a la entrada y salida de la P.P. No. 1

Nombre	Sitio	Medición extendida (más de 24 hrs.)						Comportamiento de producción en un día (24 hrs)		
		Fecha	Fecha	Vol. Total m ³	Q med L/s	Q max L/s	Q min L/s	Fecha	Vol. Total m ³ /día	Q L/s
Entrada a la P.P. No 1 (Agua cruda)	Entrada	03/10/15	04/10/15	78,191.39	900.30	900.30	900.30	03/10/15	77,786.26	900.30
A la red equipo C1 y M1 (Lado Pte)	Salida	06/10/15	07/10/15	29,640.13	341.28	385.35	313.10	06/10/15	29,486.59	341.28
A la red con equipo C7 (Lado Ote)	Salida	03/10/15	04/10/15	3,413.91	39.49	74.59	15.20	03/10/15	3,380.35	39.12
A la red con equipo M2 (Lado Ote)	Salida	03/10/15	04/10/15	17,478.37	201.14	257.42	174.14	03/10/15	17,396.83	201.35
A tanque 4 con equipo No 1 AR (lado Ote)	Salida	03/10/15	04/10/15	10,060.62	116.04	168.21	0.00	03/10/15	9,990.87	115.64
A tanque 4 con equipo No 2 AR (lado Ote)	Salida	03/10/15	04/10/15	12,517.26	144.19	173.02	0.00	03/10/15	12,446.52	144.06
Suma salidas				73,110.29	842.15	1,058.60	502.44		72,701.15	841.45
Balance				5,081.10	58.16	-158.29	397.86		5,085.11	58.86

Como puede observarse en la tabla anterior el gasto medio promedio que ingresa a la planta potabilizadora No. 1 es de **900.3 L/s.**, el cual es extraído del río bravo a través de la OT 1 con las bombas 4 y 5 que bombean un caudal de 695.2 L/s, mas 205.1 L/s que se extraen de la laguneta mediante la casa que alberga unas compuertas a partir de las cuales se conduce el agua por gravedad hasta el rebombero 7 Tamaulipas, de donde se bombea hasta interconectarse con la línea de la OT 1, para llegar a la potabilizadora con una



tubería de 36” de diámetros. Así como el caudal que se produce y suministra a la red de distribución de la zona que abastece dicha planta tanto del lado Ote., como Pte., el cual resultó de **841.5 L/s.**, quedándose en el proceso de la planta (lavado de filtros y recuperación de arenas) y en las ineficiencias de la misma un caudal promedio de **59 L/s.**, los cuales no son aprovechados en beneficio de la población de Matamoros.

Con estos resultados de las mediciones efectuadas, se determinó al igual que para el volumen extraído de las obras de toma, el error de precisión o estimación de los volúmenes registrados como producidos o suministrados a la red de distribución a partir de la planta potabilizadora No. 1.

De esta manera se tiene que el error de estimación de agua suministrada de la Planta Potabilizadora No. 1 resultó de **-12.56%**, lo que significa que de manera global la JAD **Submide** el volumen suministrado de dicha planta. En la siguiente tabla se presenta el ajuste realizado a los volúmenes extraídos registrados por la JAD durante mayo del 2014 a abril del 2015.

Tabla 72. Corrección del volumen producido o suministrado de la Planta Potabilizadora No. 1

No.	Nombre	Volumen Registrado sin corregir		% de Error de estimación de macromedición	Volumen Registrado corregido		Diferencia de Caudal L/s
		Volumen Total m ³ /año	Caudal L/s		Volumen Total m ³ /año	Caudal L/s	
1	Planta Potabilizadora No. 1	20,978,444	665.22	-12.56%	23,614,066	748.80	83.58

Finalmente se tiene que el volumen corregido suministrado de la planta potabilizadora No. 1 que operó la JAD en el periodo de análisis fue de **23, 614,066 m³ (23.61 Hm³/año)**, que representan un caudal medio diario extraído (Q med diario) de **748.8 L/s**, el cual es inferior a la capacidad de la planta potabilizadora que es de 1,200 L/s.

Plantas potabilizadora N. 2 (PP-02)

La antigüedad de la PP2 es de 28 años, con una ampliación realizada hace 12 años. La capacidad de producción es de 1,400 L/s, operando actualmente con caudales que oscilan entre los 800 y los 1,000 L/s.

El tipo de potabilización es de sistema convencional con floculador de paletas y filtro tipo dual con falso fondo de diferentes tipos. Esta planta fue construida en dos etapas, en la primera se construyeron filtros con losas porostone y espreas microranuradas tipo degremont y en la ampliación se instalaron filtros del tipo Leopold.

Se aplica una precloración durante el proceso de potabilización y una poscloración en el tanque de almacenamiento. Se cuenta además con el equipo dosificador de polímeros y sulfato de aluminio. Los cloradores son Wallace & Altiernan de 450 kg/hr.

Los filtros cuentan con compuertas tipo Miller y válvulas de mariposa operadas manualmente. En la ampliación de la planta se cuenta con compuertas tipo Miller accionadas con sistema neumático.



Las unidades del tren de potabilización son las siguientes:

Obra de toma secundaria

La obra de toma secundaria se localiza en la margen izquierda del dren pluvial y consiste en una caja que puede recibir y controlar las agua provenientes de la estación de bombeo 21 y González y del Canal de riego 1544, está equipada con compuertas, rejillas y cinco tubos de polietileno de alta densidad de 12” de diámetro y un tubo de 24” de diámetro que cruzan en forma aérea el canal pluvial para descargar las aguas en la caja de excedencias.

La obra de toma secundaria cuenta con capacidad para instalar 5 equipos de bombeo, en la actualidad sólo están instalados 4 equipos verticales con capacidad de 500 L/s cada uno de ellos, todos son: marca IEM, con una potencia de 150 HP. Estos 4 equipos bombean agua a los módulos de la PP2 a través de dos líneas.

Tabla 73. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PP – 02 hacia los módulos

No. Equipo	ID Equipo	Status	Tipo de Equipo de Bombeo	Potencia (hp)	Registro de Gasto por equipo (L/s)	Presión Manométrica (mca)	No. Líneas de Salida	Diámetro de Línea de Salida (in)	Material de Línea de Salida	Destino
1	1 AC	OP	Vertical	125	500	4	1	36	Acero	PP - 02 (Módulo 1)
2	2 AC	OP	Vertical	125	500	4				
3	3 AC	OP	Vertical	125	500	3.5				
4	4 AC	De Apoyo	Vertical	125	500	3.5	1	24	Acero	PP-02 (Módulo Nuevo)



Figura 87. Líneas de ingreso al módulo 1 y módulo nuevo

Caja de excedencias

Esta unidad consiste de una caja de concreto con una serie de compartimentos que puede recibir las aguas crudas de la obra de toma secundaria y con juego de compuertas enviar las excedencias a otro compartimiento para regresarlas al dren pluvial. La caja también puede recibir las aguas del drenaje de



retrolavado de los filtros, elevándolas con un equipo de bombeo para recirculación al proceso o descargarlas directamente al dren pluvial.

Caja de llegada y canal parshall

La caja de llegada es de 2.50 X 2.50 m por 7 m de altura, en ella ingresa el agua por la parte inferior y asciende hasta descargar por un lateral en la parte superior, donde se comunica con el canal parshall que tiene una garganta de 4 pies, y después descarga a otra caja con las mismas dimensiones, que es la que distribuye el agua a cada módulo, mediante dos tuberías de acero de 24" de diámetro.

Floculador-Sedimentador (2 unidades)

Está integrada por dos áreas de proceso (floculación y sedimentación) y es de forma rectangular con dimensiones de 24.53 x 11.88 x 6.0 m, el influente llega mediante un tubo de 24" de diámetro que descarga en forma longitudinal mediante 6 aberturas por lado de 20 x 20 cm y ahogada en la zona de floculación.

La unidad consta de una zona de floculación en la parte central, equipada con dos agitadores de eje horizontal, la unidad está dividida por unas mamparas centrales que separan la unidad de floculación de las dos cámaras de sedimentación que se encuentran en ambos lados.

El agua que ingresa al floculador fluye en forma descendente y longitudinal para ser agitada y posteriormente bifurcarse hacia las dos cámaras de sedimentación para que el agua ingrese en la parte inferior por unas ventanas de 60 x 40 cm que se encuentran en una pared de cada tolva y ascienda hacia los módulos sedimentadores que se localizan en la parte superior y de esa forma las partículas de mayor densidad que el agua sedimenten en el fondo, donde se localizan las tolvas.

El agua es recolectada en la parte superficial por 6 canaletas con vertedores dentados por cada cámara de sedimentación, lo que origina un total de 12 canaletas por cada floculador-sedimentador, de tal forma que cada juego de seis canaletas descargan respectivamente a su canal lateral y estos a su vez se interconectan con el canal de distribución de filtros de la batería mediante tubería de 24" de diámetro.

Cada unidad de floculación-sedimentación tiene en el fondo 12 tolvas, 6 en cada cámara de sedimentación que recolectan el lodo y cada tolva tiene su tubería de descarga de 6" de diámetro.

La ampliación de la planta incluye en el proceso de floculación dos unidades más, para una capacidad de 400 L/s, el tipo de floculador es mecánico de paletas giratorias en forma horizontal. Cuentan con una capacidad de almacenamiento de 412.8 m³ y un tiempo de retención de 17.2 minutos.

El sedimentador de la ampliación, cuenta con 2 unidades, es de tipo hidráulico de alta tasa, con módulos tubulares para un flujo de 400 L/s. Cuenta con válvulas tipo Miller, con operación semi automática con vertedor de control, la expansión en el lavado es de 18% arena y 45% antracita.

Batería de 4 filtros (2 unidades)

En la planta potabilizadora existen dos baterías de filtros y cada una consta de 4 filtros rápidos que trabajan a velocidad declinante, autolavables con agua únicamente, equipados con lecho dual de arena-antracita, el área de filtración es de 6.50 x 6.50 m.



Cada batería de filtros se alimenta por un canal de distribución de 60 cm de ancho, que en su plantilla tiene 4 orificios, donde se conectan las tuberías de 14" de diámetro que ingresan el agua a la zona de filtración.

El agua se filtra en forma descendente pasando por el medio filtrante y por el sistema de drenaje, que en este caso son losas porosas, a excepción del filtro No. 8 que fue rehabilitado con espreas microranuradas.

El agua filtrada de cada unidad pasa a una caja o canal independiente de 2 m de ancho y posteriormente se comunica a un canal común que recibe el agua de los demás filtros y que se controla su nivel mediante un vertedor localizado en un extremo.

Caja vertedora

Al final de cada canal común de cada batería de filtros se localiza un vertedor que controla la hidráulica de filtración y el proceso de retrolavado, tiene una longitud de cresta de 3.05 m. Una vez que el agua de cada caja ha vertido, se conduce por una tubería de 36" de diámetro al tanque de aguas claras.

Tanque de aguas claras

El tanque es de forma rectangular de 76.34 x 45.00 m de medidas interiores con un tirante de agua de 3.0 m para una capacidad de almacenamiento de 10, 000 m³, mismo que recibe el agua de las dos baterías de filtros.

Edificio Principal y de cloración

Se tiene un edificio principal que cuenta con un área para cloración, subdividida en dos áreas, una que sirve de almacén de los cilindros de cloro de 908 que se utilizan para la propia planta y otra área que sirve de bodega de los cilindros que se utilizan en las otras tres plantas potabilizadoras.

Este mismo edificio tiene un área con fines de sala de cloración, donde se localizan dos cloradores de 2000 lb/día y dos evaporadores que están fuera de servicio. La precloración se efectúa sin el uso de los cloradores por estar fuera de servicio y por lo mismo la solución se realiza con la descarga directa del cilindro hacia el inyector. El trayecto de la línea de precloración tiene su punto de aplicación en el canal Parshall.

Esta planta de tratamiento requiere urgentemente una rehabilitación ya que se tiene más de 15 años planeando su rehabilitación y se ha ido postergando sin que se llegue la fecha, se han hecho algunas mejoras pero no son suficientes. La planta está muy malas condiciones de operación y conservación, por lo que se hacen esfuerzos inmensurables para que esta funcione ya que la precipitación no está operando, no le funciona el sistema, además de que de origen fue mal diseñada (tiene un problema de diseño). Lo que mantiene a la planta son los filtros, pero estos empiezan a presentar problemas, las válvulas ya no cierran herméticamente, y los retrolavados no son los correctos porque ya no cierran las compuertas de las válvulas y esto hace que se queda la presión al invertir el flujo, además de que se emplea más agua en los retrolavados porque estos duran más tiempo.

Urge rehabilitar toda la planta, según estudios que se han hecho la descarga al dren no opera adecuadamente por los niveles que tiene en comparación con los niveles de los filtros, ya que cuando sube



el nivel en los drenes ya no puede salir el agua de la descarga de los retrolavados y se llena la planta potabilizadora, lo que hace que no funcione bien.

Por otro lado, antes estaba automatizada, pero se han ido descomponiendo las partes electrónicas por descargas eléctricas y la falta de protecciones adecuadas, por lo que se está operando casi manual, con el sistema SCADA pero manual.

De igual forma, la salidas del tanque de agua clara tiene problemas, ya que al manifold de descarga se le han hecho diversas modificaciones con el fin de cubrir las demandas de agua del crecimiento de la zona de influencia de la planta, contando actualmente con una cantidad excesiva de disparos sobre las líneas de descarga que envían el agua a las diferentes zonas, todas ellas realizadas provisionalmente, pero que se han quedado de forma perentoria, lo cual seguramente no es la manera más eficiente de operar el bombeo del tanque de agua clara. Además sobre las líneas de conducción de estas estaciones de bombeo se tienen derivaciones hechas por la JAD para atender solicitudes de servicio de colonias y fraccionamiento, motivo por el cual el agua ya no llega a su destino original, ya que los equipos han quedado rebasados para cubrir la demanda de todos los que se han ido sumando a la salida de una casa de bombeo, y aunque se han incrementado los equipos no se han podido a completar para enviar el agua que se requiere.

Se estudia las opciones de rehabilitar la planta o hacer otra nueva, aprovechando la rehabilitación o la construcción de una nueva planta para incrementar la capacidad, porque la capacidad actual de la planta es de 1,400 L/s, pero como ya se mencionó los caudales potabilizados oscilan entre los 800 y los 1,000 L/s, porque la planta en sus condiciones actuales no da para potabilizar un mayor caudal.

Adicionalmente a las fallas que presenta la planta potabilizadora en algunas partes del tren de tratamiento, se tiene el problema del personal que se emplea para ello, ya que el sindicato rota a la gente sin previo aviso, lo que ocasiona un severo problema porque el personal asignado imprevistamente no cuenta con los conocimientos y el perfil necesario para operar plantas potabilizadoras, provocando errores en la operación que cuestan dinero y ponen en riesgo la calidad del agua que se suministra a la población.

En conclusión la situación es grave ya que el equipo tiene muchas fallas. producto de su antigüedad y el nulo mantenimiento que se le ha dado, así como el estar inconcluso (PP1) y el personal para su operación no tiene el conocimiento para hacerlo ya que el sindicato rota su personal inadvertidamente para que ocupe cualquier puesto en la operación de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Por lo que toca a la calidad del agua que se obtiene de la planta potabilizadora No. 2, la JAD proporcionó la información de sus reportes diarios de control de procesos y se obtuvo un promedio bimestral, los cuales se presentan a continuación, así como los resultados obtenidos de un muestreo y análisis efectuado en abril del 2016 por un laboratorio certificado por la EPA.



Tabla 74. Resultados promedios diarios del muestreo diario en la Planta Potabilizadora No. 2

No.	Nombre de la Captación:			Planta Potabilizadora No.1			
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)		1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre
				Periodo de muestreo	Periodo de muestreo	Periodo de muestreo	Periodo de muestreo
				Ene-Mar 2014	Abr-Jun 2014	Jul-Sep 2014	Oct-Dic 2014
Características microbiológicas							
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	N/D	N/D	N/D	N/D
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	N/D	N/D	N/D	N/D
Características físicas u organolépticas							
3	Turbiedad*	5.0	NTU	5.0	4.7	4.7	4.9
Características químicas							
4	Cloro residual libre	0.2	1.5	1.7	1.6	1.7	1.9
5	Cloruros*	250	mg/L	222	188	153	218
6	Dureza total *	500	mg/L	419.0	386.0	321.0	396.0
7	pH*	6.5	8.5	7.00	7.00	7.10	7.10
8	Sólidos disueltos totales*	1000	mg/L	982.0	922.0	853.0	993.0
9	Sulfatos*	400	mg/L	276.0	243.0	263.0	337.0
10	Alcalinidad	No aplica		145	139.0	113.0	131.0

Tabla 75. Calidad del agua de la P.P. No. 1 (Laboratorio Certificado)

No.	Nombre de la Captación:			Planta Potabilizadora No.2
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)		2do trimestre
				Periodo de muestreo
				22/04/2016
Características microbiológicas				
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	2.0
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	2.0
Características físicas u organolépticas				
3	Color *	20.0	Upt-Co	3.0
4	Olor y sabor *	agradable		agradable
5	Turbiedad*	5.0	NTU	1.1
Características químicas				
6	Aluminio *	0.2	mg/L	0.1
7	Arsénico*	0.025	mg/L	0.0
8	Bario	0.7	mg/L	0.5
9	Cadmio*	0.005	mg/L	0.0
10	Cianuros	0.07	mg/L	0.0
11	Cloro residual libre	0.2-1.5	mg/L	2.0



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Nombre de la Captación:		Planta Potabilizadora No.2
		Límite permisible (NOM 127)		2do trimestre
				Periodo de muestreo
				22/04/2016
12	Cloruros*	250	mg/L	236.5
13	Cobre	2.00	mg/L	0.3
14	Cromo total	0.05	mg/L	0.0
15	Dureza total *	500	mg/L	304.5
16	Fenoles o compuestos fenólicos *	0.3	mg/L	0.1
17	Fierro*	0.30	mg/L	0.2
18	Fluoruros	1.5	mg/L	0.2
19	Manganeso*	0.15	mg/L	0.1
20	Mercurio	0.001	mg/L	0.0
21	Nitratos*	10.00	mg/L	0.1
22	Nitritos*	1.00	mg/L	0.0
23	Nitrógeno amoniacal*	0.5	mg/L	0.3
24	pH*	6.5-8.5	U de Ph	6.9
25	Plomo *	0.01	mg/L	0.0
26	Sodio	200	mg/L	175.0
27	Sólidos disueltos totales*	1000	mg/L	905.0
28	Sulfatos*	400	mg/L	309.3
29	Sustancias activas al azul metileno (SAAM) *	0.5	mg/L	0.1
30	Yodo residual libre	0.2-0.5	mg/L	0.2
31	Zinc	5.0	mg/L	0.0
Hidrocarburos aromáticos en microorganismos:				
32	Benceno	10	mg/L	10.0
33	Etilbenceno	300	mg/L	10.0
34	Tolueno	700	mg/L	10.0
35	Xileno (tres isómeros)	500	mg/L	30.0

Como puede observarse en la tabla anterior, los resultados del análisis realizado por el laboratorio certificado por la EPA, del agua que se produce en la planta potabilizadora No. 2 al igual que para la planta potabilizadora No. 1 permiten considerar que el agua no es apta para uso y consumo humano, porque contiene contaminantes objetables que causen efectos nocivos a la salud de quien la consume, y al igual que en la planta No. 1 en esta también no se lleva una vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano como lo establece la NOM – 179 – SSA1 - 1998, que además de establecer la periodicidad en la que debe de realizarse el programa de análisis de la calidad del agua, indica los parámetros que deben de analizarse según el Apéndice Normativo No. 1 de la misma Norma, e indica que los organismo operador debe contar con Certificado de Calidad Sanitaria del Agua, otorgado por la Secretaría de Salud, siendo el propio organismo el responsable del cumplimiento de los Programas de Análisis de Calidad del Agua, Inspección de Instalaciones Hidráulicas, Mantenimiento y Capacitación.



En cuanto a los registros de producción que proporcionó la JAD del periodo analizado (mayo 2014 a abril 2015) se tiene que se produjo y por lo tanto se suministró a la zonas de abastecimiento de la planta potabilizadora No. 2 un volumen de **27,094,163 m³/año**, que representan un gasto medio de **859.15 L/s**, de acuerdo al siguiente histograma de producción y suministro, el cual también debe de considerarse como **volúmenes no corregidos de agua producida** en el periodo de análisis.

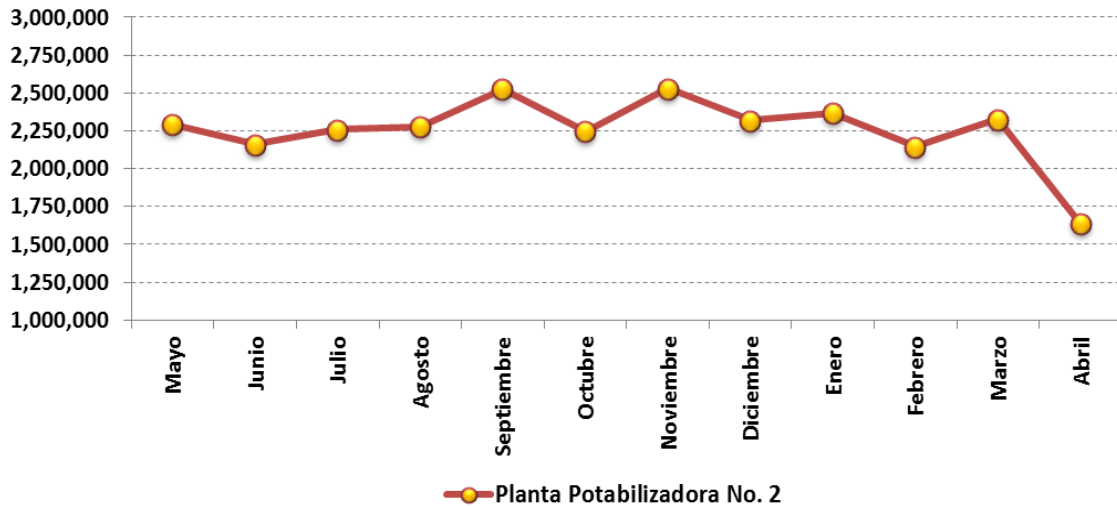


Figura 88. Producción total de agua de la Planta Potabilizadora No. 2 (m³/mensual)

Por lo que toca al agua que llega a la planta potabilizadora No. 2, esta llega por un acueducto de 56 y 72" de diámetro, que como ya se mencionó descarga en el cárcamo a donde confluye también el agua de la obra de toma secundaria. Del cárcamo salen dos tuberías que alimentan a los módulos de la planta potabilizadora No. 2, con 36 y 24 "de diámetro, respectivamente.

A través de la línea de 36" de diámetro se bombea al módulo 1 un caudal promedio de 835 L/s con una presión de 0.4 a 0.35 Kg/cm² y de la línea de 24" se bombea al módulo nuevo un caudal promedio de 390 L/s con una presión de 0.35 Kg/cm².

En cuanto al agua que se produce y se suministra a la red de distribución, esta se extrae de la planta potabilizadora No. 2 a partir de 4 estaciones de bombeo localizadas al Poniente de dicha planta potabilizadora.

La primera casa de bombeo cuenta con 3 equipos de 125 hp cada uno de ellos, de los cuales dos mandan al tanque No. 3 actualmente fuera de operación (equipo 1 y 2) con caudales de 120 y 170 L/s con presiones de 3.8 y 3.5 Kg/cm², respectivamente, y un tercer equipo con el que se apoya al CEFERESO con el que se bombea un caudal promedio de 80 L/s con una presión de 5.4 Kg/cm², con salidas de 12" que se conectan al múltiple de 36" de diámetro.

La segunda casa de bombeo está integrada por 5 equipos de bombeo, cada uno de 125 hp, de estos equipos, dos son marca siemens y tres marca IEM. Sus características son: 440 voL, 1772 rpm y 60 hz de frecuencia. El caudal que se bombea con estos equipos por la línea de 30" oscila entre los 250 y 500 L/s, con una presión de salida de 0.6 a 1.3 Kg/cm², respectivamente. Las salidas de cada equipo son de 12" de diámetro que se conectan al múltiple de 30" de diámetro.



Figura 89. Salida de la bomba 1 a Tanque 3 y de las bombas 4, 7, 8, 9 y 10 a red por línea de 30"

Una tercera caseta de bombeo cuenta con dos equipos de 125 hp, cada uno de ellos (equipos 5 y 6) con los que se bombea a la red general y al CEFERESO con caudales de 91 y 125 L/s con presiones de 4.8 y 4.9 kg/cm², respectivamente. El caudal es enviado a la red por una tubería de 16" de diámetro.



Figura 90. Salida de equipos 5 y 6 a la red general y al CEFERESO

Una cuarta caseta de bombeo que tiene una bomba vertical de 125 hp, con la que se bombea a través de una línea de 16" de diámetro a Pueblitos (Ejidos), caudales que oscilan entre 237 y 210 L/s con presiones de 1.8 a 2.8 kg/cm², respectivamente.



Figura 91. Salidas de la bomba No. 11 a Pueblitos (ejidos)

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los equipos de bombeo instalados en las casas de bombas de la planta potabilizadora No. 2 y en las siguientes figuras se presenta el comportamiento horario de las llegadas y las salidas por bombeo de la misma planta potabilizadora, de acuerdo a las mediciones efectuadas al amparo de este contrato. En el Anexo 6 se presenta todos los reportes y álbumes fotográficos.

Tabla 76. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PP - 02

No. Equipo	ID Equipo	Status	Tipo de Equipo de Bombeo	Potencia (hp)	Registro de Gasto por equipo (L/s)	Presión Manométrica (mca)	No. Líneas de Salida	Diámetro de Línea de Salida (in)	Materia l de Línea de Salida	Destino
1	1 AP	OP	Vertical	125	150	38	1	36	PVC	Tanque 3 y Zona de Influencia del Tanque 3
2	2 AP	OP	Vertical	125	150	38				
3	3 AP	OP	Vertical	125	150	38				
4	4 AP	OP	Vertical	125	200	28	1	30	A-C	A la Red general
5	7 AP	OP	Vertical	125	200	28				
6	8 AP	OP	Vertical	125	200	28				
7	9 AP	OP	Vertical	125	200	28				
8	10 AP	OP	Vertical	125	200	28	1	16	PVC	Reb. Presidentes / Reb. Ejido La Venada / Reb. Cefereso / Refuerza la línea de las bombas 4,7 a 10
9	5 AP	OP	Vertical	125	110	48				
10	6 AP	OP	Vertical	125	110	48	1	24	PVC	Reb. Ejido La Venada - Tanque Ejido La Venada 2 / Tanque El Mojote / Tanque 21 de Marzo
11	11 AP	OP	Vertical	125	250	21				



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

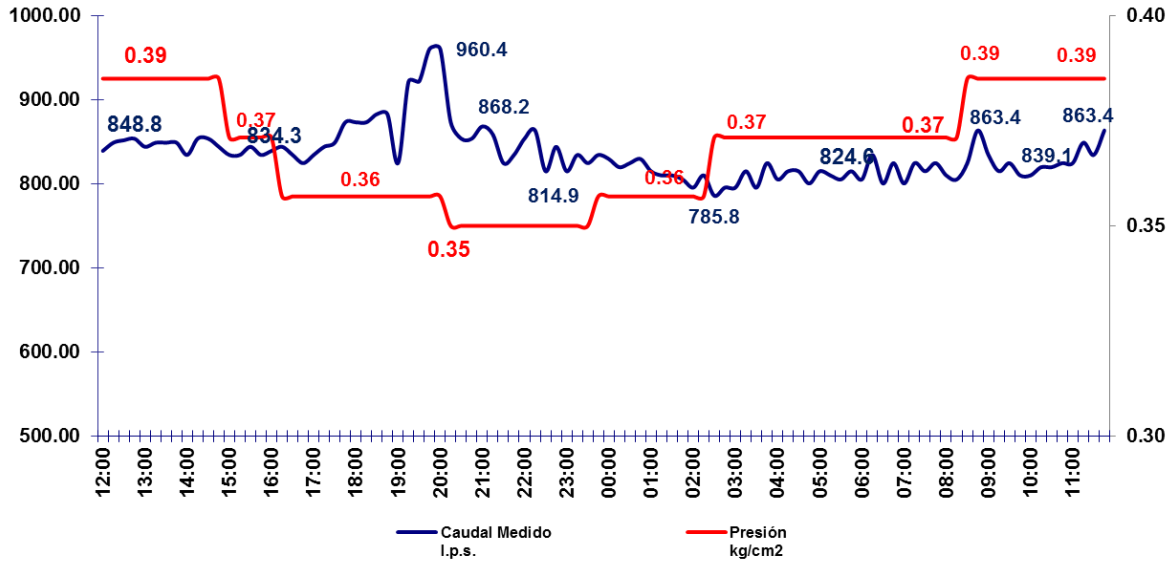


Figura 92. Comportamiento horario de la entrada a la PP -02 (módulo 1 con línea de 36")

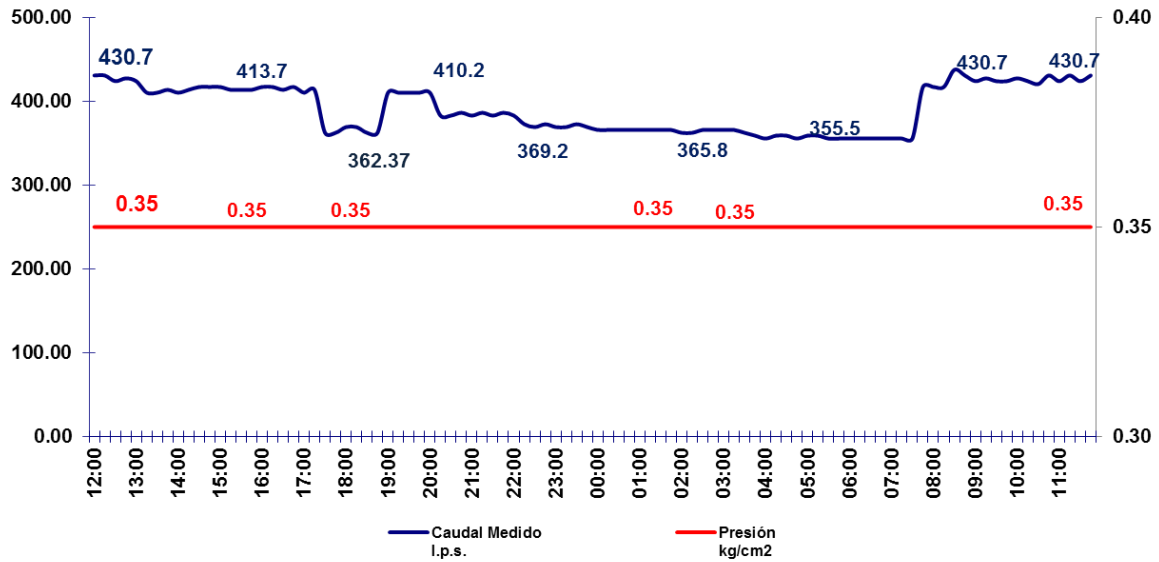


Figura 93. Comportamiento horario de la entrada a la PP -02 (módulo nuevo con línea de 24")



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

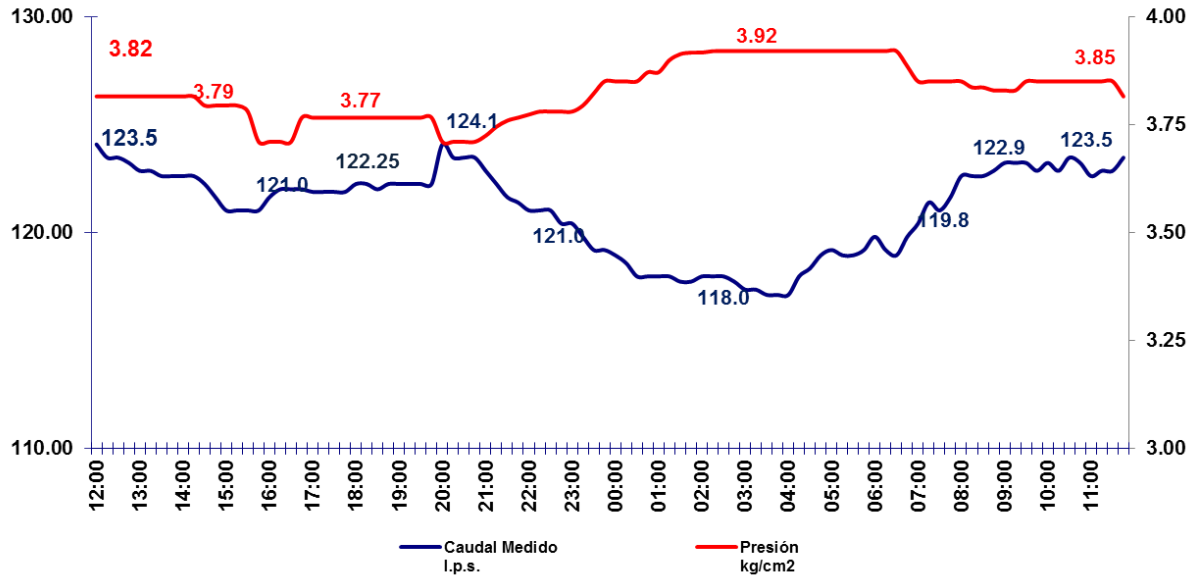


Figura 94. Comportamiento horario del bombeo a la zona del tanque No. 3 con la bomba No 1

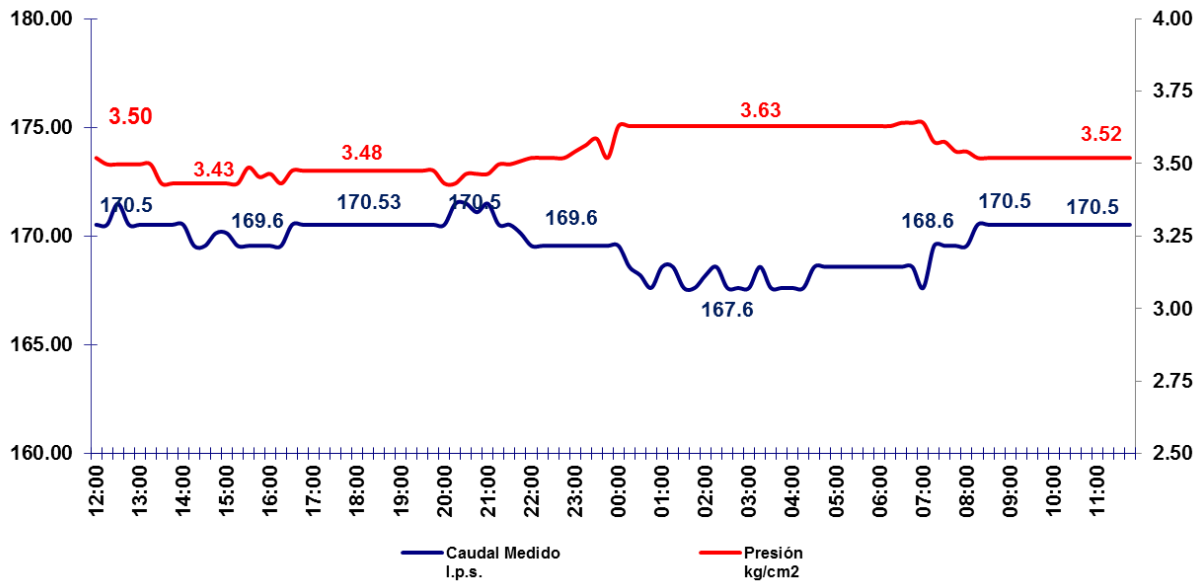


Figura 95. Comportamiento horario del bombeo a la zona del tanque No. 3 con la bomba No 2

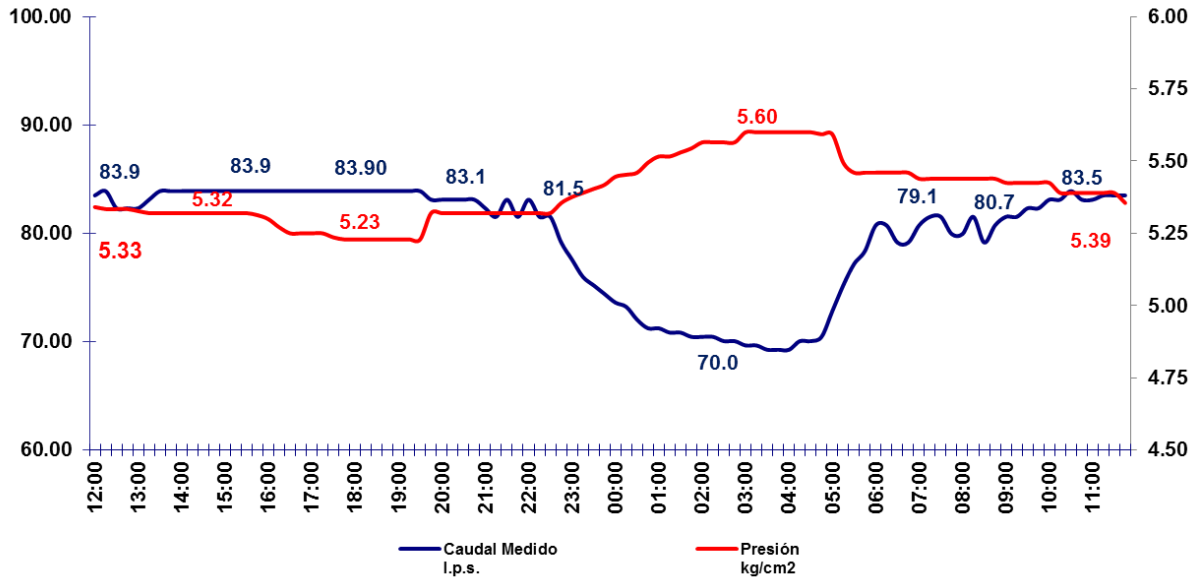


Figura 96. Comportamiento horario del bombeo a la zona del tanque No. 3 con la bomba No 3

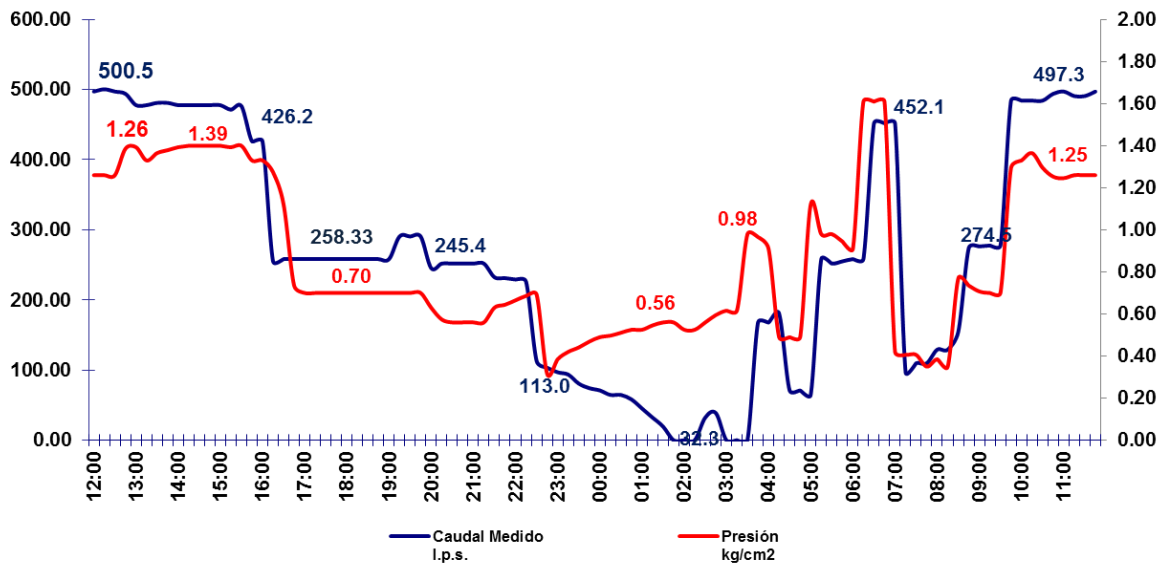


Figura 97. Comportamiento horario del bombeo a la red general con bombas 4, 7, 8, 9 y 10



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

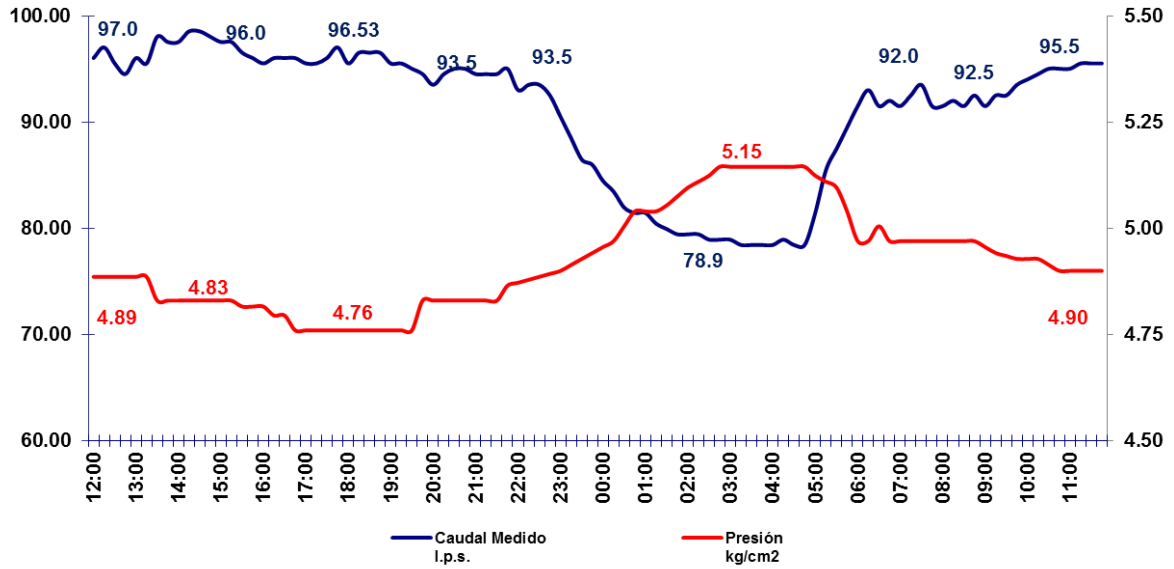


Figura 98. Comportamiento horario del bombeo a la red general y al CEFERESO con la bomba 5

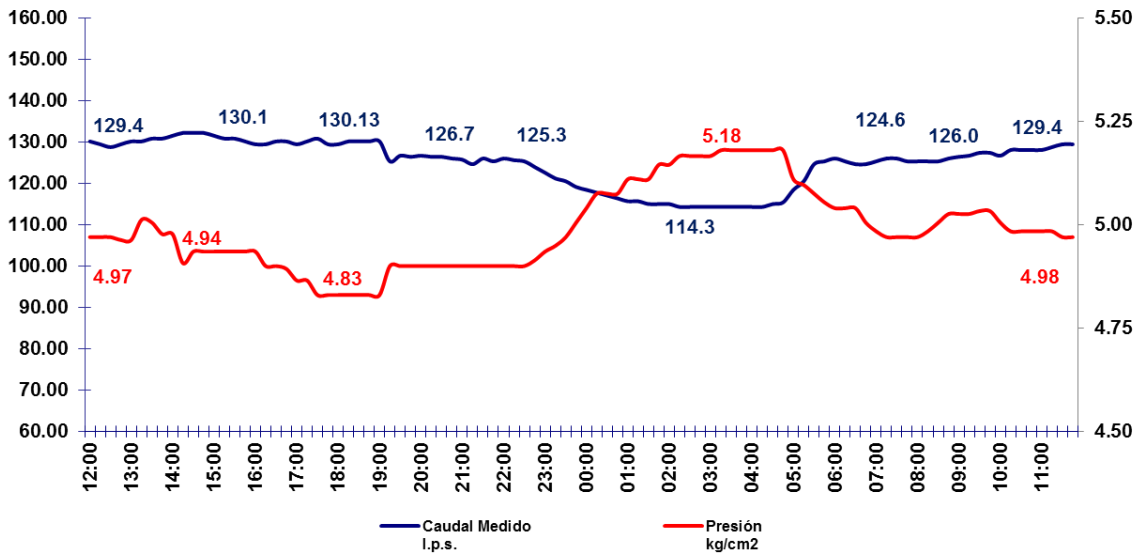


Figura 99. Comportamiento horario del bombeo a la red general y al CEFERESO con la bomba 6

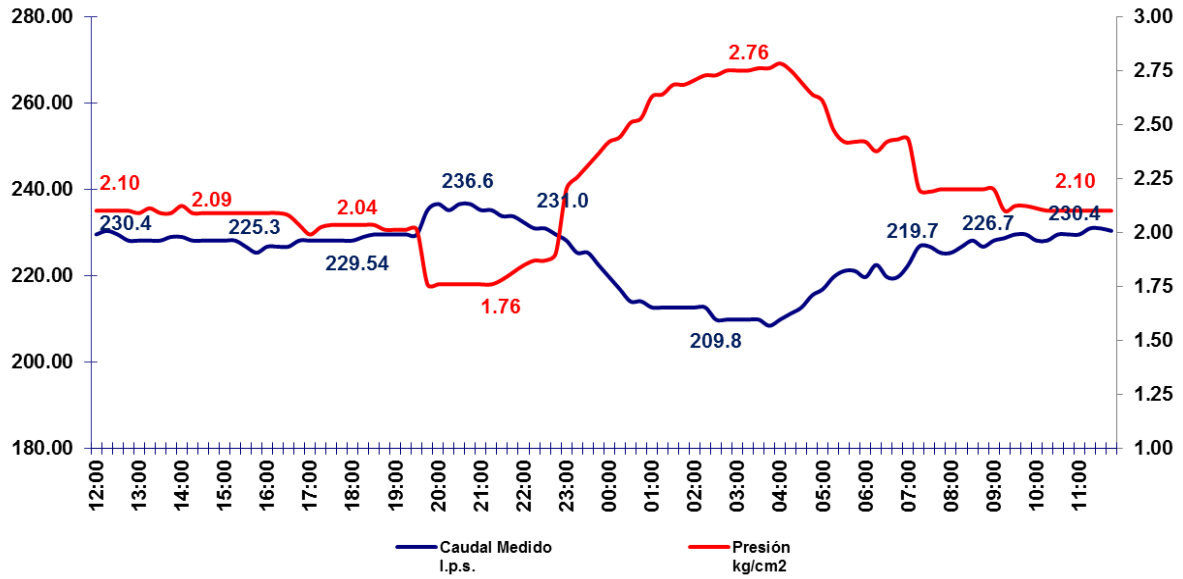


Figura 100. Comportamiento horario del bombeo a Pueblitos (ejidos) con la bomba 11

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos en las mediciones, así como en el Anexo 7 se presentan todos los reportes de las mediciones efectuadas en campo y el álbum fotográfico.

Tabla 77. Resultado de las mediciones efectuadas a la entrada y salida de la P.P. No. 2

Nombre	Sitio	Medición extendida (más de 24 hrs.)						Comportamiento de producción en un día (24 hrs)		
		Fecha	Fecha	Vol. Total m ³	Q med L/s	Q max L/s	Q min L/s	Fecha	Vol. Total m ³ /día	Q L/s
Entrada a la P.P. No 1 Modulo 1 (36")	Entrada	06/10/15	07/10/15	72,595.90	836.22	960.40	785.78	06/10/15	72,189.91	835.53
Entrada a la P.P. No 1 Modulo N (24")	Salida	06/10/15	07/10/15	33,919.48	390.53	437.58	355.53	06/10/15	33,745.65	390.57
Suma entradas				106,515.39	1,226.75	1,397.98	1,141.32		105,935.56	1,226.11
A Tanque 3 Equipo 1	Salida	06/10/15	07/10/15	10,513.84	121.07	124.08	117.11	06/10/15	10,458.00	121.04
A Tanque 3 Equipo 2	Salida	06/10/15	07/10/15	14,736.55	169.68	171.49	167.62	06/10/15	14,659.81	169.67
A Tanque 3 Equipo 3	Salida	06/10/15	07/10/15	6,915.48	79.64	83.90	69.26	06/10/15	6,878.08	79.61
A la red con 30" (Eq. 4, 7, 8, 9 y 10)	Salida	06/10/15	07/10/15	22,680.98	261.02	500.51	0.00	06/10/15	22,574.91	261.28
A red y CEFERESO Equipo 5	Salida	06/10/15	07/10/15	7,910.27	91.10	98.55	78.43	06/10/15	7,867.28	91.06
A red y CEFERESO Equipo 6	Salida	06/10/15	07/10/15	10,841.38	124.83	132.20	114.30	06/10/15	10,784.99	124.83
A red de Pueblitos Equipo 11	Salida	06/10/15	07/10/15	19,537.25	225.01	236.59	208.42	06/10/15	19,431.42	224.90
Suma salidas				93,135.75	1,072.36	1,347.32	755.14		92,654.49	1,072.39
Balance				13,379.64	154.39	50.66	386.18		13,281.07	153.72

Como puede observarse en la tabla anterior el gasto medio promedio que ingresa a la planta potabilizadora No. 2 es de **1,226.1 L/s.**, el cual es extraído del río bravo a través de la OT 1 con las bombas 1, 2 y 3 que

bombear un caudal a las lagunetas de 1,376.6 L/s. Así como el caudal que se produce y suministra a la red de distribución de la zona que abastece dicha planta a través de sus cuatro cuartos de bomba, es de **1,072.4 L/s.**, no aprovechándose un caudal de 153.7 L/s, de los cuales constantemente se están tirando al canal un caudal de 48 L/s debido a las fugas en las válvulas y piezas especiales y la diferencia de 106 L/s es el caudal medio diario que se utiliza en los lavados de filtros, ya que cada vez que se lavan los filtros se utilizan del orden de 425 L/s.



Figura 101. Descarga constante de la P.P. No. 2 al canal pluvial

Con estos resultados de las mediciones efectuadas, se determinó al igual que para el volumen extraído de las obras de toma y el caudal suministrado por la P.P. No. 1, el error de precisión o estimación de los volúmenes registrados como producidos o suministrados a la red de distribución a partir de la planta potabilizadora No. 2.

De esta manera se tiene que el error de estimación de agua suministrada de la Planta Potabilizadora No. 2 resultó de **-19.16%**, lo que significa que de manera global la JAD **Submide** el volumen suministrado de dicha planta. En la siguiente tabla se presenta el ajuste realizado a los volúmenes extraídos registrados por la JAD durante mayo del 2014 a abril del 2015.

Tabla 78. Corrección del volumen producido o suministrado de la Planta Potabilizadora No. 2

No.	Nombre	Volumen Registrado sin corregir		% de Error de estimación de macromedición	Volumen Registrado corregido		Diferencia de Caudal L/s
		Volumen Total m ³ /año	Caudal L/s		Volumen Total m ³ /año	Caudal L/s	
1	Planta Potabilizadora No. 1	27,094,163	859.15	-19.16%	32,284,226	1023.73	164.58

Finalmente se tiene que el volumen corregido suministrado de la planta potabilizadora No. 2 que operó la JAD en el periodo de análisis fue de **32, 284,226 m³ (32.28 Hm³/año)**, que representan un caudal medio diario extraído (Q med diario) de **1,023.7 L/s**, el cual es inferior a la capacidad de la planta potabilizadora que es de **1,400 L/s**.



Plantas potabilizadora Paquete N. 1 (PPTP-01)

La planta potabilizadora paquete No. 1, se construyó hace 32 años, tiene capacidad para potabilizar un gasto de 100 L/s, el tipo de procesamiento consiste en: captación del agua de la Laguneta 1, precloración con cloro inyectado con equipo de la marca Wallace & Altiernan, un floculador hidráulico, un sedimentador de flujo directo, un rebombio a 6 filtros de presión, desde donde se envía el agua a la zona de influencia del Tanque No. 1.

La captación del agua en la Laguneta 1, consiste de una bomba sumergible de 75 hp con capacidad para extraer los 100 L/s con variador de velocidad, que descarga con una tubería de 8" de diámetro de PVC, adicionalmente cuentan con un equipo sumergible de 7 hp, que descarga con una tubería de 6" de diámetro corrugada al canal del proceso. El agua se envía al canal sedimentador en donde se le inyecta cloro para la precloración con un equipo de 500 lbs/día. La inyección de agua a los 6 filtros de presión y posterior entrega a la red y a Proteínas Básicas es con 3 bombas horizontales de 50 hp, 1775 rpm, 230/460 vol, marca US motors.

La PPQ1 tiene dos entregas, la primera como ya se mencionó es a la red de distribución de la zona de influencia del tanque No. 1 y la segunda a la empresa Proteínas básicas, en ambos puntos se inyecta el gasto total producido por la PPQ1, que en promedio es de 90 L/s.



Figura 102. Líneas de ingreso a la Planta Potabilizadora Paquete 1



Figura 103. Salidas a Proteínas Básicas y a la red del Tanque No. 1



En la siguiente tabla se presenta un resumen de los equipos de bombeo instalados en planta potabilizadora paquete No. 1

Tabla 79. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PPTP– 01

No. Equipo	ID Equipo	Status	Tipo de Equipo de Bombeo	Potencia (hp)	Registro de Gasto por equipo (L/s)	Presión Manométrica (mca)	No. Líneas de Salida	Diámetro de Línea de Salida (in)	Material de Línea de Salida	Destino
1	1 AC	OP	Sumergible	75	85.1	0.5	1	8	PVC	Planta Paquete
2	2 AC	OP	Sumergible	7	17	0.5	1	6	PAD	Planta Paquete
3	1 Filtros de presión	OP	Horizontal	50	30	20	2	6	PVC	Empresas Proteínas básicas
4	2 Filtros de presión	OP	Horizontal	50	30	20		12	PVC	Red del tanque No. 1
5	3 Filtros de presión	OP	Horizontal	50	30	20				

De igual forma que para las dos plantas anteriores la JAD proporcionó la información de sus reportes diarios de control de procesos y se obtuvo un promedio mensual y bimestral, los cuales se presentan a continuación, así como los resultados obtenidos de un muestreo y análisis efectuado en abril del 2016 por un laboratorio certificado por la EPA.

Tabla 80. Resultados promedios diarios en la Planta Potabilizadora Paq. 1

No.	Nombre de la Captación:			Planta Paquete No.1			
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)		1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre
				Periodo de muestreo			
				Ene-Mar 2014	Abr-Jun 2014	Jul-Sep 2014	Oct-Dic 2014
Características microbiológicas							
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	N/D	N/D	N/D	N/D
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	N/D	N/D	N/D	N/D
Características físicas u organolépticas							
3	Turbiedad*	5.0	NTU	3.1	1.7	1.4	2.8
Características químicas							
4	Cloro residual libre	0.2	1.5	1.8	1.9	1.9	1.8
5	Cloruros*	250	mg/L	222	182	150	221
6	Dureza total *	500	mg/L	442	389	332	422
7	pH*	6.5	8.5	7.3	7.4	7.2	7.30
8	Sólidos disueltos totales*	1000	mg/L	988	920	855	993.0
9	Sulfatos*	400	mg/L	262	233	253	313.00
10	Alcalinidad	No aplica		146	140	118	136.0



Tabla 81. Calidad del agua de la P.P. Paq. No. 1 (Laboratorio Certificado)

No.	Nombre de la Captación:			Planta Paquete No.1
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)		2do trimestre
				Periodo de muestreo 22/04/2016
Características microbiológicas				
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	2.0
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	2.0
Características físicas u organolépticas				
3	Color *	20.0	Upt-Co	3.0
4	Olor y sabor *	agradable		agradable
5	Turbiedad*	5.0	NTU	0.9
Características químicas				
6	Aluminio *	0.2	mg/L	0.1
7	Arsénico*	0.025	mg/L	0.0
8	Bario	0.7	mg/L	0.5
9	Cadmio*	0.005	mg/L	0.0
10	Cianuros	0.07	mg/L	0.0
11	Cloro residual libre	0.2-1.5	mg/L	2.0
12	Cloruros*	250	mg/L	222.8
13	Cobre	2.00	mg/L	0.3
14	Cromo total	0.05	mg/L	0.0
15	Dureza total *	500	mg/L	307.5
16	Fenoles o compuestos fenólicos *	0.3	mg/L	0.1
17	Fierro*	0.30	mg/L	0.2
18	Fluoruros	1.5	mg/L	0.9
19	Manganeso*	0.15	mg/L	0.1
20	Mercurio	0.001	mg/L	0.0
21	Nitratos*	10.00	mg/L	0.1
22	Nitritos*	1.00	mg/L	0.0
23	Nitrógeno amoniacal*	0.5	mg/L	0.3
24	pH*	6.5-8.5	U de Ph	7.1
25	Plomo *	0.01	mg/L	0.0
26	Sodio	200	mg/L	176.7
27	Sólidos disueltos totales*	1000	mg/L	905.0
28	Sulfatos*	400	mg/L	316.0
29	Sustancias activas al azul metileno (SAAM) *	0.5	mg/L	0.1
30	Yodo residual libre	0.2-0.5	mg/L	0.2
31	Zinc	5.0	mg/L	0.0
Hidrocarburos aromáticos en microorganismos:				
32	Benceno	10	mg/L	10.0
33	Etilbenceno	300	mg/L	10.0
34	Tolueno	700	mg/L	10.0
35	Xileno (tres isómeros)	500	mg/L	30.0



De igual manera se puede observar en la tabla anterior, que según los resultados del control diario de la calidad del agua que se produce en la planta potabilizadora paquete No. 1 que se analiza en el laboratorio de la JAD, y de los resultados del análisis realizado por el laboratorio certificado por la EPA, la gran mayoría de los parámetros analizados no rebasan los límites permisibles de la NOM – 127 – SSA1 -1994, sin embargo, los coliformes totales y fecales resultaron por arriba de dichos límites, por lo que se puede considerar el agua que se produce en la planta potabilizadora Paquete No. 1 no apta para uso y consumo humano, porque contiene contaminantes objetables (agentes infecciosos) y que por lo tanto causaran efectos nocivos a la salud de quien la consume. Además, como se mencionó la JAD no lleva una vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano como lo establece la NOM – 179 – SSA1 - 1998, que además de establecer la periodicidad en la que debe de realizarse el programa de análisis de la calidad del agua, indica los parámetros que deben de analizarse según el Apéndice Normativo No. 1 de la misma Norma, e indica que los organismo operador debe contar con Certificado de Calidad Sanitaria del Agua, otorgado por la Secretaría de Salud, siendo el propio organismo el responsable del cumplimiento de los Programas de Análisis de Calidad del Agua, Inspección de Instalaciones Hidráulicas, Mantenimiento y Capacitación.

En cuanto a los registros de producción que proporcionó la JAD del periodo analizado (mayo 2014 a abril 2015) se tiene que se produjo y por lo tanto se suministró a la zona de abastecimiento de la planta potabilizadora Paquete No. 1 un volumen de **1,793,366 m³/año**, que representan un gasto medio de **56.87 L/s**, de acuerdo al siguiente histograma de producción y suministro, el cual también debe de considerarse como **volúmenes no corregidos de agua producida** en el periodo de análisis.

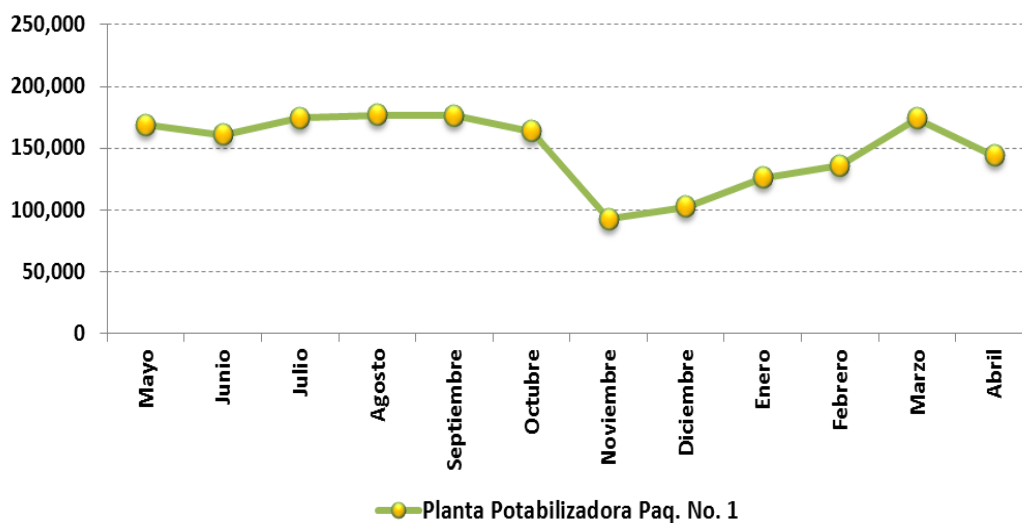


Figura 104. Producción total de agua de la Planta Potabilizadora Paquete 1 (m³/mes)

En las siguientes figuras se presenta el comportamiento horario de la llegada y las salidas por bombeo de la planta potabilizadora, de acuerdo a las mediciones efectuadas al amparo de este contrato. En el Anexo 7 se presenta todos los reportes y álbumes fotográficos.

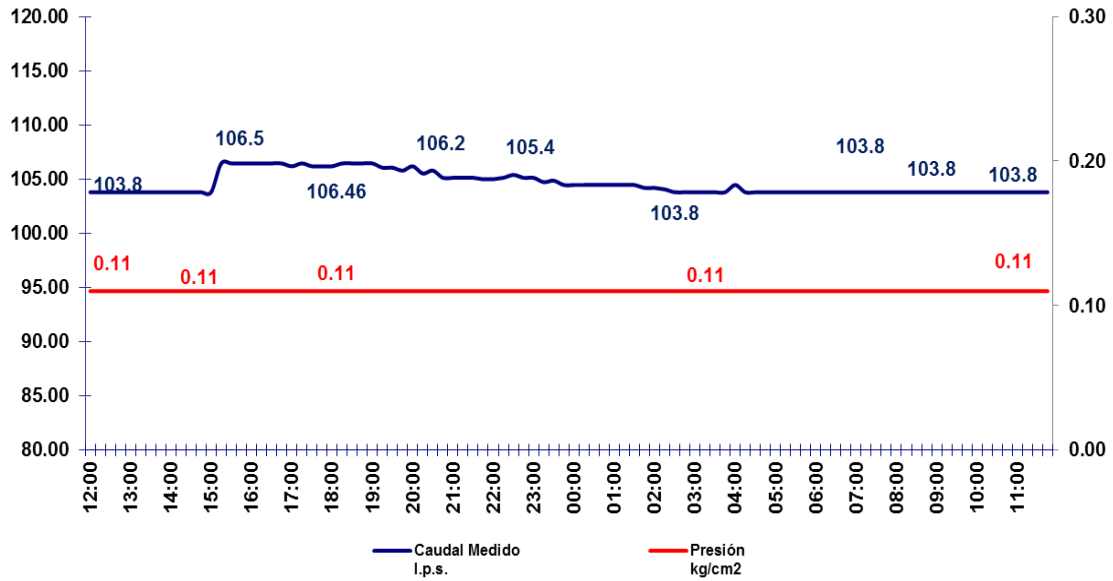


Figura 105. Comportamiento horario del bombeo de la OT de la Laguneta a P.P. Paq. No. 1

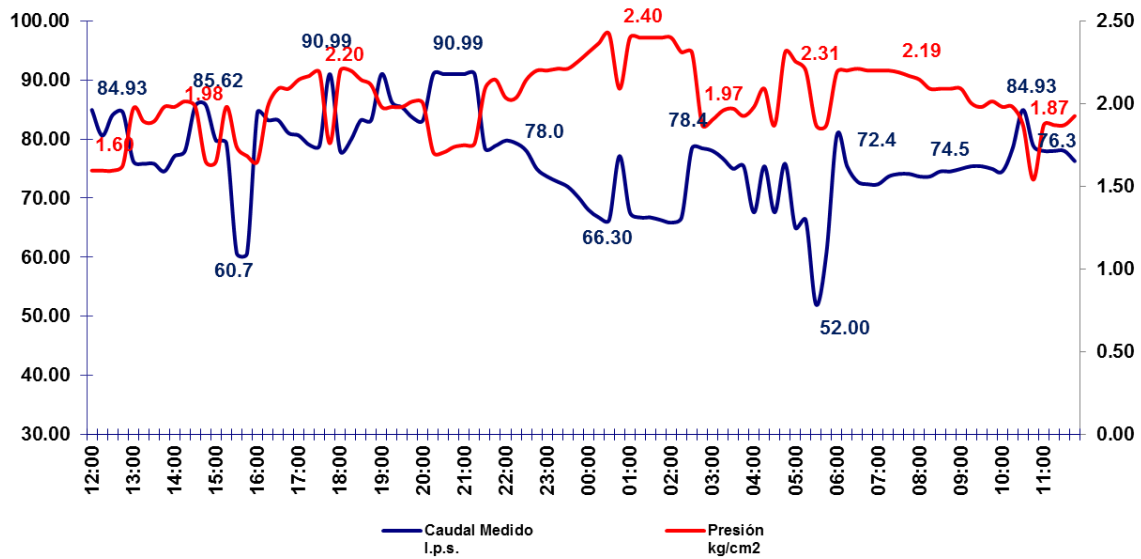


Figura 106. Comportamiento horario del bombeo a la red del Tanque No. 1

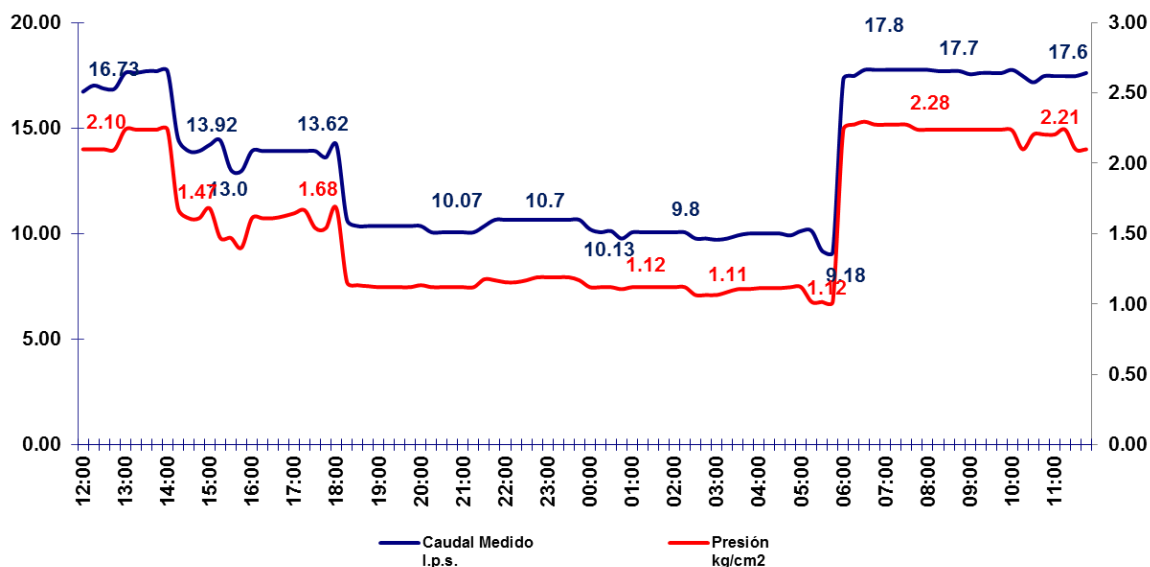


Figura 107. Comportamiento horario del bombeo a Proteínas Básicas

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos en las mediciones, así como en el Anexo 7 se presentan todos los reportes de las mediciones efectuadas en campo y el álbum fotográfico.

Tabla 82. Resultado de las mediciones efectuadas a la entrada y salida de la P.P. Paq. No. 1

Nombre	Sitio	Medición extendida (más de 24 hrs.)						Comportamiento de producción en un día (24 hrs)		
		Fecha	Fecha	Vol. Total m ³	Q med L/s	Q max L/s	Q min L/s	Fecha	Vol. Total m ³ /día	Q L/s
OT 1 a P.P. Paq. No. 1 (8")	Entrada	29/09/15	30/09/15	9,084.91	104.61	106.46	103.80	29/09/15	9,037.00	104.59
OT 1 a P.P. Paq. No. 1 (6")	Entrada	29/09/15	30/09/15	1,440.28	16.67	16.67	16.67	29/09/15	1,440.28	16.67
Suma entradas				10,525.19	121.28	123.13	120.47		10,477.28	121.26
A la red y Tanque 1	Salida	29/09/15	30/09/15	6,658.60	76.66	90.99	52.00	29/09/15	6,624.87	76.68
A Proteínas Básicas	Salida	29/09/15	30/09/15	1,157.09	13.33	17.76	9.12	29/09/15	1,150.56	13.32
Retorno antes del cárcamo	Regreso	29/09/15	30/09/15	1,728.00	20.00	20.00	20.00	29/09/15	1,728.00	20.00
Suma salidas y retorno				9,543.69	109.99	128.76	81.12		9,503.43	109.99
Balance				981.50	11.30	-5.63	39.35		973.86	11.27

Como puede observarse en la tabla anterior el gasto medio promedio que ingresa a la planta potabilizadora Paquete No. 1 es de **121.6 L/s.**, el cual es extraído de la laguneta a través de dos bombas sumergibles de 75 y 7 hp, las cuales bombean el agua al canal de cloración del proceso, que tiene en su punto final un vertedor de excedencias que impide incorporar a los filtros un caudal mayor que la capacidad que tiene la planta. Dicho caudal vertido se aforo y dio un promedio de 20 L/s que no entran a los filtros y que se regresan a la laguneta.



Figura 108. Vertedor del canal de cloración (antes del ingreso a los filtros)

De igual forma se observa en la tabla que el caudal que se produce y suministra a la red de distribución de la zona que abastece dicha planta a través de sus dos bombes, es de **90 L/s.**, no aprovechándose un caudal de 11.6 L/s, de los cuales constantemente se están tirándose 8 L/s por la línea de lavado de filtros y el resto se utiliza para la purga de lodos durante el día.

Con estos resultados de las mediciones efectuadas, se determinó al igual que para el volumen extraído de las obras de toma, el caudal suministrado por la P.P. No. 1 y No. 2, el error de precisión o estimación de los volúmenes registrados como producidos o suministrados a la red de distribución a partir de la planta potabilizadora Paq. No. 1.

De esta manera se tiene que el error de estimación de agua suministrada de la Planta Potabilizadora Paq. No.1 resultó de **-26.98%**, lo que significa que de manera global la JAD **Submide** el volumen suministrado de dicha planta. En la siguiente tabla se presenta el ajuste realizado a los volúmenes extraídos registrados por la JAD durante mayo del 2014 a abril del 2015.

Tabla 83. Corrección del volumen producido o suministrado de la Planta Potabilizadora Paq. No. 1

No.	Nombre	Volumen Registrado sin corregir		% de Error de estimación de macromedición	Volumen Registrado corregido		Diferencia de Caudal L/s
		Volumen Total m ³ /año	Caudal L/s		Volumen Total m ³ /año	Caudal L/s	
1	Planta Potabilizadora Paq. No. 1	1,793,366	56.87	-26.98%	2,277,286	72.21	15.34

Finalmente se tiene que el volumen corregido suministrado de la planta potabilizadora Paq. No. 1 que operó la JAD en el periodo de análisis fue de **2, 277,286 m³ (2.28 Hm³/año)**, que representan un caudal medio diario extraído (Q med diario) de **72.21 L/s**, el cual es inferior a la capacidad de la planta potabilizadora que es de 100 L/s.



Plantas potabilizadora Paquete N. 2 (PPTP-02)

La planta potabilizadora paquete 2, se construyó hace más de 32 años, tiene capacidad para potabilizar hasta 100 L/s, no obstante en promedio se envía de la obra de toma a la PPQ2 un caudal de 112.5 L/s, por lo que se puede señalar que esta planta opera a capacidad máxima. El proceso consiste en la captación con una bomba sumergible de 75 hp que extrae el agua directamente del Río Bravo en la Obra de Toma 2 (OT2), esta bomba cuenta con variador de velocidad.

De la captación el agua se envía al proceso de precloración en donde se tiene un equipo clorador de 500 lb/día; después pasa a los procesos de floculación y sedimentación, en donde se tiene un floculador hidráulico y un sedimentador de flujo directo. El proceso de filtrado es por medio de 9 filtros a presión.

La inyección del agua a los filtros y posteriormente a la red es por medio de 2 bombas sumergibles y 2 bombas horizontales de 50 hp, cada una de ellas.

La PPQ2, cuenta con dos líneas de suministro a la red, una va a la zona industrial y otra que va a CIMAS a la red de distribución de la parte este y sur de la ciudad, este mismo suministro entrega agua a un rebombeo que envía el caudal hasta Playa Bagdad.



Figura 109. Línea de ingreso a la Planta Potabilizadora Paquete 2 y zona de filtros



Figura 110. Salidas a CIMA y Zona Industrial



En la siguiente tabla se presenta un resumen de los equipos de bombeo instalados en planta potabilizadora paquete No. 1

Tabla 84. Información técnica y operativa de los equipos de bombeo de la PPTP- 02

No. Equipo	ID Equipo	Status	Tipo de Equipo de Bombeo	Potencia (hp)	Registro de Gasto por equipo (L/s)	Presión Manométrica (mca)	No. Líneas de Salida	Diámetro de Línea de Salida (in)	Destino
1	1 AP	OP	Sumergible	50	36	1.75	1	10	Rebombeo Ciudad Industrial - Zona Industrial
2	2 AP	OP	Sumergible	50					
3	3 AP	OP	Horizontal	50	74	1.95	1	10	CIMA y a la Red (Este y Sur)
4	4 AP	OP	Horizontal	50					

De igual forma que para las tres plantas anteriores la JAD proporcionó la información de sus reportes diarios de control de procesos y se obtuvo un promedio bimestral, los cuales se presentan a continuación, así como los resultados obtenidos de un muestreo y análisis efectuado en abril del 2016 por un laboratorio certificado por la EPA.

Tabla 85. Resultados promedios diarios en la Planta Potabilizadora Paq. 2

No.	Nombre de la Captación:			Planta Paquete No.1			
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)		1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre
				Periodo de muestreo			
				Ene-Mar 2014	Abr-Jun 2014	Jul-Sep 2014	Oct-Dic 2014
Características microbiológicas							
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	N/D	N/D	N/D	N/D
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	N/D	N/D	N/D	N/D
Características físicas u organolépticas							
3	Turbiedad*	5.0	NTU	4.2	3.9	3.1	4.4
Características químicas							
4	Cloro residual libre	0.2	1.5	2.0	1.9	1.7	1.7
5	Cloruros*	250	mg/L	235	248	185	241
6	Dureza total *	500	mg/L	460.0	462.0	368.0	427.0
7	pH*	6.5	8.5	7.30	7.40	7.30	7.40
8	Sólidos disueltos totales*	1000	mg/L	1018.0	987.0	935.0	100.0
9	Sulfatos*	400	mg/L	300.00	328.00	284.00	348.00
10	Alcalinidad	No aplica		151.0	147.0	118.0	136.0



Tabla 86. Calidad del agua de la P.P. No. 2 (Laboratorio Certificado)

No.	Nombre de la Captación:			Planta Paquete No.2
	Parámetros NOM-127-SSA1-1994	Límite permisible (NOM 127)		2do trimestre
				Periodo de muestreo 22/04/2016
Características microbiológicas				
1	Coliformes totales	ausencia	NPM/100 ml	2.0
2	Coliformes fecales	ausencia	UFC/100 ml	2.0
Características físicas u organolépticas				
3	Color *	20.0	Upt-Co	3.0
4	Olor y sabor *	agradable		agradable
5	Turbiedad*	5.0	NTU	1.1
Características químicas				
6	Aluminio *	0.2	mg/L	0.1
7	Arsénico*	0.025	mg/L	0.0
8	Bario	0.7	mg/L	0.5
9	Cadmio*	0.005	mg/L	0.0
10	Cianuros	0.07	mg/L	0.0
11	Cloro residual libre	0.2-1.5	mg/L	2.0
12	Cloruros*	250	mg/L	232.3
13	Cobre	2.00	mg/L	0.3
14	Cromo total	0.05	mg/L	0.0
15	Dureza total *	500	mg/L	311.4
16	Fenoles o compuestos fenólicos *	0.3	mg/L	0.1
17	Fierro*	0.30	mg/L	0.2
18	Fluoruros	1.5	mg/L	0.7
19	Manganeso*	0.15	mg/L	0.1
20	Mercurio	0.001	mg/L	0.0
21	Nitratos*	10.00	mg/L	0.1
22	Nitritos*	1.00	mg/L	0.0
23	Nitrógeno amoniacal*	0.5	mg/L	0.3
24	pH*	6.5-8.5	U de Ph	7.0
25	Plomo *	0.01	mg/L	0.0
26	Sodio	200	mg/L	181.0
27	Sólidos disueltos totales*	1000	mg/L	886.0
28	Sulfatos*	400	mg/L	328.4
29	Sustancias activas al azul metileno (SAAM) *	0.5	mg/L	0.1
30	Yodo residual libre	0.2-0.5	mg/L	0.2
31	Zinc	5.0	mg/L	0.0
Hidrocarburos aromáticos en microorganismos:				
32	Benceno	10	mg/L	10.0
33	Etilbenceno	300	mg/L	10.0
34	Tolueno	700	mg/L	10.0
35	Xileno (tres isómeros)	500	mg/L	30.0



De igual manera se puede observar en la tabla anterior, que según los resultados del control diario de la calidad del agua que se produce en la planta potabilizadora paquete No. 2 que se analiza en el laboratorio de la JAD, y de los resultados del análisis realizado por el laboratorio certificado por la EPA, la gran mayoría de los parámetros analizados no rebasan los límites permisibles de la NOM – 127 – SSA1 -1994, sin embargo, los coliformes totales y fecales resultaron por arriba de dichos límites, por lo que se puede considerar que el agua que se produce en la planta potabilizadora Paquete No. 2 no es apta para uso y consumo humano, porque contiene contaminantes objetables (agentes infecciosos) y que por lo tanto causara efectos nocivos a la salud de quien la consume. Además como se mencionó la JAD no lleva una vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano como lo establece la NOM – 179 – SSA1 - 1998, que además de establecer la periodicidad en la que debe de realizarse el programa de análisis de la calidad del agua, indica los parámetros que deben de analizarse según el Apéndice Normativo No. 1 de la misma Norma, e indica que los organismo operador debe contar con Certificado de Calidad Sanitaria del Agua, otorgado por la Secretaría de Salud, siendo el propio organismo el responsable del cumplimiento de los Programas de Análisis de Calidad del Agua, Inspección de Instalaciones Hidráulicas, Mantenimiento y Capacitación.

En cuanto a los registros de producción que proporcionó la JAD del periodo analizado (mayo 2014 a abril 2015) se tiene que se produjo y por lo tanto se suministró a la zona de abastecimiento de la planta potabilizadora Paquete No. 2 un volumen de **3,381,748 m³/año**, que representan un gasto medio de **107.23 L/s**, de acuerdo al siguiente histograma de producción y suministro, el cual también debe de considerarse como **volúmenes no corregidos de agua producida** en el periodo de análisis.

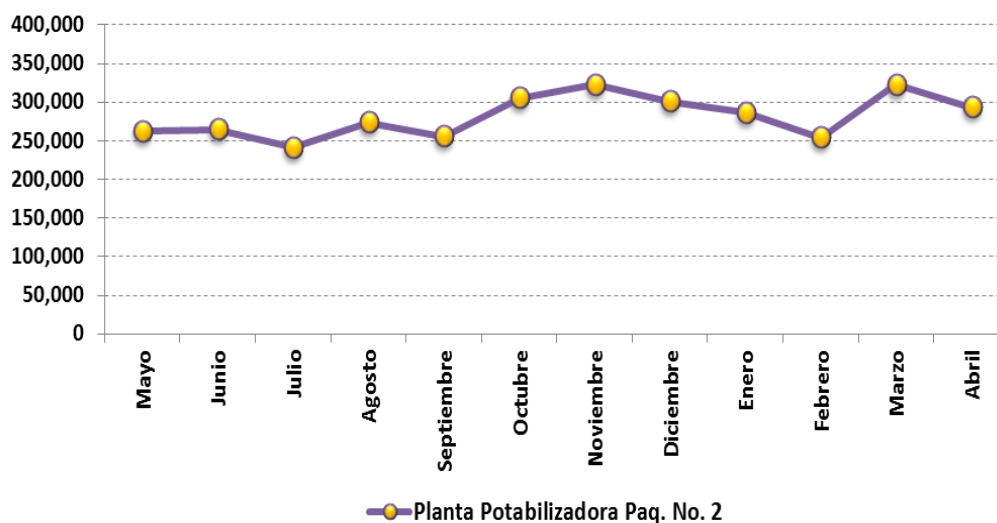


Figura 111. Producción total de agua de la Planta Potabilizadora Paquete 2 (m³/mes)

En las siguientes figuras se presenta el comportamiento horario de la llegada y las salidas por bombeo de la planta potabilizadora, de acuerdo a las mediciones efectuadas al amparo de este contrato. En el Anexo 7 se presenta todos los reportes y álbumes fotográficos.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

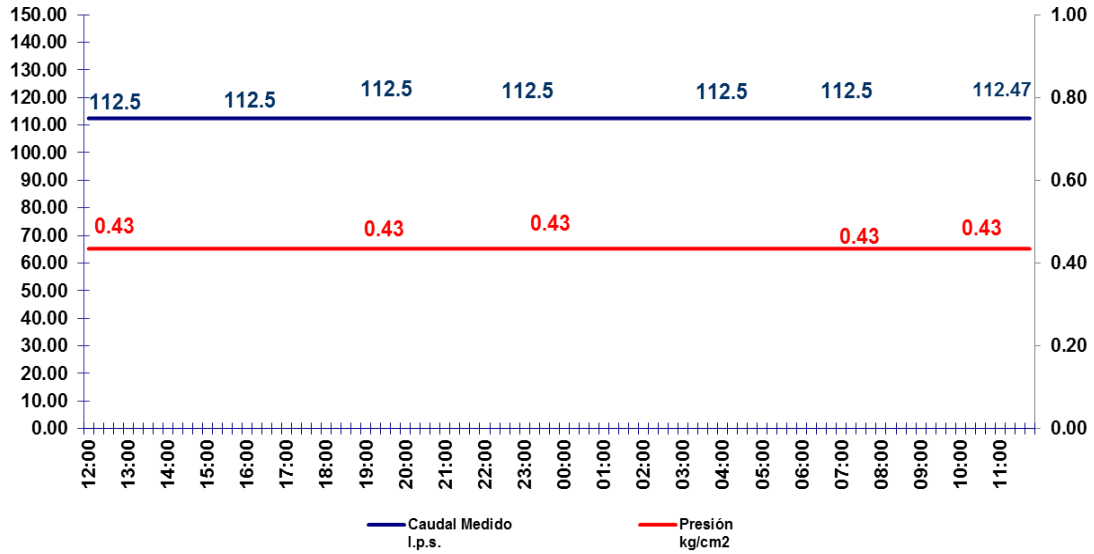


Figura 112. Comportamiento horario del bombeo de la OT del Río Bravo a P.P. Paq. No. 2

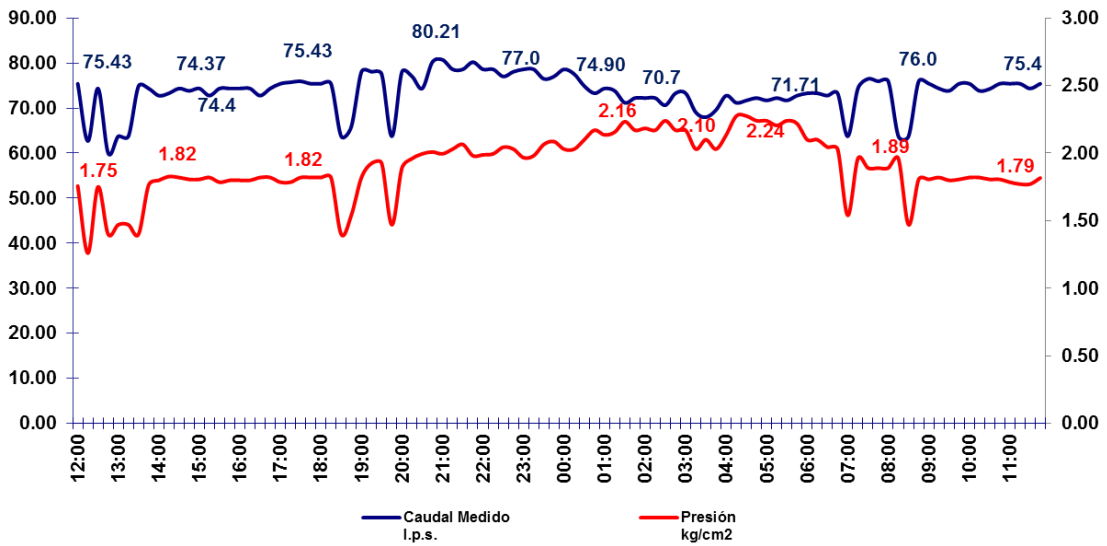


Figura 113. Comportamiento horario del bombeo a la Zona Industrial

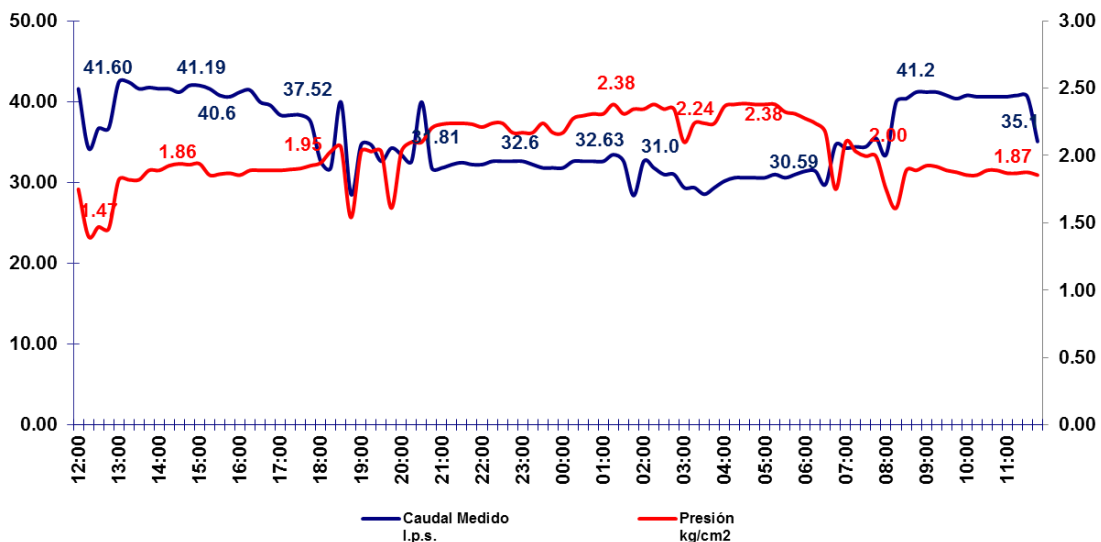


Figura 114. Comportamiento horario del bombeo a CIMA

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos en las mediciones, así como en el Anexo 7 se presentan todos los reportes de las mediciones efectuadas en campo y el álbum fotográfico.

Tabla 87. Resultado de las mediciones efectuadas a la entrada y salida de la P.P. Paq. No. 2

Nombre	Sitio	Medición extendida (más de 24 hrs.)						Comportamiento de producción en un día (24 hrs)		
		Fecha	Fecha	Vol. Total m ³	Q med L/s	Q max L/s	Q min L/s	Fecha	Vol. Total m ³ /día	Q L/s
OT 2 a P.P. Paq 2	Entrada	30/09/15	01/10/15	9,768.09	112.47	112.47	112.47	30/09/15	9,717.48	112.47
Salida a CIMA	Salida	30/09/15	01/10/15	6,396.52	73.66	80.74	60.03	30/09/15	6,362.10	73.64
Salida a Parque Industrial	Salida	30/09/15	01/10/15	3,080.57	35.45	42.42	28.39	30/09/15	3,066.25	35.49
Suma salidas				9,477.09	109.12	123.16	88.41		9,428.35	109.12
Balance				291.00	3.35	-10.69	24.06		289.13	3.35

Como puede observarse en la tabla anterior el gasto medio promedio que ingresa a la planta potabilizadora Paquete No. 2 es de **112.47 L/s.**, el cual es extraído del Río Bravo a través de una bomba sumergibles de 75. De igual manera se observa en la tabla que el caudal que se produce y suministra a la red de distribución y a la zona industrial que abastece dicha planta a través de sus dos bombes, es de **109.12 L/s.**, no aprovechándose un caudal de 3.35 L/s, los cuales son utilizados para el lavado de filtros.

Con estos resultados de las mediciones efectuadas, se determinó al igual que para el volumen extraído de las obras de toma y el caudal suministrado por la P.P. No. 1 y No. 2 y paquete No. 1, el error de precisión o estimación de los volúmenes registrados como producidos o suministrados a la red de distribución a partir de la planta potabilizadora Paq. No. 2.

De esta manera se tiene que el error de estimación de agua suministrada de la Planta Potabilizadora Paq. No.2 resultó de **26.98%**, lo que significa que de manera global la JAD **Submide** el volumen suministrado de



dicha planta. En la siguiente tabla se presenta el ajuste realizado a los volúmenes extraídos registrados por la JAD durante mayo del 2014 a abril del 2015.

Tabla 88. Corrección del volumen producido o suministrado de la Planta Potabilizadora Paq. No. 2

No.	Nombre	Volumen Registrado sin corregir		% de Error de estimación de macromedición	Volumen Registrado corregido		Diferencia de Caudal L/s
		Volumen Total m ³ /año	Caudal L/s		Volumen Total m ³ /año	Caudal L/s	
1	Planta Pot. Paq. No. 2	3,381,748	107.23	-12.56%	3,806,501	120.70	13.47

Finalmente se tiene que el volumen corregido suministrado de la planta potabilizadora Paq. No. 2 que operó la JAD en el periodo de análisis fue de **3, 806, 501 m³ (3.81 Hm³/año)**, que representan un caudal medio diario extraído (Q med diario) de **120.7 L/s**, el cual es superior a la capacidad de la planta potabilizadora que es de 100 L/s.

Volumen producido corregido

Como se mencionó al principio de este sub-apartado, la información de los registros de la JAD respecto a los volumen producido o suministrado de cada una de las Plantas Potabilizadoras deben de considerarse como **volúmenes no corregidos de agua producida**, los cuales deben de ajustarse o corregirse por los errores que pudieran presentarse, que para el caso que nos ocupa son producto de la inexistencia de macromedidores o macromedidores inexactos instalados en las salidas de las potabilizadoras.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de todas las mediciones que se realizaron y que fueron ya presentadas en el análisis de cada una de las plantas potabilizadoras.

Tabla 89. Resultado de las mediciones efectuadas

Nombre	Sitio	Medición extendida (más de 24 hrs.)						Comportamiento de producción en un día (24 hrs)		
		Fecha	Fecha	Vol. Total m ³	Q med L/s	Q max L/s	Q min L/s	Fecha	Vol. Total m ³ /día	Q L/s
OT 1 a Lagunetas (Eq. 1, 2 y 3)	Salida	01/10/15	02/10/15	119,557.37	1,376.60	1,376.60	1,376.60	01/10/15	118,937.90	1,376.60
OT 1 a P.P. No. 1 (Eq. 4 y 5)	Salida	03/10/15	04/10/15	60,387.47	695.39	734.18	592.99	03/10/15	60,067.25	695.22
OT 2 a P.P. Paq 2	Salida	30/09/15	01/10/15	9,768.09	112.47	112.47	112.47	30/09/15	9,717.48	112.47
Vol Producido (Extracción)				189,712.93	2,184.46	2,223.25	2,082.06		188,722.64	2,184.29
Planta Potabilizadora No. 1										
Entrada a la P.P. No 1 (Agua cruda)	Entrada	03/10/15	04/10/15	78,191.39	900.30	900.30	900.30	03/10/15	77,786.26	900.30
A tanque 4 con equipo No 1 AR (lado Ote)	Salida	03/10/15	04/10/15	10,060.62	116.04	168.21	0.00	03/10/15	9,990.87	115.64
A tanque 4 con equipo No 2 AR (lado Ote)	Salida	03/10/15	04/10/15	12,517.26	144.19	173.02	0.00	03/10/15	12,446.52	144.06
A la red con equipo C7 (Lado Ote)	Salida	03/10/15	04/10/15	3,413.91	39.49	74.59	15.20	03/10/15	3,380.35	39.12
A la red con equipo M2 (Lado Ote)	Salida	03/10/15	04/10/15	17,478.37	201.14	257.42	174.14	03/10/15	17,396.83	201.35
A la red equipo C1 y M1 (Lado Pte)	Salida	06/10/15	07/10/15	29,640.13	341.28	385.35	313.10	06/10/15	29,486.59	341.28



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Nombre	Sitio	Medición extendida (más de 24 hrs.)						Comportamiento de producción en un día (24 hrs)		
		Fecha	Fecha	Vol. Total m ³	Q med L/s	Q max L/s	Q min L/s	Fecha	Vol. Total m ³ /día	Q L/s
Suma salidas				73,110.29	842.15	1,058.60	502.44		72,701.15	841.45
Balance				5,081.10	58.16	-158.29	397.86		5,085.11	58.86
Planta Potabilizadora No. 2										
Entrada a la P.P. No 1 Modulo 1 (36")	Entrada	06/10/15	07/10/15	72,595.90	836.22	960.40	785.78	06/10/15	72,189.91	835.53
Entrada a la P.P. No 1 Modulo N (24")	Salida	06/10/15	07/10/15	33,919.48	390.53	437.58	355.53	06/10/15	33,745.65	390.57
Suma entradas				106,515.39	1,226.75	1,397.98	1,141.32		105,935.56	1,226.11
A la red con 30" (Eq. 4, 7, 8, 9 y 10)	Salida	06/10/15	07/10/15	22,680.98	261.02	500.51	0.00	06/10/15	22,574.91	261.28
A Tanque 3 Equipo 1	Salida	06/10/15	07/10/15	10,513.84	121.07	124.08	117.11	06/10/15	10,458.00	121.04
A Tanque 3 Equipo 2	Salida	06/10/15	07/10/15	14,736.55	169.68	171.49	167.62	06/10/15	14,659.81	169.67
A Tanque 3 Equipo 3	Salida	06/10/15	07/10/15	6,915.48	79.64	83.90	69.26	06/10/15	6,878.08	79.61
A red y CEFERESO Equipo 5	Salida	06/10/15	07/10/15	7,910.27	91.10	98.55	78.43	06/10/15	7,867.28	91.06
A red y CEFERESO Equipo 6	Salida	06/10/15	07/10/15	10,841.38	124.83	132.20	114.30	06/10/15	10,784.99	124.83
A red de Pueblitos Equipo 11	Salida	06/10/15	07/10/15	19,537.25	225.01	236.59	208.42	06/10/15	19,431.42	224.90
Suma salidas				93,135.75	1,072.36	1,347.32	755.14		92,654.49	1,072.39
Balance				13,379.64	154.39	50.66	386.18		13,281.07	153.72
Planta Potabilizadora Paq 1										
OT 1 a P.P. Paq. No. 1 (8")	Entrada	29/09/15	30/09/15	9,084.91	104.61	106.46	103.80	29/09/15	9,037.00	104.59
OT 1 a P.P. Paq. No. 1 (6")	Entrada	29/09/15	30/09/15	1,440.28	16.67	16.67	16.67	29/09/15	1,440.28	16.67
Suma entradas				10,525.19	121.28	123.13	120.47		10,477.28	121.26
A la red y Tanque 1	Salida	29/09/15	30/09/15	6,658.60	76.66	90.99	52.00	29/09/15	6,624.87	76.68
A Proteínas Básicas	Salida	29/09/15	30/09/15	1,157.09	13.33	17.76	9.12	29/09/15	1,150.56	13.32
Retorno antes del cárcamo	Regreso	29/09/15	30/09/15	1,728.00	20.00	20.00	20.00	29/09/15	1,728.00	20.00
Suma salidas y retorno				9,543.69	109.99	128.76	81.12		9,503.43	109.99
Balance				981.50	11.30	-5.63	39.35		973.86	11.27
Planta Potabilizadora Paq 2										
OT 2 a P.P. Paq 2	Entrada	30/09/15	01/10/15	9,768.09	112.47	112.47	112.47	30/09/15	9,717.48	112.47
Salida a CIMA	Salida	30/09/15	01/10/15	6,396.52	73.66	80.74	60.03	30/09/15	6,362.10	73.64
Salida a Parque Industrial	Salida	30/09/15	01/10/15	3,080.57	35.45	42.42	28.39	30/09/15	3,066.25	35.49
Suma salidas				9,477.09	109.12	123.16	88.41		9,428.35	109.12
Balance				291.00	3.35	-10.69	24.06		289.13	3.35

La manera de obtener el error de estimación fue asociando el resultado obtenido en un día de medición con el volumen de un día de registro del mes correspondiente al mes en el que se realizaron las mediciones y



con la aplicación de la ecuación señalada anteriormente se obtuvo para cada planta potabilizadora y de manera global el error de estimación y en consecuencia el volumen producido o suministrado corregido.

Es así como se obtuvo que el error de estimación de agua potable producida y suministrada a la población de Matamoros a partir de las 4 plantas potabilizadoras que la JAD opera, resultó de **-16.40%**, lo que significa que de manera global la JAD **Submide** el volumen suministrado de sus plantas potabilizadoras. En la siguiente tabla se presenta el ajuste realizado a los volúmenes extraídos registrados por la JAD durante mayo del 2014 a abril del 2015.

Tabla 90. Volumen producido corregido en el sistema de agua de la JAD

No.	Nombre de la Obra de toma	Volumen Registrado sin corregir		% de Error de estimación de macromedición	Volumen Registrado corregido		Diferencia de Caudal L/s
		Volumen Total	Caudal		Volumen Total	Caudal	
		m ³ /año	L/s		m ³ /año	L/s	
1	Planta Potabilizadora No. 1	20,978,444	665.22	-12.56%	23,614,066	748.80	83.58
2	Planta Potabilizadora No. 2	27,094,163	859.15	-19.16%	32,284,226	1023.73	164.58
3	Planta Potabilizadora Paquete No. 1	1,793,366	56.87	-26.98%	2,277,286	72.21	15.34
4	Planta Potabilizadora Paquete No. 2	3,381,748	107.23	-12.56%	3,806,501	120.70	13.47
	TOTAL	53,247,721	1,688.5	-16.40%	61,982,078	1,965.4	277.0

De esta manera se concluye que el volumen corregido suministrado a la ciudad de Matamoros a través de sus cuatro plantas potabilizadoras que opera la JAD, dentro del periodo de análisis (Mayo 2014 a Abril de 2015) fue de **61, 982,078 m³ (61.98 Hm³/año)**, que representan un caudal medio diario extraído (Q med diario) de **1,965.4 L/s** En la siguiente figura se presenta el comportamiento del caudal suministrado ajustado durante el periodo de análisis.

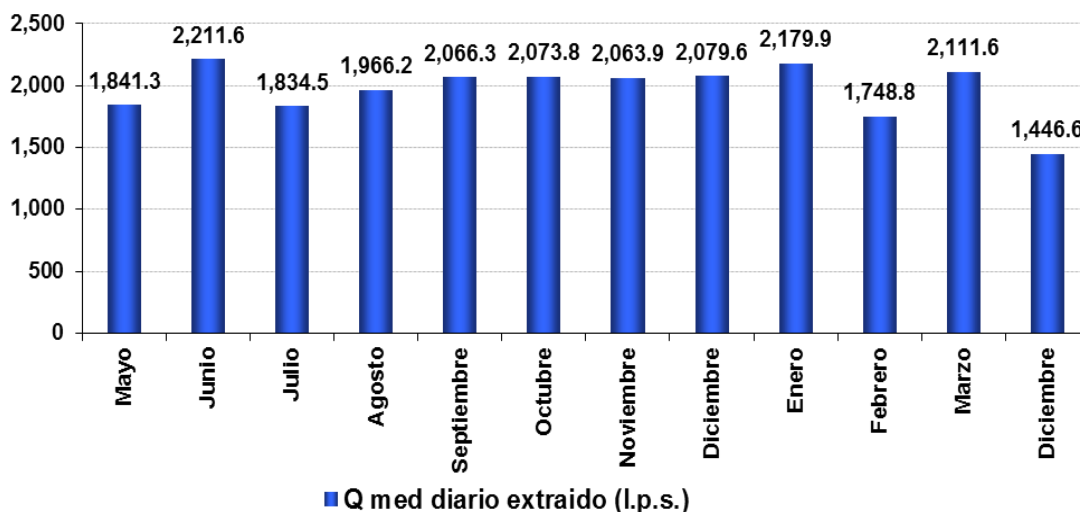


Figura 115. Caudal medio mensual suministrado a la red de distribución de Matamoros, Tamps.

Es importante mencionar que la gran mayoría de los equipos de bombeo de las potabilizadoras son muy antiguos, que funcionan con bajas eficiencias y por lo tanto resultan ya insuficientes para el bombeo del



agua hacia los diferentes sectores que abastecen, por lo que se requiere de programas de sustitución de equipos de bombeo de alta eficiencia para mejorar el abasto a la red.

Conducción

Dentro de la infraestructura principal con la que cuenta la JAD para la transportación y manejo del agua tanto cruda como potable, a los diferentes puntos de potabilización y almacenamiento, respectivamente, se tienen algunos acueductos y líneas de conducción, interconexión y alimentación que operan continuamente para el abasto de agua a la población de Matamoros, con una longitud total de **92.21 Km** construidos con tuberías que van de las 72" a 4" en diferentes materiales, tal y como se señala en la siguiente tabla y figura.

Tabla 91. Líneas principales (acueductos, líneas de conducción, interconexión y alimentación)

Líneas Principales	Longitud (km) de Diámetros (Pulg)														Total Km
	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	30"	36"	56"	72"	
Acueductos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.09	1.86	1.57	6.52
Conducción	1.51	0.06	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	1.86
Interconexión	16.09	1.68	13.09	1.31	3.71	4.19	8.58	1.23	3.43	8.92	6.97	3.29	0.00	0.16	74.33
Alimentación	0.02	1.89	0.50	0.71	0.19	5.74	0.08	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	9.49
Total	17.62	3.63	13.68	2.02	3.89	9.93	8.66	1.23	3.43	8.92	7.31	6.59	1.86	1.73	92.21
% del Total	19.1%	3.9%	14.8%	2.2%	4.2%	10.8%	9.4%	1.3%	3.7%	9.7%	7.9%	7.1%	2.0%	1.9%	100.0%

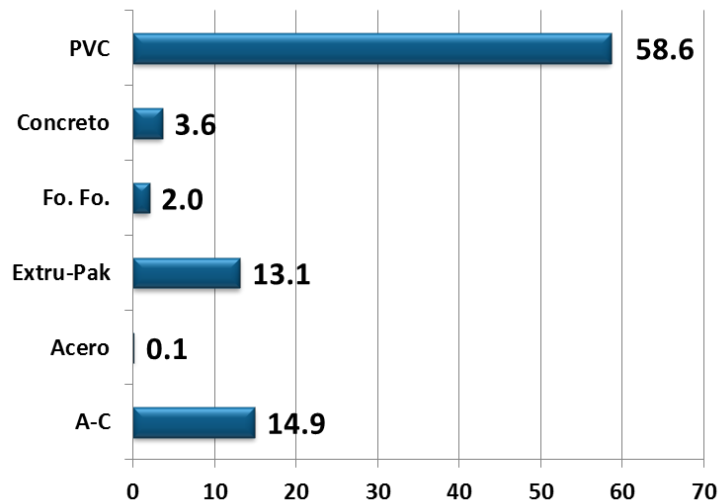


Figura 116. Líneas primarias por material de las tuberías

De acuerdo a la información anterior, del total de las líneas principales el 32% son tuberías de 20" en adelante, otro 28% son tuberías con diámetros de 10 a 18" y el restante 40% son tuberías de menos de 10" de diámetro; del mismo modo se tiene que el 64% son tuberías de PVC, el 16% de A-C, el 14% de Extru-pak, y el restante 6% son de diversos materiales.

En la siguiente figura se presenta un mapa de la ciudad de Matamoros indicando el trazo que tienen las principales líneas del sistema de agua potable que opera la JAD, las cuales tienen como origen por lo general



las obras de tomas y las plantas potabilizadoras y en contados casos tienen como origen un tanque de regulación o rebombeo.

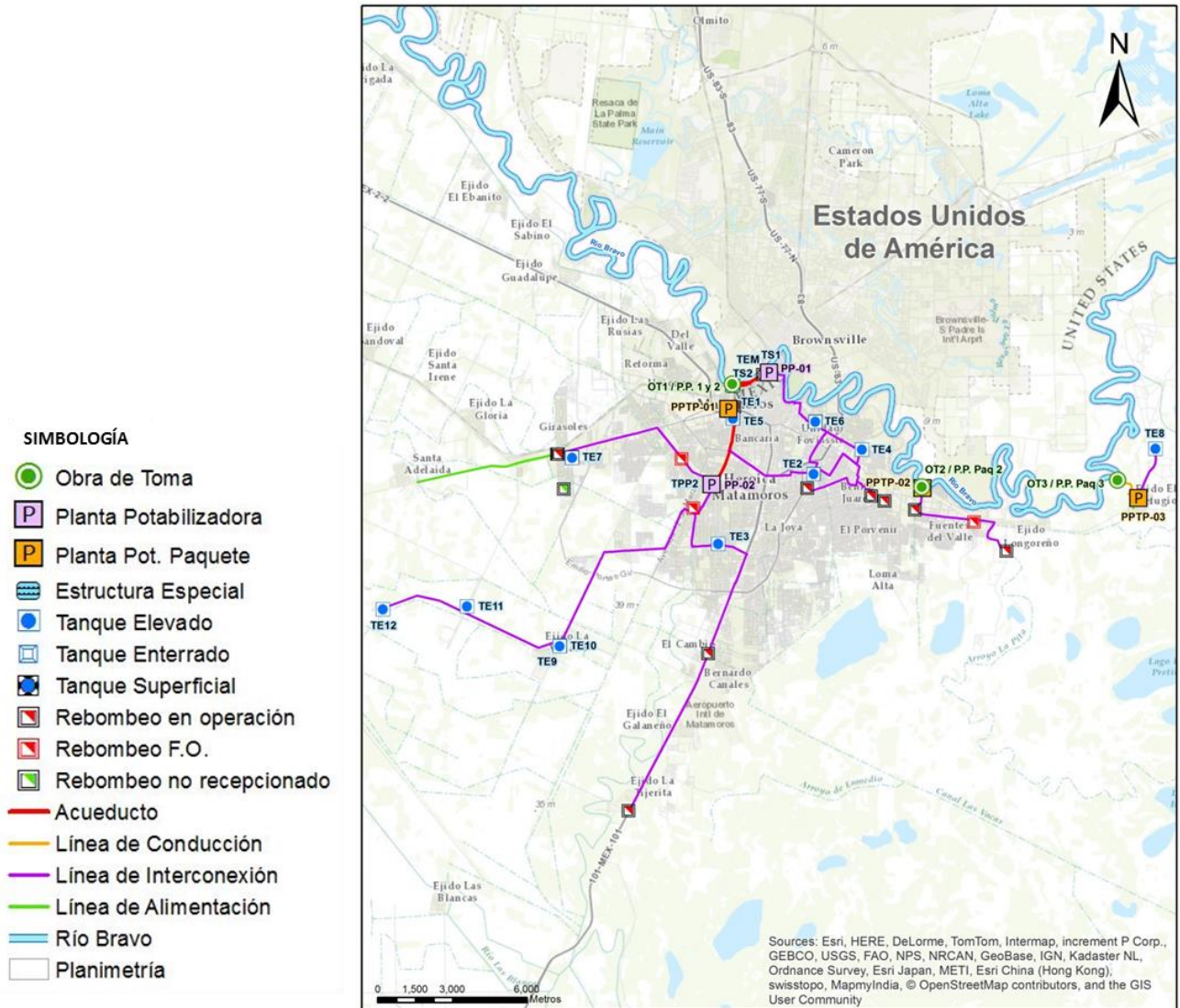


Figura 117. Línea principales en el sistema de agua de Matamoros, Tamaulipas

Dentro de estas líneas principales se tienen tres acueductos de agua cruda que opera la JAD con una longitud de 6.52 Km, dos de ellos se construyeron para conducir el agua hacia la planta potabilizadora No. 1 a partir de la OT1 (bomba 4 y 5) y de la laguneta Norte, respectivamente y el tercero se construyó para conducir el agua hacia la planta potabilizadora No. 2 a partir de la OT 1 (bombas 1, 2 y 3), el sistema de lagunetas Norte y Sur y el rebombeo 21 y González.

En la siguiente figura se presenta un plano con el trazo de los tres acueductos que transportan el agua de las captaciones a las plantas potabilizadoras.

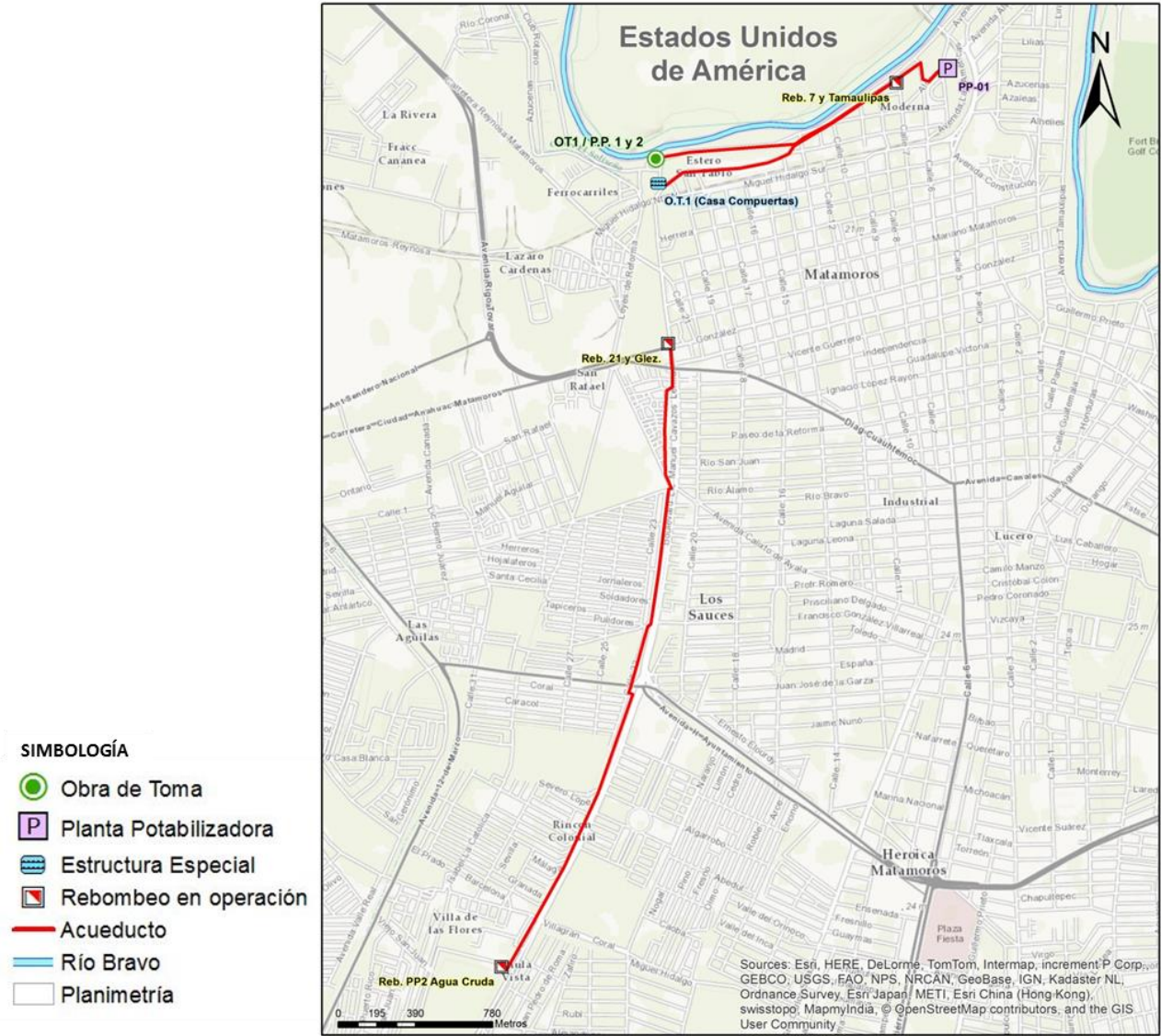


Figura 118. Acueductos de las captaciones a las plantas potabilizadoras

De los dos acueducto que conducen el agua a la planta potabilizadora No. 1, uno funciona por gravedad a partir de la OT ubicada en la laguneta Norte, equipada con las compuertas con las que se controla el volumen de agua que ingresa al acueducto, el cual es conducido hasta descargar en el rebombeo 7 Tamaulipas, de donde se rebombea y se interconecta con el otro acueducto para reunir el volumen de agua que ingresa a la Planta Potabilizadora No. 1. Dicho acueducto tiene una longitud de 1.37 Km y fue construido con tubería de A - C de 36" de diámetro. El segundo acueducto funciona por bombeo a partir de la OT 1 con las bombas 4 y 5 conduciendo el agua cruda hasta la planta potabilizadora No. 1, previa interconexión con la línea que sale del rebombeo 7 Tamaulipas, tiene una longitud de 1.72 Km y fue construido con tubería de Extru-pak de 36". En la siguiente figura se presenta un plano con el trazo de ambos acueductos que van de las captaciones a la planta potabilizadora No.1.

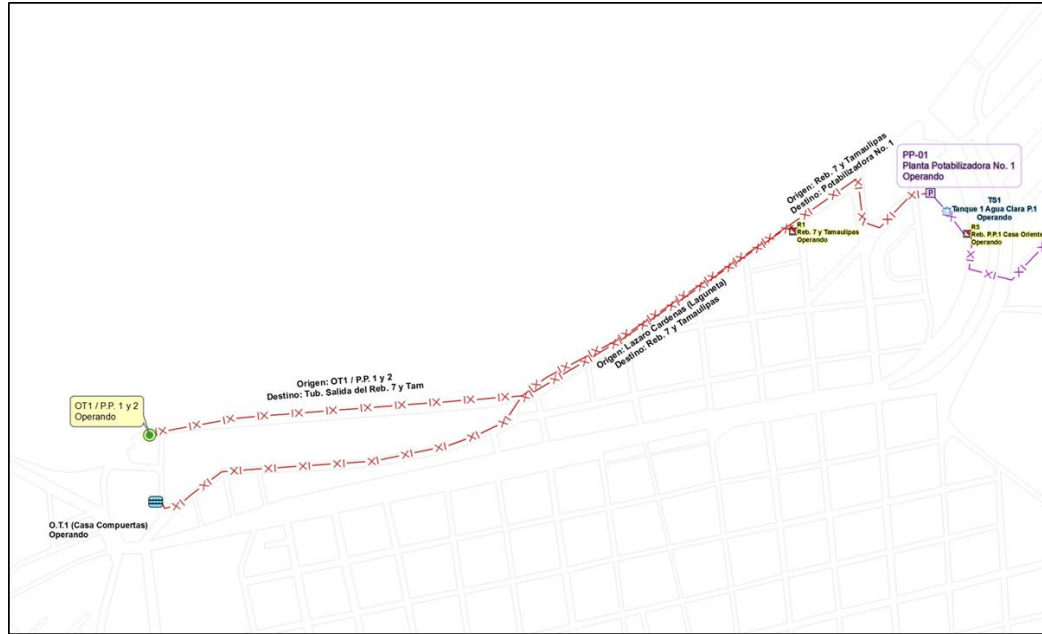


Figura 119. Acueductos a la planta potabilizadora No. 1

En cuanto al acueducto con el que se conducen el agua a la planta potabilizadora No. 2, este inicia en la OT 1 con las bombas 1, 2 y 3, las cuales descargan al sistema de lagunetas de donde se succiona el agua a través del rebombamiento 21 y González para enviarla a la Planta Potabilizadora No. 2 con una línea de 3.43 Km, construida con tuberías de A - C de 54" (1.86 Km) y 72" (1.57 Km) de diámetro.

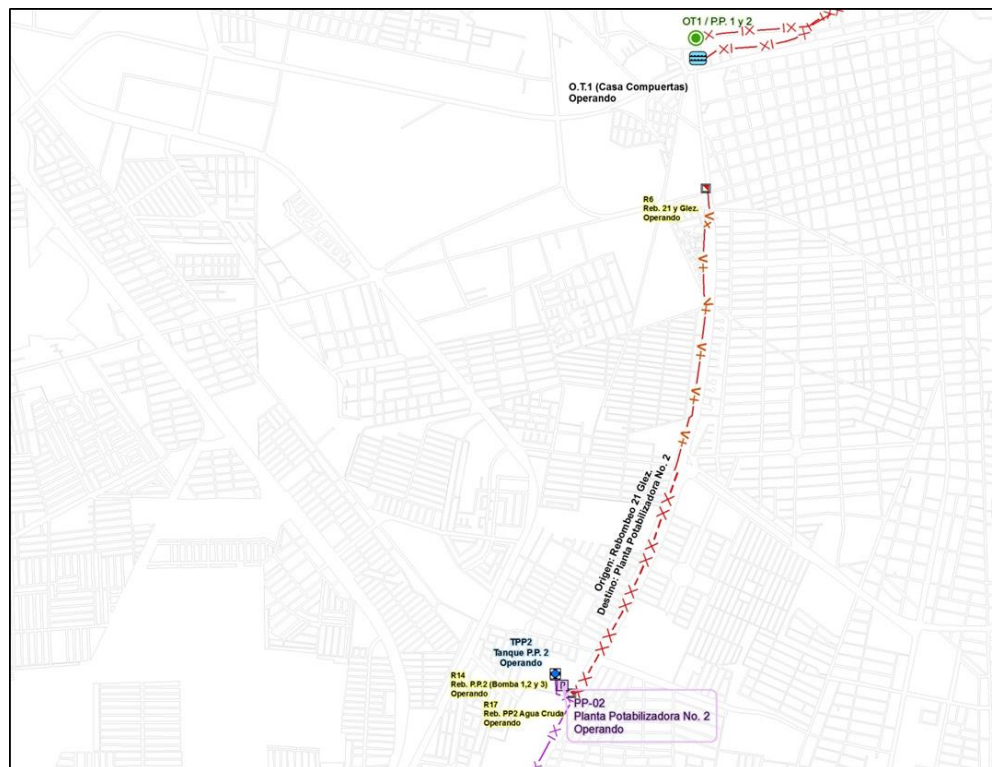


Figura 120. Acueducto a la Planta Potabilizadora No. 2



De las líneas de conducción, interconexión y alimentación, una gran parte se localizan dentro de la mancha urbana, sin embargo existen algunas líneas de conducción e interconexión de diámetros pequeños que conducen el agua a diferentes rebombos de donde se abastecen a algunos ejidos localizados al Sureste, como es el de las Vacas de donde se abastece Tijerita, San Lorenzo y el Mezquital y el de la Venada de donde se abastecen los ejidos Santiago y 21 de Marzo y por el lado Este de la ciudad el rebompeo Tecolote de donde se abastece los ejidos Longoreño, Refugio y La Playa, todos ellos fuera de la ciudad de Matamoros.

Con respecto a las líneas principales que existen dentro de la ciudad de Matamoros, unas de las más importantes para el manejo y distribución del agua a las diferentes zonas de abastecimiento son las que conducen el agua de las potabilizadoras hacia los tanques o de un tanque a otro tanque (interconexión). A continuación se describen brevemente algunas de las principales líneas:

Línea de interconexión de la Planta Potabilizadora No. 2 al tanque No. 3

Esta línea de interconexión sale del tanque de agua clara de la PP – 02 a partir del múltiple de las bombas 1, 2 y 3; para conducir el agua hasta el tanque de regulación No. 3 que actualmente está fuera de operación, por lo que la línea abastece directamente a la red que era abastecida por el mencionado tanque, dicha línea de interconexión tiene un trayecto de 4.01 Km sin derivaciones en ruta, con tuberías de 36 de 20” de diámetro de PVC. En la siguiente figura se muestra un plano con el trazo que tiene la mencionada línea.

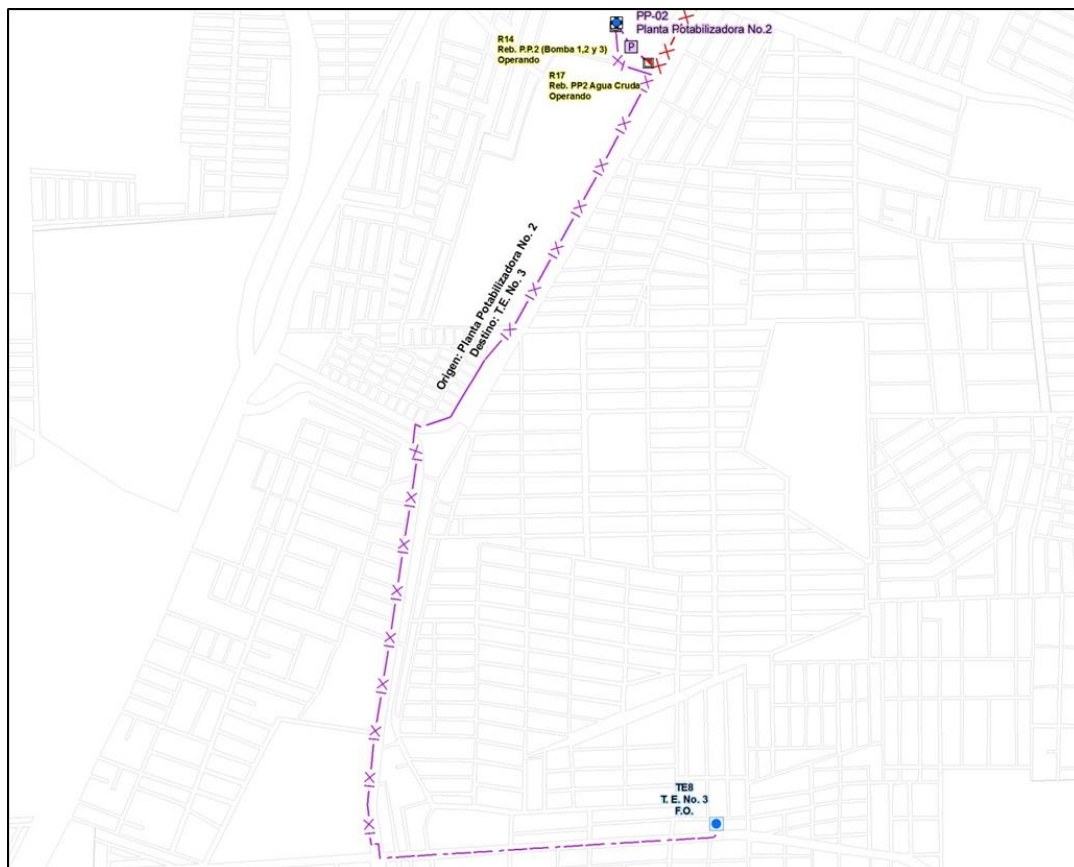


Figura 121. Línea de interconexión de la PO-02 al tanque No. 3

Línea de interconexión de la Planta Potabiladora No. 2 al tanque No. 2

Esta línea de interconexión sale del tanque de agua clara de la PP – 02 a partir del múltiple de las bombas 4, 7, 8, 9 y 10; con la cual anteriormente le mandaban agua al tanque No. 2, pero en la actualidad este tanque ya no se abastece de la PP – 02, quedando esta línea como línea de alimentación a la red de distribución de una gran parte de la mancha urbana, con derivaciones en ruta que le permite ir abasteciendo de agua a las diferentes colonias asentadas a lo largo de su trayecto, el cual es de 5.49 Km con tuberías de A-C de 30” y 24” de diámetro.

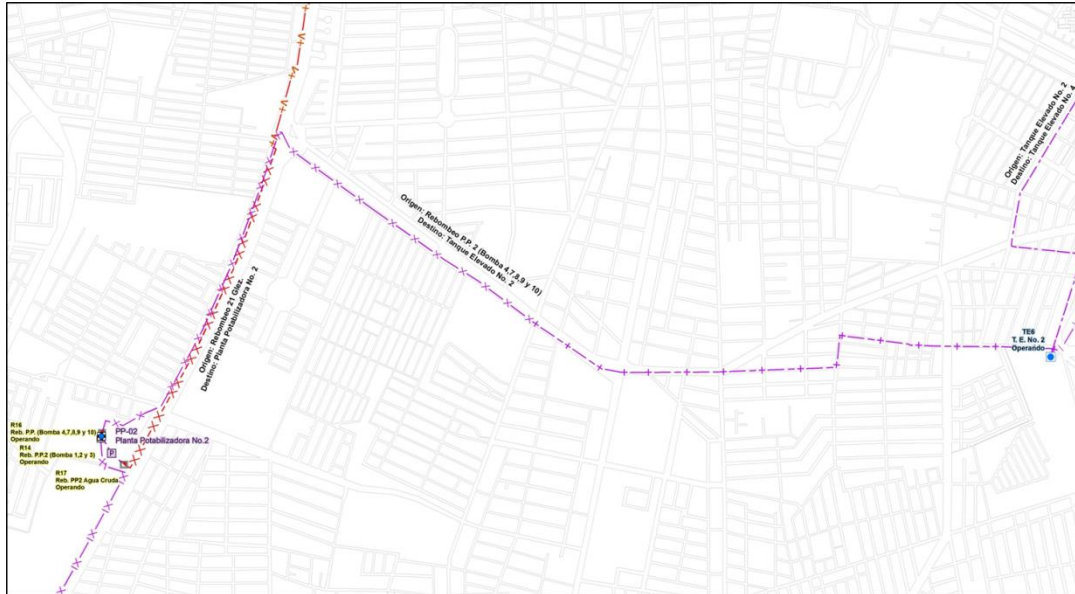


Figura 122. Línea de alimentación de la PP – 02 a la red de distribución

Línea de interconexión de la Planta Potabiladora No. 1 al tanque No. 4

Esta línea de interconexión sale del tanque de agua clara de la PP – 01 a partir del múltiple de las bombas 1, 2 y 3 (Alto Rendimiento), hacia el tanque de regulación No. 4 con una longitud de 5.85 Km, sin derivaciones en ruta, con tuberías de PVC de 36” (0.30 Km), 30” (3.87 Km) y 24” (1.68 Km) de diámetro. En la siguiente figura se muestra un plano con el trazo que tiene la mencionada línea.

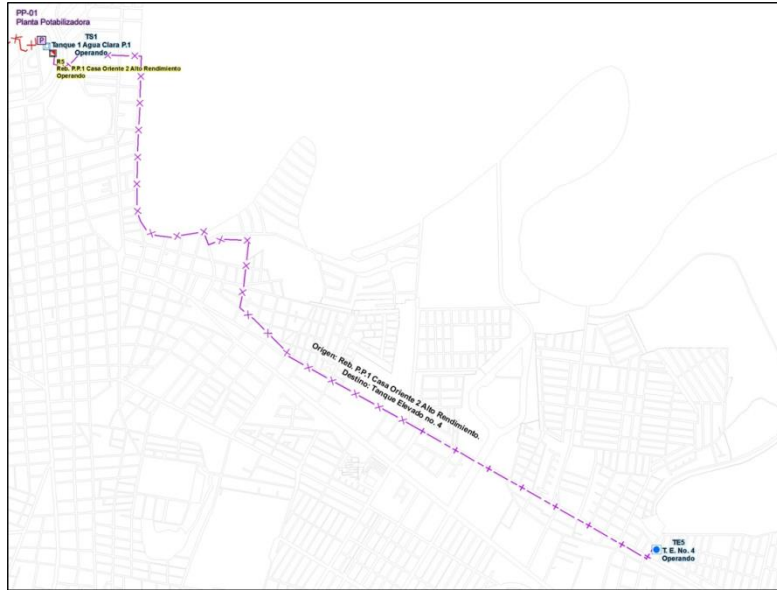


Figura 123. Línea de interconexión de la PP – 01 al Tanque 4

Línea de interconexión del tanque No. 4 al tanque No. 2

Como se mencionó anteriormente el tanque 2 recibía agua de la PP – 02, sin embargo, por tener esta línea de interconexión muchas derivaciones en ruta, se construyó una línea de interconexión para mandarle agua a este tanque a partir de la potabilizadora No. 1, que alimenta como ya se señaló primeramente al Tanque No. 4 desde donde se abastece actualmente el Tanque No. 2 con una línea que tiene una longitud de 3.26 Km, sin derivaciones en ruta, con tuberías de PVC de 12” de diámetro. En la siguiente figura se muestra un plano con el trazo que tiene la mencionada línea.

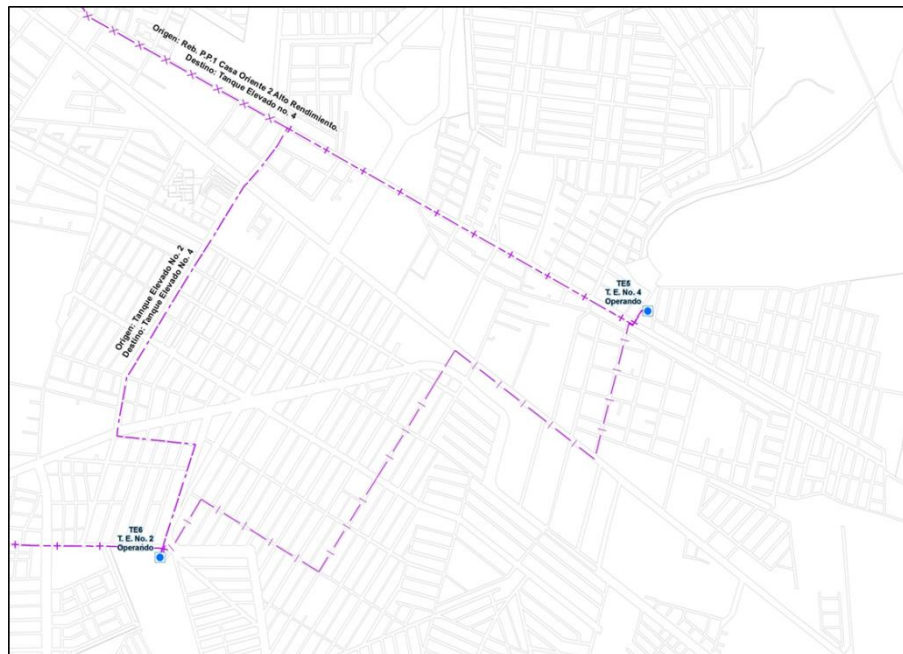


Figura 124. Línea de interconexión del Tanque 4 al Tanque 2



Otras líneas importantes por la longitud que tienen y los diámetros de las tuberías con las que se construyeron son: la línea que sale de la PP -02 de las bombas 5 y 6 que alimentan al Rebombeo Presidentes y al CEFERESO, la cual tiene una longitud de 7.13 Km, construida con tuberías de PVC y Extru Pak de 16, 12, 10 y 8" de diámetro; la línea que sale de la planta potabilizadora No. 2 de la bomba 11 con la que se alimenta a los ejidos de la Venada (Pueblitos), la cual tiene una longitud de 10.5 Km, construida con tubería de PVC de 24, 16 y 4" de diámetro, entre otras.

En la siguiente tablas se presenta información de cada una de las líneas de interconexión del sistema de agua potable de Matamoros que suman un total de 74.34 Km

Tabla 92. Líneas de interconexión del sistema de agua potable

Origen	Destino	Material	Longitud (Km) de Diámetros (Pulg)											Total Km	
			4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	30"		36"
Reb. P.P.2 (Bomba 1,2 y 3)	T.E. No. 3	PVC									1.14			2.87	4.01
Reb P.P.2 (Bomba 4,7,8,9 y 10)	T.E. No. 2	A-C										2.46	3.03		5.49
Bomba 5 y 6 de la Planta Pot. 2	Reb. Presidentes	PVC, EXTRU-PAK			0.04	0.26		3.55	3.27						7.13
Línea de las Bomba 5 y 6 de la Planta Pot. 2	Reb. Ejido la Venada	PVC						0.59							0.60
Línea de las Bomba 5 y 6 de la Planta Pot. 2	Reb. Ceferezo	PVC						0.04							0.04
Reb. P.P.2 (Bomba 11)	Reb. Ejido La Venada	PVC	4.14						4.09			2.24			10.47
Reb.P.P.1 Casa Oriente 2 Alto Rendimiento	T.E. No. 4	PVC										1.68	3.87	0.30	5.85
Planta Pot. Paq. 1	Reb. Jesús Urquiza (Bomba TEF-02)	PVC		0.07			0.42								0.49
Planta Pot. Paq. 1	T.E. No.1	PVC					0.02								0.02
Planta Paq. 2	Reb. Cd. Ind. 1	A-C				1.00									1.00
Planta Paq. No. 3	Tanque Ranchitos	PVC	2.19												2.19
T.E. No. 4	Reb. T.E. No. 2 (TE-02 Bomba Emergente)	A-C, FOFO				0.03	3.13				0.08	0.03			3.26
T.E. No. 2	Línea de conducción a T.E. No. 4, con válvula cerrada	A-C									2.21				2.21
T.E. No. 4	Reb. Portales	A-C, PVC	0.02	0.22	0.74		0.13		1.10			1.21			3.43
T.E. No. 4	Reb. Praderas	A-C, PVC		0.92											0.92
Reb. Cd. Ind. 2	Reb. Canadá (F.O.)	A-C, PVC		0.46	2.09	0.01									2.55
Reb. Cd. Ind. 2	Reb. Tecolote	PVC	1.19												1.19
Reb. Ejido La Venada 2	Tanque El Mogote	PVC	4.87												4.87
Reb. Ejido La Venada 2	Tanque 21 de Marzo	PVC	3.59												3.59
T.E. No. 3	Reb. Las Vacas	PVC			3.04					1.23		1.29			5.56
Reb. Las Vacas	Reb. Los Ejidos	PVC	0.02		7.13										7.15
Líneas internas en Instalaciones															0.61
			16.01	1.68	13.05	1.30	3.71	4.19	8.47	1.23	3.43	8.90	6.90	3.17	74.34



Se cuantificaron tuberías por 9.49 Km de líneas de alimentación que salen de los tanques y rebombes a la red de distribución, con diámetros que van de las 30 a las 3” en materiales de PVC, Extru Pak y A – C., tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 93. Líneas de alimentación del sistema de agua potable

Origen	Destino	Material	Longitud (Km) de Diámetros (Pulg)									Total Km	
			3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	30"		
T.E. Presidentes	Red	PVC				0.03							0.03
Reb. Ejido La Venada	Red	PVC			1.86								1.86
Reb. CEFERESO	Red	EXTRU-PAK							5.74				5.74
Reb. Portales	Red	PVC			0.02								0.02
Reb. Praderas	Red	A-C			0.01								0.01
Reb. P.P.1 (Casa Poniente)	Red-Línea primaria de 24 in.	FOFO										0.34	0.34
Reb. P.P.1 (Casa Poniente)	Red	PVC					0.27						0.27
Reb. P.P.1 (Bomba C7) ,Línea de interc. de 16in.	Red	PVC								0.08			0.08
Reb. Palo Verde	Red	PVC	0.02										0.02
Reb. Los Ejidos	Red	PVC		0.02									0.02
Planta Paq. No. 3	Red	PVC				0.47							0.47
Planta Pot. Paq. 1(Estructura Especial)	Red	PVC						0.19					0.19
Planta Paq. No.2	Red	PVC					0.42						0.42
Planta Paq. 2	Red	A-C					0.02						0.02
Reb. Cd. Industrial 2	Red	A-C					0.01						0.01
Suma			0.02	0.02	1.89	0.50	0.71	0.19	5.74	0.08	0.34		9.49

Se puede señalar que en su mayoría las líneas principales (acueductos, conducción, interconexión y alimentación) se encuentran en buenas condiciones de operación, sin embargo, existen líneas principales sobre todo en la zona centro a la salida de la planta potabilizadora No. 1 que son muy antiguas y por lo tanto son de fierro fundido, a las cuales se les ha reducido considerablemente el área hidráulica por las incrustaciones debido a la calidad del agua que se suministra de la potabilizadora y a la falta de mantenimiento por muchos años. Siendo que estas líneas son utilizadas para enviar el agua de la mencionada planta a las colonias más alejadas localizadas al Sureste de la ciudad, lo cual representa un serio problema para la JAD, ya que estas tuberías están limitadas para conducir los caudales requeridos con las presiones necesarias para hacer llegar el agua a estas zonas, generándose en estos tramos una pérdida de carga enorme, como sucede en:

- El centro tiene tubería de fierro
- La Bustamante



- La Quinta hasta la Canales - tubería de 16"
- La Juárez hasta la José Arce es de fierro de 16"
- La Canales 12"
- Lauro Villar, Matamoros, Av. de las Rosas (4").

Aunado a lo anterior, existen tuberías principales y primarias de diámetros reducidos para la conducción del agua hacia las partes más alejadas de las potabilizadoras, es decir que las líneas principales no llegan hasta el final de las colonias con un diámetro adecuado, lo que limita el abastecimiento a esas zonas, llegando a prestarse un servicio tandeado por la falta de capacidad de las líneas de conducción o principales. Lo que ocurre también por la gran cantidad de derivaciones en ruta que tienen las líneas principales, de las que no se conoce el punto exacto de las mismas, siendo una de las principales causas del desabasto que se presenta en algunas colonias alejadas de las Plantas Potabilizadoras.

Además apoyan a varios ejidos localizados al Oeste, Este y Sur por compromisos de los Gobiernos, lo que puede considerarse como pérdidas de agua para el sistema si estas no se facturan y se cobran, tal es el caso de la zona de la Playa (zona Ote) que es abastecida con agua de la planta potabilizadora No. 1 ya que la PP Paq. 3 proporciona un caudal del orden de 8 L/s., lo cuales son insuficientes para el abastecimiento de toda esa zona.

Por otro lado, no se ha llevado a cabo un programa de mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a los dispositivos de protección de las líneas de conducción, alimentación e interconexión, como son las válvulas de admisión y expulsión de aire y eliminadoras de aire y desfuegos, que pudieran ser parte de los motivos por los cuales las líneas no tienen la capacidad de conducción, ya que es sabido que el buen funcionamiento y la subsistencia de la capacidad de las líneas principales depende en gran medida de la correcta ubicación y del mantenimiento preventivo que se le proporcione a los dispositivos de seguridad contra fenómenos transitorios, con los cuales sin duda se podrá prolongar la vida útil de las líneas de conducción.

Por último se tienen algunas líneas de conducción que van por predios, como la de la calle canales que pasa por el ISSSTE va por debajo de las casas.

Para mayor detalle de la información de las líneas principales consultar el anexo 6 y 8.

Plantas de bombeo

Otra de las estructuras principales con las que cuenta la JAD para proporcionar el agua a la población con las condiciones de cantidad y eficacia requeridas, son las plantas de bombeo y rebombeo, adicionales a las estaciones de bombeo localizadas dentro de las instalaciones de las plantas potabilizadoras. Las plantas de bombeo son 21, de las cuales 17 están en operación, 3 fuera de operación y una no ha sido recepcionada por la JAD. En la siguiente figura y tablas se presenta la información de la localización de las estaciones de bombeo, con sus coordenadas basadas en la proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) y la elevación obtenida de información LIDAR tipo terreno, se muestran en la siguiente figura y tabla.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	Clave	Nombre
1	R1	Reb. 7 y Tamaulipas
2	R2	Reb. P.P.1(Casa Poniente)
3	R3	Reb. P.P.1(Bomba C7)
4	R4	Reb. P.P.1 Casa Oriente 1
5	R5	Reb. P.P.1 Casa Oriente 2 Alto Rendimiento
6	R6	Reb. 21 y Glez.
7	R7	Reb. Jesús Urquiza (TEF-02 Bomba)
8	R8	Reb. Ceferezo
9	R9	Reb. Ejido La Ventana
10	R10	Reb. Presidentes
11	R11	Reb. Molino del Rey (No Recepcionado)
12	R12	Reb. Casa Blanca (F.O.)
13	R13	Reb. P.P.2 (Bomba 11)
14	R14	Reb. P.P.2 (Bomba 1,2 y 3)
15	R15	Reb. P.P.2 (Bomba 5 y 6)
16	R16	Reb. P.P. (Bomba 4, 7, 8, 9 y 10)
17	R17	Reb. PP2 Agua Cruda
18	R18	Reb. Hda. del Puente (F.O.)
19	R19	Reb. T.E. No. 2 (TE-02 Bomba Emergente)
20	R20	Reb. Portales
21	R21	Reb. Praderas
22	R22	Reb. Palo Verde
23	R23	Reb. Cd. Ind. 1
24	R24	Reb. Cd. Ind. 2
25	R25	Reb. Canadá (F.O.)
26	R26	Reb. Tecolote
27	R27	Reb. Las Vacas
28	R28	Reb. Ejido La Venada
29	R29	Reb. Los Ejidos
30	R30	Reb. López Mateos

SIMBOLOGÍA

- Rebombero en operación
- Rebombero F.O.
- Rebombero no recepcionado
- Río Bravo
- Planimetría

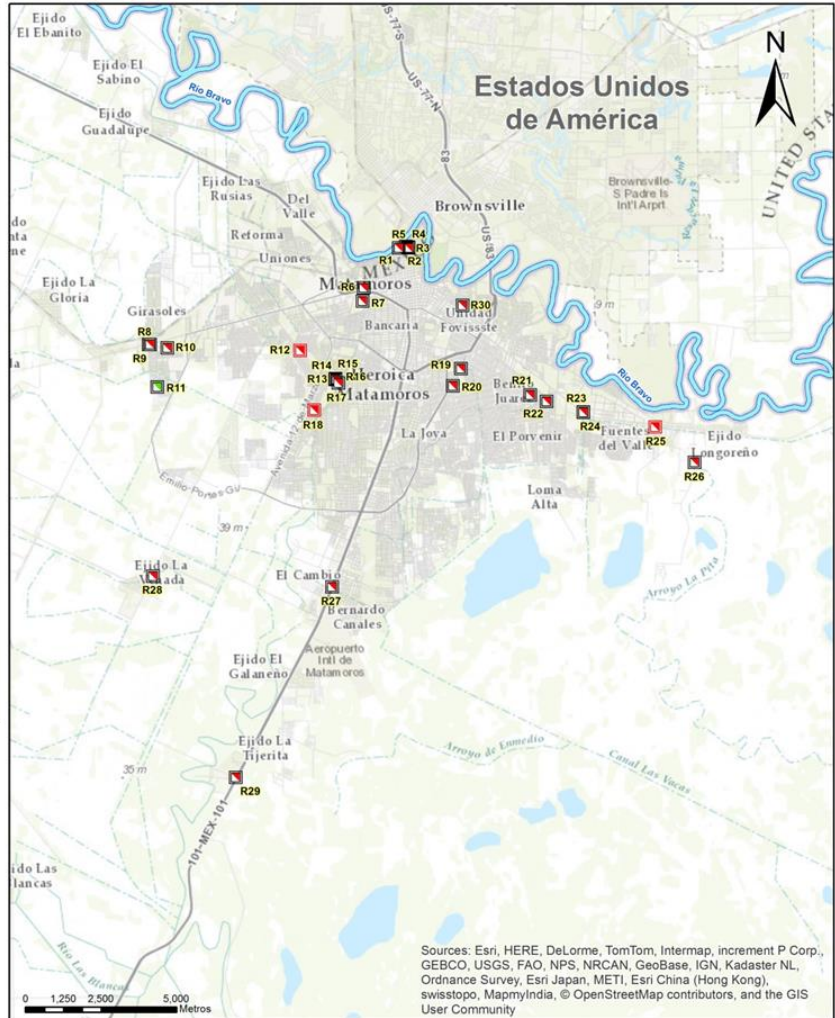


Figura 125. Plantas de bombeo del sistema de agua potable en Matamoros

Tabla 94. Localización de plantas de bombeo

No	ID	Nombre	Coordenadas UTM		
			X	Y	Z
1	R1	Reb. 7 y Tamaulipas	649601.00005	2864280.00005	10.48
2	R6	Reb. 21 y Glez.	648444.07999	2862957.63507	11.72
3	R7	Reb. Jesús Urquiza (TEF-02 Bomba)	648402.23136	2862514.42643	9.75
4	R8	Reb. CEFERESO	641313.70160	2861077.92722	9.72
5	R9	Reb. Ejido La Ventana	641358.15169	2861078.98556	9.61
6	R10	Reb. Presidentes	641937.99996	2860967.00001	10.06
7	R11	Reb. Molino del Rey	641596.00000	2859665.99998	9.95
8	R12	Reb. Casa Blanca	646338.00000	2860880.99998	8.81
9	R18	Reb. Hda. del Puente	646805.99998	2858906.99999	8.56
10	R19	Reb T.E. No. 2 (Bomba emergente)	651656.53570	2860280.01572	7.34



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No	ID	Nombre	Coordenadas UTM		
			X	Y	Z
11	R20	Reb. Portales	651389.06375	2859700.68124	8.33
12	R21	Reb. Praderas	653959.29169	2859400.15336	7.90
13	R22	Reb. Palo Verde	654498.99998	2859189.99998	7.51
14	R23	Reb. Cd. Ind. 1	655718.57854	2858834.21847	6.95
15	R24	Reb.Cd. Ind. 2	655716.72221	2858831.71203	6.92
16	R25	Reb. Canadá	658095.01625	2858340.61753	7.12
17	R26	Reb. Tecolote	659405.11538	2857172.05893	7.50
18	R27	Reb. Las Vacas	647392.54367	2853049.62243	6.38
19	R28	Reb. Ejido La Venada	641455.17974	2853398.62171	7.95
20	R29	Reb. Los Ejidos	644200.14589	2846734.91526	7.35
21	R30	López Mateos	651720.00003	2862374.00006	9.15

Información técnica de las Plantas de bombeo

La gran mayoría de las 17 plantas de bombeo en operación, están equipadas para bombear el agua potable a colonias de la ciudad que se encuentran más alejadas o elevadas que la inmensa mayoría, y que por lo tanto requieren de un impulso para hacerles llegar el agua en cantidad y con presión suficiente para que alcance a entrar a los depósitos de almacenamiento domiciliarios o a los propios domicilios.

De estas 17 plantas de bombeo existen 2 que funcionan para enviar el agua cruda a las plantas potabilizadoras, las conocidas como Siete Tamaulipas y la 21 y Glez. En las siguientes tablas se presenta información técnica relevante de las plantas de bombeo que opera la JAD.

Tabla 95. Número de equipos y capacidad instalada en las plantas de bombeo

No	ID	Nombre	Status EBAP	Capacidad (m ³)	Tipo	Material	Sección	Cantidad de Equipos de Bombeo	Potencia Total (hp)
1	R1	Reb. 7 y Tamaulipas	OP	155	Enterrado	Concreto	Rectangular	3	500
2	R6	Reb. 21 y Glez.	OP	N/A	Superficial	N/A	N/A	4	160
3	R7	Reb. Jesús Urquiza (TEF-02 Bomba)	OP	36	Enterrado	Concreto	Cuadrado	1	7.5
4	R8	Reb. Cefereso	OP	--	--	--	--	1	7.5
5	R9	Reb. Ejido La Ventana	OP	436	Enterrado	Concreto	Cuadrado	4	37.5
6	R10	Reb. Presidentes	OP	3000	Superficial	Metálico	Circular	2	80
7	R11	Reb. Molino del Rey	No Recep.	--	Superficial	Metálico	Circular	--	--
8	R12	Reb. Casa Blanca	F.O.	--	Semienterrado	Concreto	Cuadrado	--	--
9	R18	Reb. Hda. del Puente	F.O.	--	Enterrado	Concreto	Cuadrado	--	--
10	R19	Reb T.E. No. 2 (Bomba emergente)	OP	--	Enterrado	Concreto	Rectangular	1	125
11	R20	Reb. Portales	OP	208	Enterrado	Concreto	Rectangular	3	30



No	ID	Nombre	Status EBAP	Capacidad (m ³)	Tipo	Material	Sección	Cantidad de Equipos de Bombeo	Potencia Total (hp)
12	R21	Reb. Praderas	OP	250	Enterrado	Concreto	Rectangular	2	60
13	R22	Reb. Palo Verde	OP	461	Enterrado	Concreto	Rectangular	2	20
14	R23	Reb. Cd. Ind. 1	OP	20	Semienterrado	Concreto	Rectangular	2	45
15	R24	Reb. Cd. Ind. 2	OP	87	Semienterrado	Concreto	Rectangular	--	--
16	R25	Reb. Canadá	F.O.	--	Semienterrado	Concreto	Rectangular	--	--
17	R26	Reb. Tecolote	OP	5	Enterrado	PEAD	Circular	1	3
18	R27	Reb. Las Vacas	OP	--	Enterrado	Concreto	--	1	7.5
19	R28	Reb. Ejido La Venada	OP	168	Semienterrada	Concreto	Rectangular	2	10
20	R29	Reb. Los Ejidos	OP	--	Enterrado	--	--	2	30
21	R30	López Mateos	OP	355	Semienterrada	Concreto	Rectangular	2	--

Nota. Información que no fue proporcionada por la JAD (--)

Como puede observarse en la tabla anterior, se tienen instalados en las 17 plantas de bombeo que se encuentran operando un total de 33 equipos de bombeo con una capacidad total de 1,153 hp.

En las siguientes figuras se presenta la localización y las conexiones de las tuberías de llegada y salida de dos importantes estaciones de bombeo del sistema de agua potable de Matamoros, en donde también puede observarse la configuración de las curvas de nivel que exigen contar con este tipo de instalaciones para que la distribución del agua se de en el marco de la equidad.

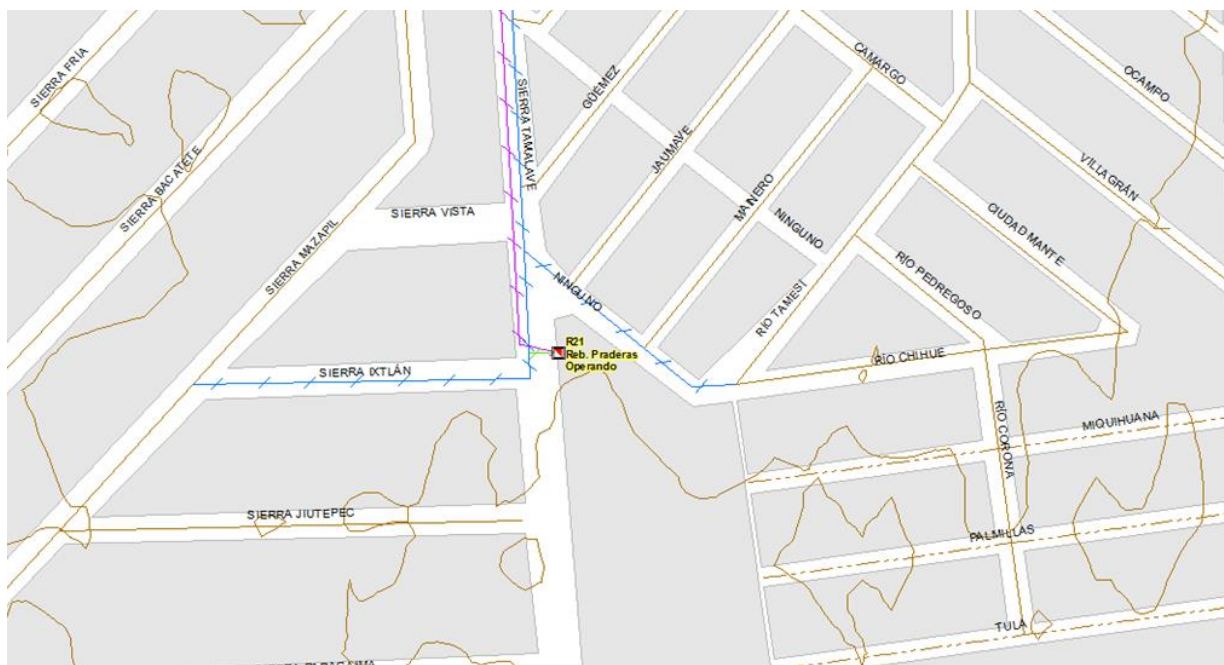


Figura 126. Localización de la planta de bombeo Praderas

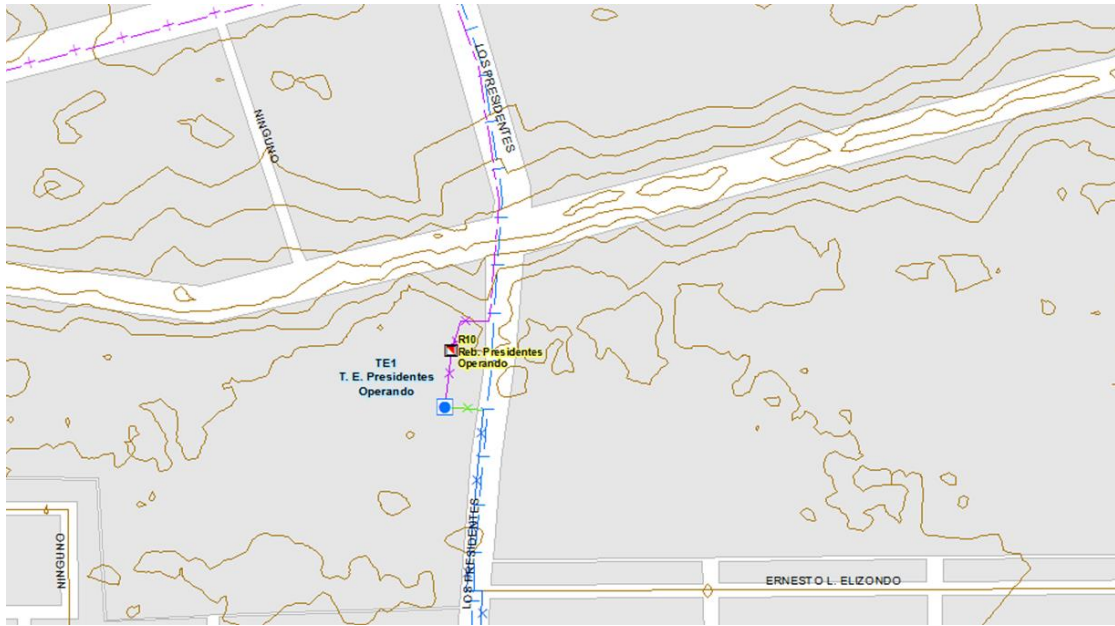


Figura 127. Localización de la planta de bombeo Presidentes

A continuación se presenta información más detallada de los equipos instalados en cada una de las estaciones de bombeo, así como información operativa proporcionada por la JAD.

Tabla 96. Equipos en plantas de bombeo e información operativa

No	ID	Nombre	Potencia Total (hp)	No. Eq.	Status por Equipo	Tipo de Equipo de Bombeo	Potencia (hp)	Presión Manométrica (mca)	Registro de Gasto por equipo (L/s)	Descarga
1	R1	Reb. 7 y Tamaulipas	500	1	OP	Vertical	100	12.8	383	A P.P. 1
				2	OP	Vertical	300	12.8	650	A P.P. 1
				3	OP	Vertical	100	12.8	383	A P.P. 1
2	R6	Reb. 21 y Glez.	160	1	OP	Vertical	40	5.2	500	A P.P. 2
				2	OP	Vertical	40	5.2	500	A P.P. 2
				3	OP	Vertical	40	5.2	500	A P.P. 2
				4	OP	Vertical	40	5.2	500	A P.P. 2
3	R7	Reb. Jesús Urquiza (TEF-02 Bomba)	7.5	1	OP	Horizontal	7.5	15.0	--	A Tanque Urquiza
4	R8	Reb. CEFERESO	7.5	1	OP	Booster	7.5	--	--	CEFERESO
5	R9	Reb. Ejido La Ventana	37.5	1	OP	Vertical	10	--	--	Varios Ejidos
				2	Opera al 50%	Vertical	10	--	--	Varios Ejidos
				3	Emerg.	Vertical	10	--	--	Varios Ejidos
				4	OP	Booster	7.5	--	--	CEFERESO



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

N o	ID	Nombre	Potencia Total (hp)	No. Eq.	Status por Equipo	Tipo de Equipo de Bombeo	Potencia (hp)	Presión Manométrica (mca)	Registro de Gasto por equipo (L/s)	Descarga
6	R10	Reb. Presidentes	80	1	OP	Horizontal	40	14.1	--	A Red
				2	Emerg.	Horizontal	40	14.1	--	A Red
7	R11	Reb. Molino del Rey	--	--	--	--	--	--	--	--
8	R12	Reb. Casa Blanca	--	--	--	--	--	--	--	--
9	R18	Reb. Hda. del Puente	--	--	--	--	--	--	--	--
10	R19	Reb T.E. No. 2 (Bomba emergente)	125	1	Emerg.	Booster	125	28.1	--	Tanque 2
11	R20	Reb. Portales	30	1	OP	Horizontal	10	17.6	--	Fracc. Portales
				2	F.O.	Horizontal	10	--	--	Fracc. Portales
				3	F.O.	Horizontal	10	--	--	Fracc. Portales
12	R21	Reb. Praderas	60	1	OP	Horizontal	30	17.6	--	Fracc. Praderas
				2	F.O.	Horizontal	30	--	--	Fracc. Praderas
13	R22	Reb. Palo Verde	20	1	OP	Horizontal	10	11.2	--	A Red de Palo Verde
				2	OP	Horizontal	10		--	A Red de Palo Verde
14	R23	Reb. Cd. Ind. 1	45	1	OP	Horizontal	20	14.1	--	A Red
				2	OP	Horizontal	25		--	A Red
15	R24	Reb.Cd. Ind. 2	--	--	--	--	--	--	--	--
16	R25	Reb. Canadá	--	--	--	--	--	--	--	--
17	R26	Reb. Tecolote	3	1	OP	Horizontal	3	--	--	--
18	R27	Reb. Las Vacas	7.5	1	OP	Booster	7.5	8.4	--	A Línea de Alimentación
19	R28	Reb. Ejido La Venada	10	1	OP	Sumergible	5	--	--	Al Tanque La Venada
				2	OP	Sumergible	5	--	--	Al Tanque La Venada
20	R29	Reb. Los Ejidos	30	1	OP	Sumergible	15	--	--	A Ejidos
				2	F.O.	Sumergible	15	--	--	A Ejidos
21	R30	López Mateos	--	2	OP	Sumergible	15 c/u	--	--	Hacia tanque López Mateos

Nota. Información que no fue proporcionada por la JAD (--)



Para mayor detalle de la información de las plantas de bombeo y equipos consultar el anexo 6 y 8.

En conclusión, la gran mayoría de estos rebombes son locales, es decir que sirven para subir el agua de la red de distribución que opera con bajas presiones a los tanques elevados, para que de ahí se abastezca por gravedad a la red de distribución de fraccionamientos o algunas colonias. Igualmente existen otros rebombes que se emplean para apoyar a los ejidos que están muy retirados de la mancha urbana y que por falta de presión (carga) en las tuberías se requiere de rebombar el agua para hacerla llegar hasta esas zonas.

Regulación y almacenamiento

La JAD cuenta con 16 tanques, con una capacidad global de almacenamiento de 38,069 m³, de los cuales 12 se encuentran en operación con una capacidad global de almacenamiento de 28,219 m³.

A continuación se presenta la información técnica de las estructuras de almacenamiento con las que cuenta la JAD de Matamoros, para regular el agua en el sistema de abastecimiento.

Es importante señalar que la regulación tiene como objeto lograr la transformación de un régimen de suministro (de la captación) que normalmente es constante en un régimen de consumo o demanda (de la red de distribución) que siempre es variable, de acuerdo a los usos y costumbres de las localidades. Los



tanques de regulación deben proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de seguridad y sanitarias como lo es la NOM-230-SSA1-2002.

En la siguiente tabla y figura se presenta la información de la localización de los tanques de regulación, con sus coordenadas basadas en la proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) y la elevación obtenida de información LIDAR tipo terreno, se muestran en la siguiente tabla.

No.	Clave	Nombre
1	TE1	T. E. No. 1
2	TE2	T. E. No. 2
3	TE3	T. E. No. 3 (F.O.)
4	TE4	T. E. No. 4
5	TE5	T. E. Jesús Urquiza
6	TE6	T. E. López Mateos
7	TE7	T. E. Presidentes
8	TE8	Ranchitos
9	TE9	Ejido La Venada 1 (F.O.)
10	TE10	Ejido La Venada 2
11	TE11	El Mogote
12	TE12	21 de Marzo
13	TEM	T.E. Metálico P.1 (F.O.)
14	TPP2	Tanque P.P. 2
15	TS1	Tanque 1 Agua Clara P.1
16	TS2	Tanque 2 Agua Clara P.1 (F.O.)

SIMBOLOGÍA

- Tanque Elevado
- Tanque Enterrado
- Tanque Superficial
- Río Bravo
- Planimetría

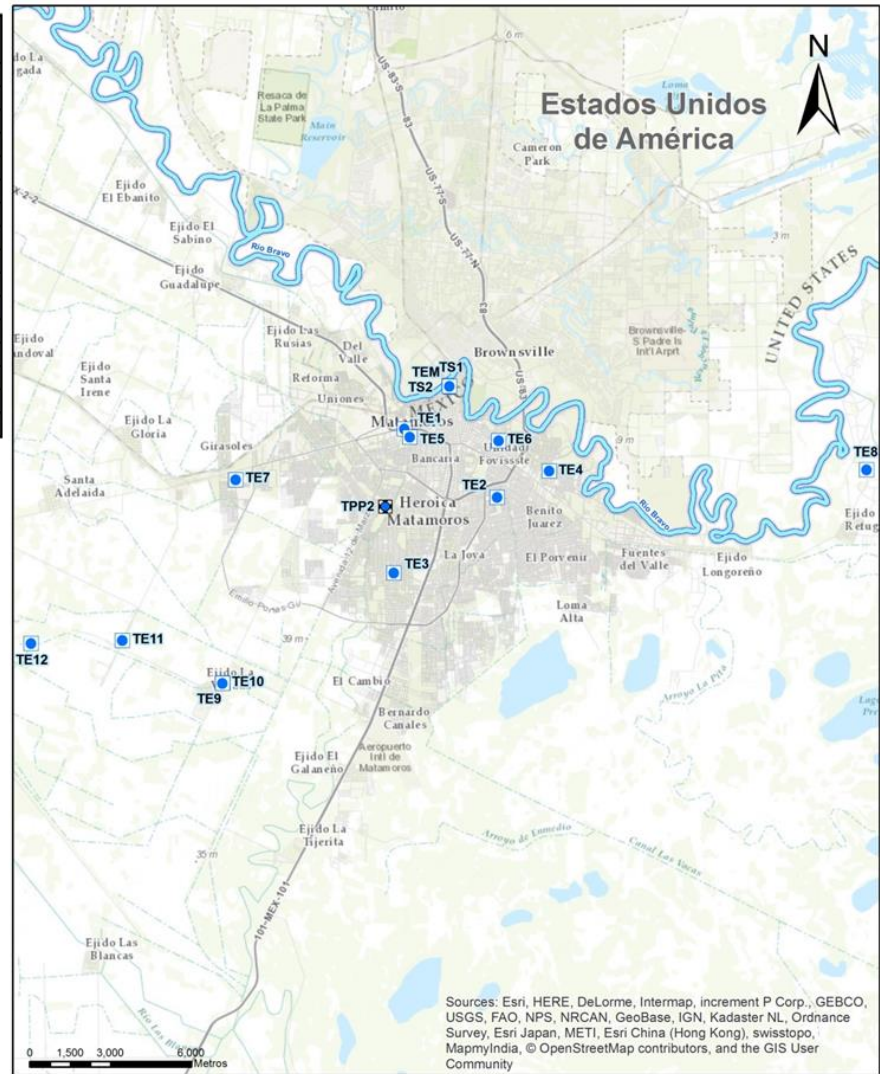


Figura 128. Tanques de regulación del Sistema de Agua Potable de Matamoros

Tabla 97. Localización de tanques de regulación

No.	ID	Nombre	Coordenadas UTM		
			X	Y	Z
1	TE1	T.E. Presidentes	641,933.0000	2,860,927.0000	10.24
2	TE2	T.E. No.1	648,209.0000	2,862,809.0000	10.36
3	TE3	T.E. Jesús Urquiza	648,404.0000	2,862,509.0000	9.74
4	TE4	T.E. López Mateos	651,720.0000	2,862,374.0001	9.15
5	TE5	T.E. No. 4	653,599.0000	2,861,253.0000	9.06



No.	ID	Nombre	Coordenadas UTM		
			X	Y	Z
6	TE6	T.E. No. 2	651,655.0000	2,860,272.0001	7.49
7	TE7	Ranchitos	665,406.7880	2,861,291.9251	5.93
8	TE8	T.E. No. 3	647,809.0000	2,857,459.0000	9.02
9	TE9	Ejido La Venada 1	641,434.9391	2,853,345.8372	7.84
10	TE10	Ejido la Venada 2	641,440.0985	2,853,357.3466	7.85
11	TE11	El Mogote	637,707.3934	2,854,943.6812	9.82
12	TE12	21 de Marzo	634,316.2221	2,854,836.8423	11.06
13	TS1	Tanque 1 Agua Clara P.1	649,892.0870	2,864,317.4968	9.63
15	TEM	T.E Metálico P.1	649,879.8696	28,644,397.8705	9.75
14	TS2	Tanque 2 Agua Clara P.1	649,824.0214	2,864,472.6942	10.39
16	TPP2	Tanque P.P.2	647,502.4801	2,859,923.9384	8.80

A continuación en la siguiente tabla se presenta la información técnica de dichas estructuras de regulación y almacenamiento.

Tabla 98. Información técnica de Tanques de regulación

No.	ID	Nombre	Status	Tipo	Material	Capacidad (m ³)	Sección	Elevación s/terreno natural	Dimensiones del tanque				
									Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Bordo Libre (m)	Diámetro (m)
1	TE1	T.E. Presidentes	OP	Elevado	Metálico	250	Esfera	20	2.50	N/A	N/A	N/A	10.00
2	TE2	T.E. No.1	OP	Elevado	Concreto	4,000	Copa	10	7.00	N/A	N/A	N/A	37.80
3	TE3	T.E. Jesús Urquiza	OP	Elevado	Concreto	25	Cilíndrico	15	2.25	N/A	N/A	0.27	4.00
4	TE4	T.E. López Mateos	OP	Elevado	Concreto	25	Cuadrado	10	3.00	3.00	3.00	0.27	N/A
5	TE5	T.E. No. 4	OP	Elevado	Acero	3,800	Cilíndrico	30	10.00	N/A	N/A	0.27	22.30
6	TE6	T.E. No. 2	OP	Elevado	Concreto	4,000	Copa	10	7.00	N/A	N/A	N/A	37.80
7	TE7	Ranchitos	OP	Elevado	Concreto	10	Cuadrado	10	2.40	2.20	2.20	0.27	N/A
8	TE8	T.E. No. 3	F.O.	Elevado	Concreto	3,800	Cilíndrico	30	10.00	N/A	N/A	0.27	22.30
9	TE9	Ejido La Venada 1	F.O.	Elevado	Concreto	50	Cuadrado	10	4.35	3.50	3.50	0.27	N/A
10	TE10	Ejido la Venada 2	OP	Elevado	Concreto	50	Cuadrado	10	4.35	3.50	3.50	0.27	N/A
11	TE11	El Mogote	OP	Elevado	Concreto	50	Cuadrado	10	4.35	3.50	3.50	0.27	N/A
12	TE12	21 de Marzo	OP	Elevado	Concreto	10	Cuadrado	10	2.40	2.20	2.20	0.27	N/A
13	TS1	Tanque 1 Agua Clara P.1	OP	Enterrado	Concreto	6,000	Rectangular	0	4.00	63.5	25.32	0.27	N/A
15	TEM	T.E Metálico P.1	F.O.	Elevado	Metálico	1,000	Esfera	10	8.00	N/A	N/A	N/A	12.62
14	TS2	Tanque 2 Agua Clara P.1	F.O.	Enterrado	Concreto	5,000	Rectangular	0	4.50	52.0	22.70	0.27	N/A
16	TPP2	Tanque P.P.2	OP	Superficial	Concreto	10,000	Rectangular	0	3.00	83.3	43.95	0.27	N/A



Como puede observarse en el mapa y tabla anterior existen tanques de tipo elevados, enterrados y superficiales, así como que existen algunos tanques fuera de la ciudad de Matamoros, a los cuales se les entrega un caudal de agua como apoyo a los ejidos y localidades circunvecinas a través de los rebombes.

En este caso encontramos a los tanques Ranchitos, Ejido la Venada 1 y 2, El Mogote y 21 de Marzo (La Fecha), los cuales son tanques pequeños de 10 a 50 m³, además existen otros tanques que están dentro de la ciudad como lo son el tanque Urquizas y López Mateos que tienen una capacidad de 25 m³, todos ellos con un funcionamiento de regulación y almacenamiento local, es decir para un solo fraccionamiento, ejido o colonia.

Por otra parte, uno de los tanques importantes del sistema de abastecimiento de Matamoros se encuentra fuera de servicio por mal estado del mismo, y nos referimos al tanque elevado No. 3 que tiene una capacidad de almacenamiento y regulación de 3,800 m³, con el cual se le entregaba agua a una población de 78,985 habitantes, asentada en una extensión territorial de 2,281 Ha., de la ciudad de Matamoros.

Además, es importante señalar que el tanque No. 2 se abastecía anteriormente de la planta potabilizadora No. 2, pero debido a que el funcionamiento de las líneas de interconexión era más bien de alimentación a las colonias que quedan en ruta, el abastecimiento al tanque se reducía considerablemente, por lo que se optó por llenar el tanque a partir de la planta potabilizadora No. 1 y más directamente a partir de un línea de 12" de diámetro que sale del tanque No. 4, que es abastecido por esta última potabilizadora. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los tanques en cuestión y el trazo que tienen las líneas que abastecían y abastecen al tanque No. 2.

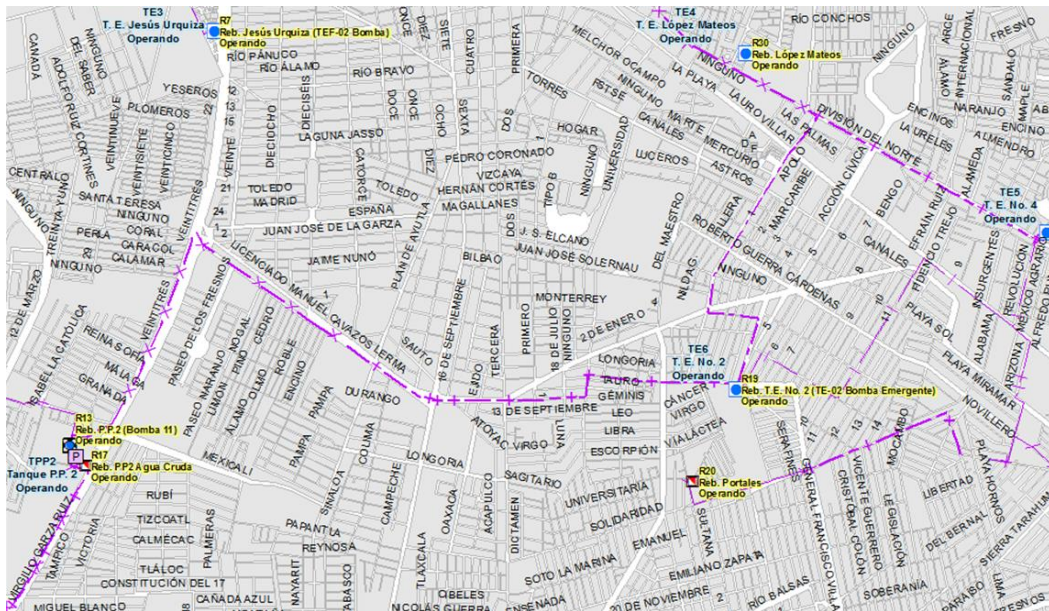


Figura 129. Abastecimiento anterior y actual del tanque No. 2

Finalmente se tiene que los tanques de mayor capacidad son los tanques de agua clara de las plantas potabilizadoras No.1 y No.2, con 6,000 y 10,000 m³ de capacidad, respectivamente. A su vez, existe un nuevo tanque de agua clara en la planta potabilizadora No. 1 que no ha entrado en operación, pero que próximamente entrará en funcionamiento, dicho tanque (TS2) tiene una capacidad de 5,000 m³ y está

interconectado con los tanques existentes de la planta potabilizadora No. 1 con el propósito de que funcionen como vasos comunicantes. Además este tanque tiene preparación para que se le instalen 7 bombas y con esto pueda mejorar las condiciones de presión en la zona de influencia de la planta potabilizadora No. 1.

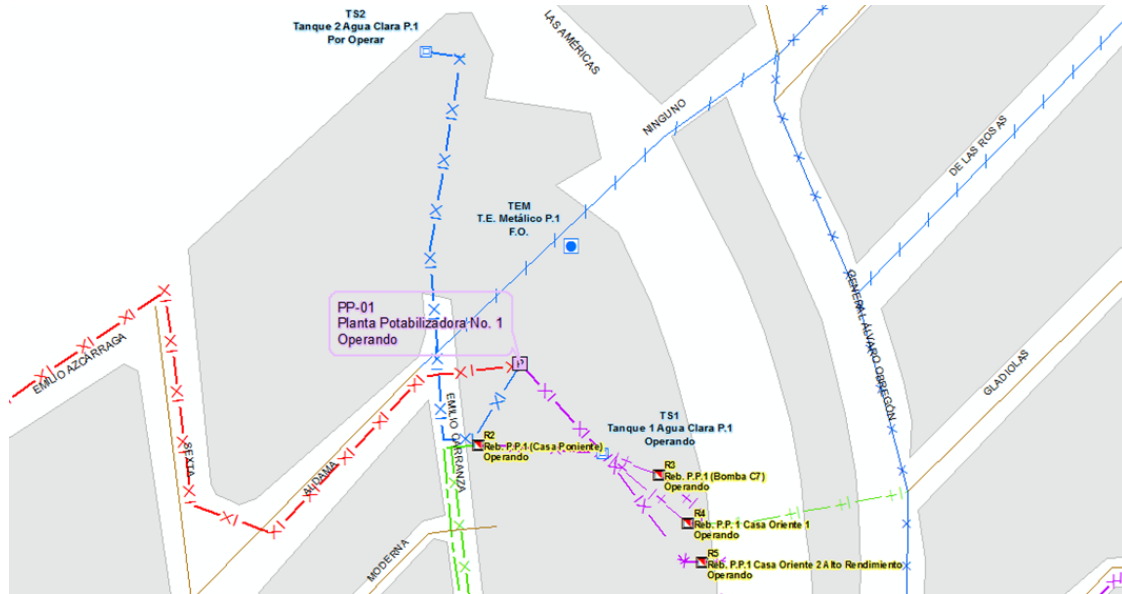


Figura 130. Tanques de agua clara de la planta potabilizadora No. 1

Por lo que toca a las zonas de influencia de los principales tanques, incluyendo los tanques de agua clara de las potabilizadoras que bombean en agua de forma directa a la red de distribución y el tanque No. 3 actualmente fuera de operación, se tiene que la población total que se abastece de los tanques de agua clara (por bombeo directo a la red), incluyendo en estos la población que se abastecía del tanque No. 3 es de **284,660 habitantes** que representan el 59% y los restantes **195,024 habitantes** que representan el 49% se abastecen por gravedad a partir de un tanque de regulación. En la siguiente tabla se presenta la información de población, número de tomas, longitud de red y superficie que cubren los diferentes tanques del sistema de abastecimiento de Matamoros.

Tabla 99. Información de las zonas de influencia de los tanques

No.	Área de Influencia	Superficie (Has.)	Longitud de Red (Km)	No. De Tomas	Población (Hab)	Demanda (L/s)
1	Área de Inf. T.E. 1	267.48	45.38	4,960	16,756	58.5
2	Área de Inf. T.E. 2	1,589.55	270.25	31,625	109,781	362.0
3	Área de Inf. T.E. 3	2,281.22	264.23	22,280	78,987	250.5
4	Área de Inf. T.E. 4	1,176.97	186.21	18,585	59,853	227.2
5	Área de Inf. T.E. Jesús Urquiza	4.40	0.59	405	607	5.1
6	Área de Inf. T.E. López Mateos	24.96	3.46	431	1,111	5.0
7	Área de Inf. T.E. Presidentes	118.43	23.66	2,649	6,916	31.8
8	Tanques de Agua Claras P.P.	7,413.23	853.99	74,146	205,673	1024.5
Suma		12,876.24	1,647.76	155,081	479,851	1,964.7

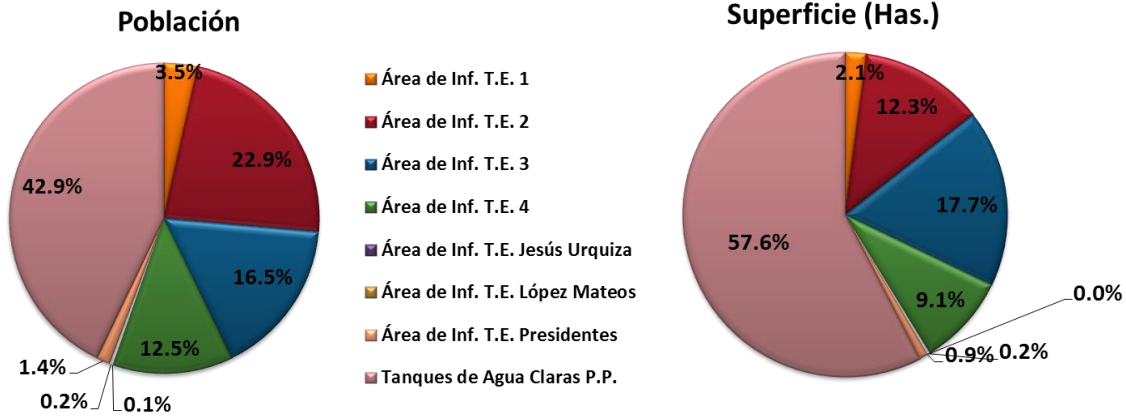


Figura 131. Composición de las zonas de influencia de los tanques

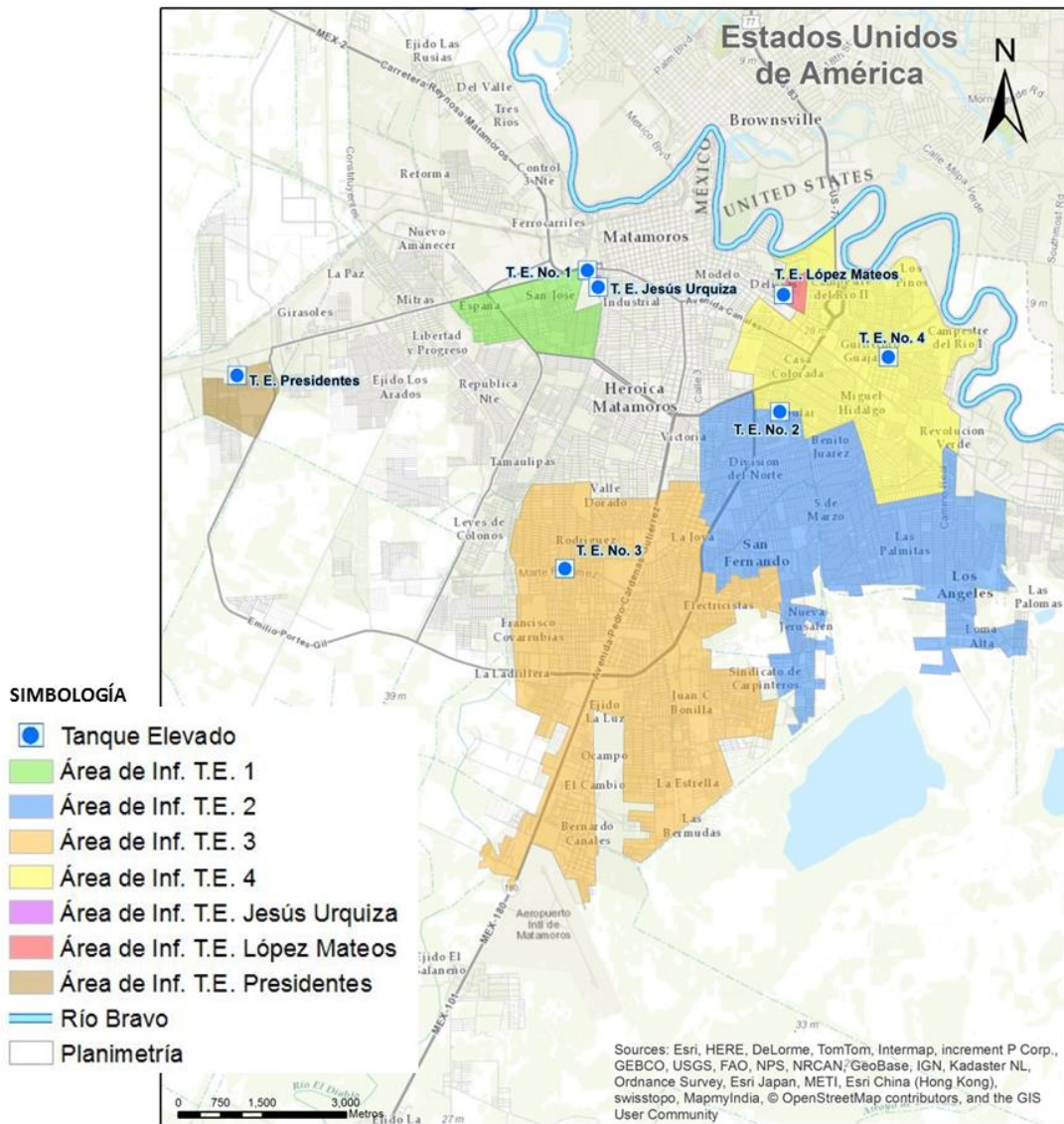


Figura 132. Zonas de influencia de los principales tanques en Matamoros



Como se observa en la figura anterior, la más grande extensión territorial de Matamoros se abastece directamente de los tanques de agua clara de las plantas potabilizadoras No. 1 y 2, ya que estos tanques tienen capacidades de almacenamiento y regulación superiores a los de los otros tanques distribuidos en la mancha urbana. Esta zona de influencia de los tanques de Agua Clara se ha incrementado considerablemente por la salida de operación del tanque No. 3.



Figura 133. Principales Tanques de regulación en Matamoros

Con la finalidad de evaluar si la capacidad de regulación de los tanques con los que cuenta la JAD es suficiente para cubrir los requerimientos de regularización actuales, se llevó a cabo un análisis global, considerando todos los factores que intervienen en la determinación de la capacidad de regulación.

En este sentido, para llevar a cabo los cálculos correspondientes se utilizaron los resultados de los análisis efectuados para determinar el consumo per-cápita de los diferentes usuarios y el cálculo de la demanda de agua potable (ver apartado 2.2) ya que la capacidad de regularización depende de esta última. Los datos utilizados en este balance general, que se analizan y describen en otros apartados de este informe son los siguientes:

- Consumos per – cápita de cada tipo de usuario doméstico y no doméstico, obtenidos de los registros de facturación, corregidos por las pérdidas comerciales y aparentes.



- Índice de toma, factor de ajuste para asociar el número de habitantes actuales con servicio y el número de cuentas domésticas del padrón de usuarios de la JAD.
- Porcentaje de fugas en el sistema de distribución de Matamoros, Tamp., obtenido a partir de los volúmenes de agua suministrados por las fuentes de captación “corregidos” menos los volúmenes consumidos totales (autorizados y no autorizados) y las pérdidas aparentes (comerciales y clandestinaje).

El procedimiento para calcular la demanda de agua potable se describe detalladamente en el apartado 2.2 de este informe, por lo que en este apartado sólo señalaremos que la demanda se calculó en **1,965 L/s** con una dotación promedio ponderada incluyendo todos los usos de 354 L/hab/día y un consumo per-cápita incluyendo todos los usos de 202 L/hab/día, que representa una demanda diaria de **169,814 m³ de agua al día**.

La capacidad de regulación se calcula de acuerdo a lo establecido por la CONAGUA en sus MAPAS, siguiendo el procedimiento que a continuación se describe:

- ✓ Definición de un comportamiento típico de la ley de demandas horaria para una ciudad como Matamoros, Tamp., (mayor de 50,000 habitantes) a partir de las recomendaciones de la CONAGUA en sus MAPAS.

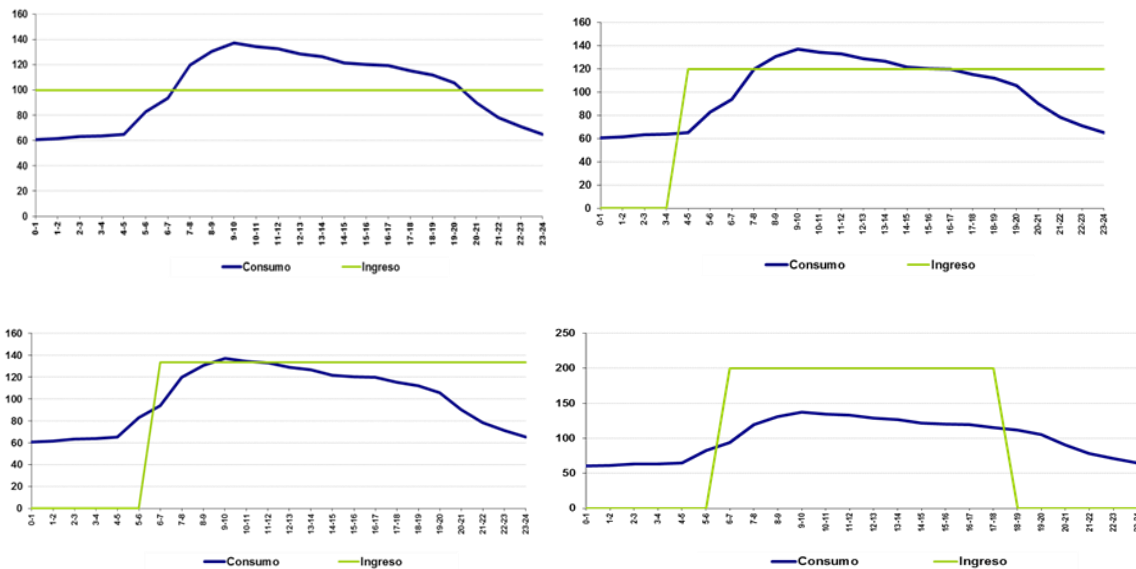


Figura 134. Comportamientos típicos de la demanda para suministros de 24, 20, 18 y 12 horas

- ✓ Determinación del coeficiente y del volumen de regulación requerido para diferentes condiciones de operación de las fuentes de abastecimiento, es decir, para diferentes periodos de suministro de agua de las fuentes de captación (24, 20, 18, 15, 12 y 10 horas).
- ✓ Balance de las capacidades de regulación actuales y requeridas (2014) para estos seis esquemas de suministro de agua de las captaciones a los tanques.



En la siguiente tabla y figura se muestran los resultados obtenidos en dicho proceso de cálculo aplicado al total de la ciudad de Matamoros para obtener un dato global del sistema que opera la JAD y en el Anexo 6 se encuentra el cálculo de la capacidad de regulación requerida de manera global para cada escenario de suministro, así como el balance entre lo requerido y lo instalado actualmente.

Es importante señalar que la capacidad actual de regulación se consideró como la suma de las capacidades de los tanques de regulación en operación más la capacidad de los tanques de agua clara de las plantas potabilizadoras, los cuales suman un total de 28,219 m³, no considerando para el balance tanto los tanques que esta fuera de operación como el nuevo tanque de la planta potabilizadora No. 1 de 5,000 m³ de capacidad.

Tabla 100. Capacidad de regulación Global (condición actual 2014)

Horas de Bombeo	Caudal a Bombear Qmed (L/s)	Vol. Demandado (m ³ /día)	Capacidad de Regularización Requerida (m ³)	Capacidad Actual de Regularización (m ³)
24	1,965.44	169,814	30,200	28,219
20	2,358.52	169,814	25,000	28,219
18	2,620.58	169,814	40,000	28,219
15	3,144.70	169,814	60,500	28,219
12	3,930.87	169,814	91,000	28,219
10	4,717.05	169,814	114,500	28,219

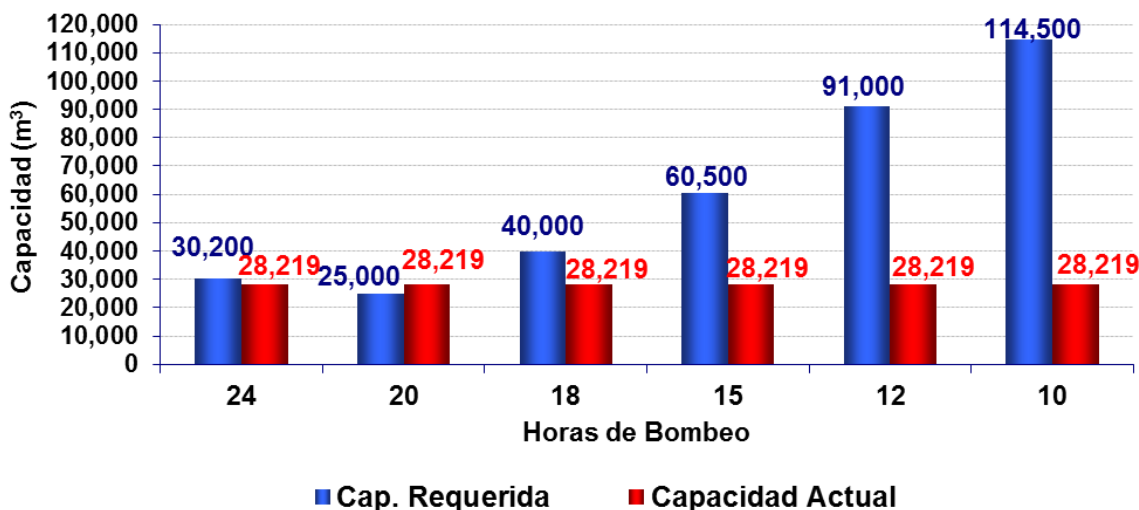


Figura 135. Requerimientos de regulación vs Capacidad global actual

Como puede observarse en la tabla y figura anterior, al considerar una condición de suministro de agua de 24 horas al día (situación actual), de las potabilizadoras hacia los tanques, el resultado indica que se tiene de forma global un déficit de regulación de 1,981 m³ de capacidad, ya que se requiere de forma global una capacidad de 30,200 m³.



En este mismo orden de ideas se presenta a continuación la evaluación de la capacidad de regulación de los tanques con los que cuenta la JAD en las zonas de influencia de las cuatro plantas potabilizadoras.

Para mayor detalle de información de tanques y su capacidad de regulación consultar los anexos 6 y 8.

Tabla 101. Información de las zonas de influencia de las Plantas Potabilizadoras

Área de Influencia	Superficie (Has.)	Longitud de Red (Km)	No. De Tomas	Población (hab)	Demanda (L/s)
Área de Inf. Planta Paq. 1	872.17	698.95	71,531	232,309	890.8
Área de Inf. Planta Paq. 2	1,042.07	803.11	72,777	214,506	901.0
Área de Inf. Planta Pot. 1	4,288.42	48.26	3,829	14,078	68.5
Área de Inf. Planta Pot. 2	6,673.58	97.44	6,944	18,958	104.5
Suma	12,876.24	1,647.76	155,081	479,851	1,964.7

Tabla 102. Capacidad de regulación P.P.No. 1 (condición actual 2014)

Horas de Bombeo	Caudal a Bombear Qmed (L/s)	Vol. Demandado (m ³ /día)	Capacidad de Regularización Requerida (m ³)	Capacidad Actual de Regularización (m ³)
24	890.4	76,932	13,700	18,019
20	1,068.5	76,932	11,200	18,019
18	1,187.2	76,932	18,000	18,019
15	1,424.7	76,932	27,500	18,019
12	1,780.8	76,932	41,300	18,019
10	2,137.0	76,932	52,000	18,019

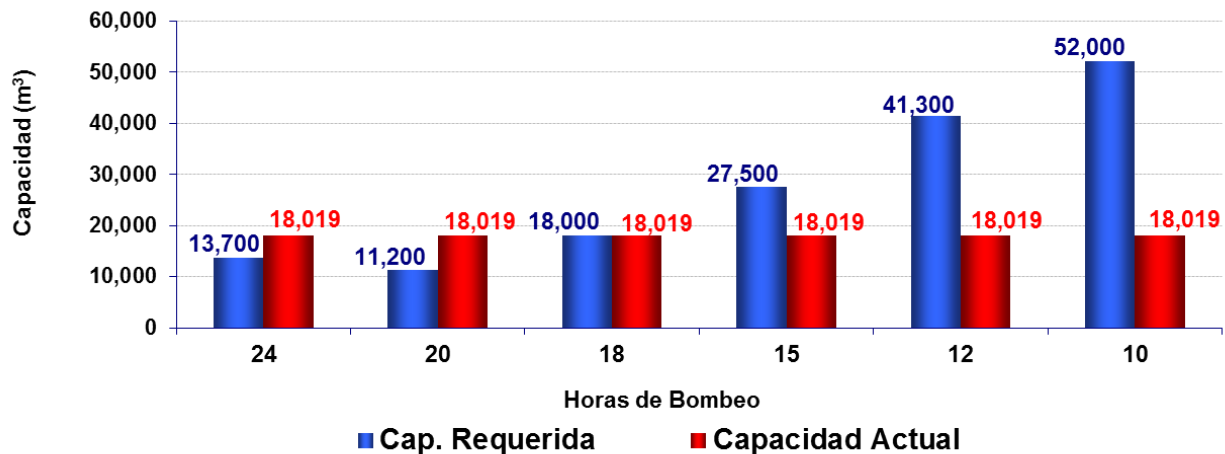


Figura 136. Requerimientos de regulación vs Capacidad P.P. No. 1 (actual)



Tabla 103. Capacidad de regulación P.P.No. 2 (condición actual 2014)

Horas de Bombeo	Caudal a Bombear Qmed (L/s)	Vol. Demandado (m ³ /día)	Capacidad de Regularización Requerida (m ³)	Capacidad Actual de Regularización (m ³)
24	900.6	77,815	14,000	10,219
20	1,080.8	77,815	11,500	10,219
18	1,200.8	77,815	18,000	10,219
15	1,441.0	77,815	28,000	10,219
12	1,801.3	77,815	42,000	10,219
10	2,161.5	77,815	52,500	10,219

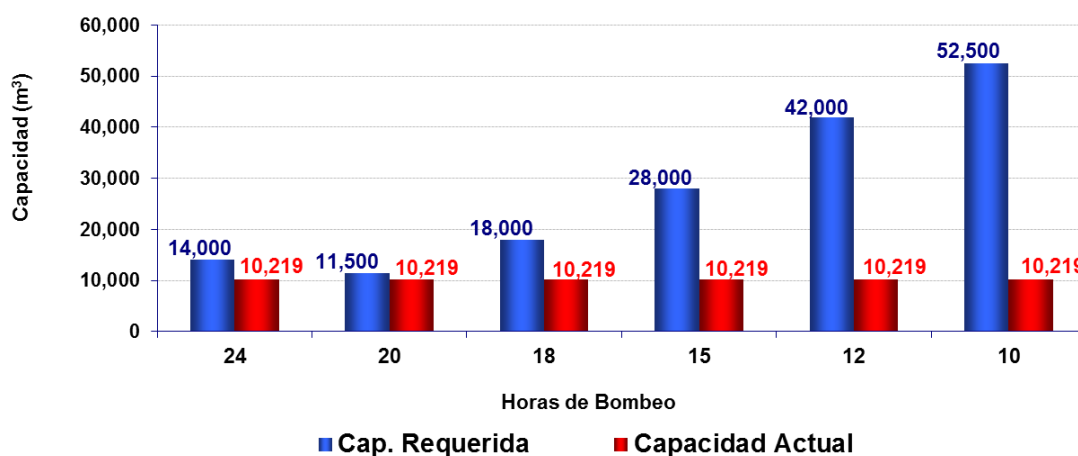


Figura 137. Requerimientos de regulación vs Capacidad P.P. No. 2 (actual)

Tabla 104. Capacidad de regulación P.P. Paq. No. 1 (condición actual 2014)

Horas de Bombeo	Caudal a Bombear Qmed (L/s)	Vol. Demandado (m ³ /día)	Capacidad de Regularización Requerida (m ³)	Capacidad Actual de Regularización (m ³)
24	68.5	5,917	1,100	0
20	82.2	5,917	900	0
18	91.3	5,917	1,400	0
15	109.6	5,917	2,150	0
12	137.0	5,917	3,200	0
10	164.4	5,917	4,000	0

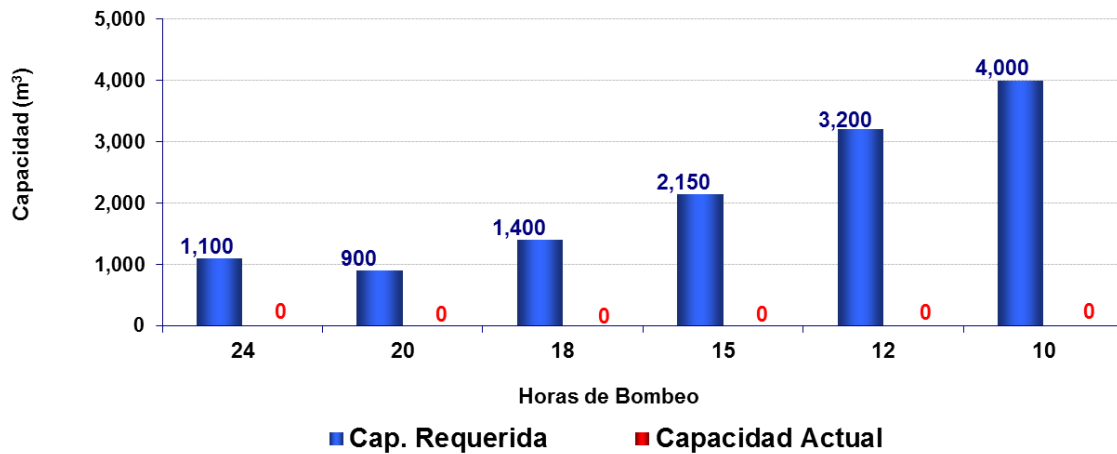


Figura 138. Requerimientos de regulación vs Capacidad P.P. Paq. No. 1 (actual)

Tabla 105. Capacidad de regulación P.P. Paq. No. 2 (condición actual 2014)

Horas de Bombeo	Caudal a Bombear Qmed (L/s)	Vol. Demandado (m³/día)	Capacidad de Regularización Requerida (m³)	Capacidad Actual de Regularización (m³)
24	104.4	9,022	1,600	0
20	125.3	9,022	1,350	0
18	139.2	9,022	2,100	0
15	167.1	9,022	3,300	0
12	208.8	9,022	5,000	0
10	250.6	9,022	6,100	0

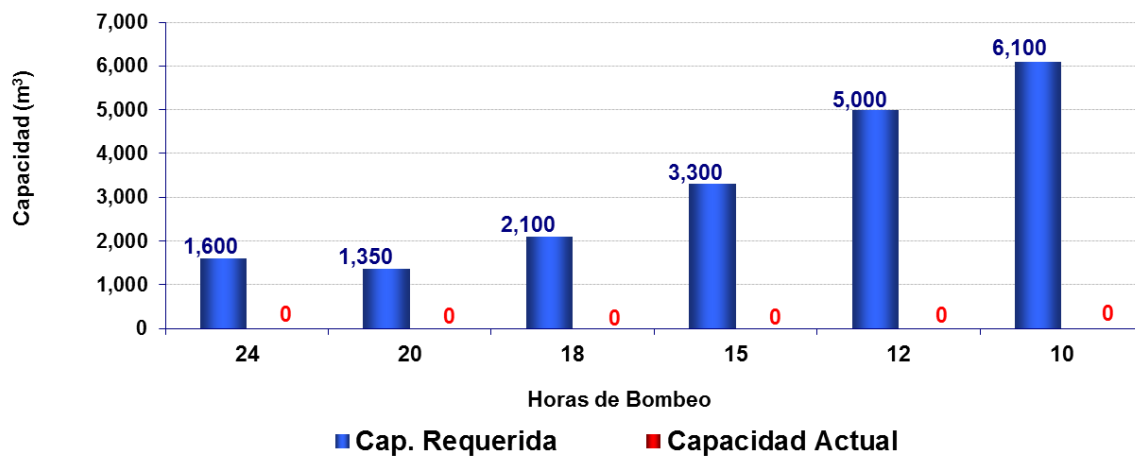


Figura 139. Requerimientos de regulación vs Capacidad P.P. Paq. No. 2 (actual)



En resumen se tiene que el balance global de regulación en la ciudad de Matamoros considerándolo como un solo sistema, presenta un déficit por 1,981 m³ de capacidad y visto de manera independientes cada zonas de influencia de las plantas potabilizadoras, se tiene un superávit de 4,319 m³ para la Planta No. 1; un déficit de 3,781 m³ para la Planta No. 2; un déficit de 1,110 m³ para la Paquete No. 1 y un déficit de 1,600 m³ para la Paquete No. 2, lo que daría un total de 2,172 m³ de déficit, por lo que se recomienda la construcción de nuevos tanques o macrotanques ubicados estratégicamente que regulen la demanda horaria y que los tanques de las plantas potabilizadoras existentes sirvan como reserva en caso de alguna contingencia en el servicio.

Para finalizar este tema, se debe mencionar que la JAD no cuenta con la instrumentación necesaria en sus instalaciones de regulación y almacenamiento, tal que les permita tener automatizados y en su caso con telemando algunas válvulas para el control y administración del agua.

Redes de distribución

En primer lugar se plantea en este apartado el tema de la cobertura de agua potable en la ciudad de Matamoros.

La definición y determinación de la cobertura de agua potable en el Centro de Población de la Ciudad de Matamoros se basó en los resultados definitivos del XII Censo de Población y Vivienda del INEGI 2010, publicados en Marzo del 2011.

Por lo anterior, es importante referir en este documento las claves con sus respectivas descripciones de los indicadores involucrados en la determinación de la cobertura de agua potable, según el INEGI.

VIVPAR_HAB.- Viviendas particulares habitadas de cualquier clase: casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto en azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, refugios o clase no especificada. Excluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.

PROM_OCUP.- Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas, que resulta de dividir el número de personas que residen en viviendas particulares habitadas, entre el número de esas viviendas.

VPH_AGUADV.- Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada dentro de la vivienda o fuera de la vivienda pero dentro del terreno.

VPH_AGUAFV.- Viviendas particulares habitadas que tienen disponibilidad de agua de una llave pública o hidrante, de otra vivienda, de pipa, de pozo, río, arroyo, lago u otro.

De acuerdo con los resultados del XII Censo de Población y Vivienda INEGI 2010, el municipio de Matamoros, tiene una población de 489,193 habitantes, los cuales habitan en 130,226 viviendas con un índice de hacinamiento de 3.76 hab./vivienda. Por otra parte, el área de estudio que comprende la ciudad de Matamoros, tiene una población de **449,815 habitantes**, que habitan **114,800 viviendas**, con un índice de hacinamiento de **3.75 hab/vivienda**.



Tabla 106. Población y viviendas en la Ciudad de Matamoros, según datos oficiales del INEGI

No.	Ciudad de Matamoros	Viviendas Particulares Habitadas 2010	Población 2010
1	Matamoros	114,800	449,815
Total		114,800	449,815

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Del mismo Censo se obtuvo que en el Centro de Población de la Ciudad de Matamoros la cobertura global de viviendas con agua entubada dentro del predio es del **98.5%**, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 107. Cobertura del servicio de agua potable según datos oficiales de INEGI

No	Localidad	Viviendas					Cobertura (%)	
		VIVPAR_HAB	VPH_AGUA DV	VPH_AGUA FV	VPH_AGUADV + VPH_AGUAFV	Sin A.P.	Disp. Agua DV	Disp. Agua DV+FV
1	Matamoros	119,924	114,800	3,338	443,116	6,699	95.7%	98.5%
Total		119,924	114,800	3,338	443,116	6,699	95.7%	98.5%

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

En la tabla anterior se observa que en la Ciudad de Matamoros la cobertura de las viviendas que disponen de agua por cualquier forma (hidrante, pipa, pozo, río, arroyo, lago o de los vecinos) incluyendo la red pública, es del **98.5%**, lo cual significa que existen 3,338 viviendas que no tienen acceso al agua potable por ningún medio.

En la siguiente figura se muestra la población de la Ciudad de Matamoros que cuenta con el servicio y la población que no tiene servicio de agua potable.

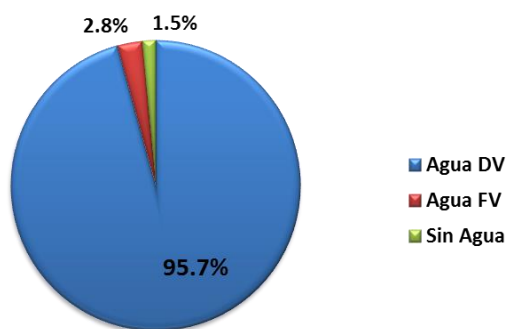


Figura 140. Cobertura del servicio de agua potable en la localidad de Matamoros, atendida por la JAD

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

En segundo lugar se presenta los resultados de la configuración de la red primaria que es operada por la JAD para prestar el servicio de agua potable a sus usuarios.

Actualmente se dispone de aproximadamente **1,555 km** de tuberías que conforman la red de distribución de agua potable, tanto primaria como secundaria, con diámetros que van de 2" a 30", en materiales de PVC, asbesto cemento, Fo.fo. y Extru Pak. En las siguientes tablas y figuras se presenta la información de las tuberías de la red de distribución primaria y secundaria por diámetro.



- SIMBOLOGÍA**
- Obra de Toma
 - Planta Potabilizadora
 - Planta Pot. Paquete
 - Estructura Especial
 - Tanque Elevado
 - Tanque Enterrado
 - Tanque Superficial
 - Rebombeo en operación
 - Rebombeo F.O.
 - Rebombeo no recepcionado
 - Acueducto
 - Línea de Conducción
 - Línea de Interconexión
 - Línea de Alimentación
 - Red Primaria principal
 - Red Primaria
 - Red Secundaria
 - Río Bravo
 - Planimetría

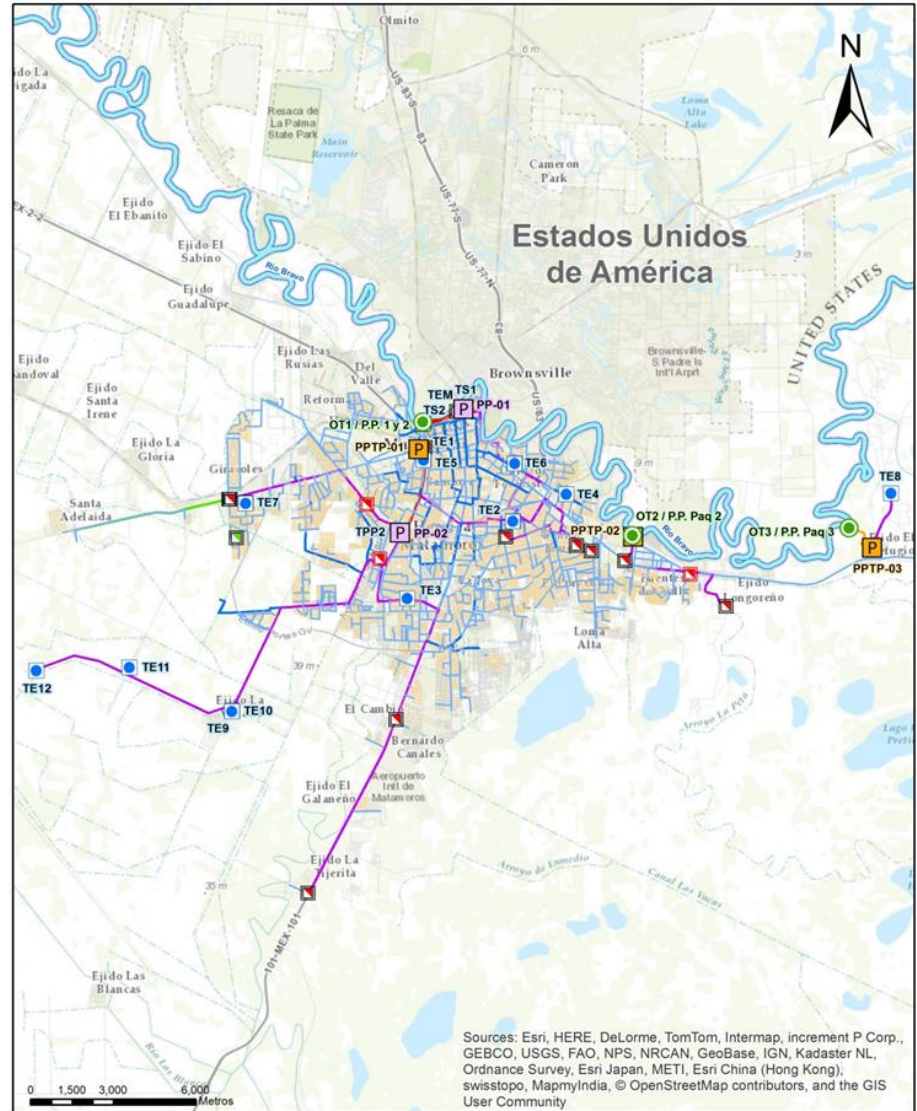


Figura 141. Red de distribución de agua potable primaria y secundaria

Tabla 108. Red de distribución por diámetros

Líneas Primarias	Longitud (Km) de Diámetros (Pulg)											Total Km	
	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	24"		30"
Líneas Primarias	0.00	0.00	0.00	148.79	199.05	26.66	40.03	12.25	26.96	2.27	2.46	0.03	458.51
Red de Distribución	9.27	17.35	1,069.07	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,097.04
TOTAL	9.27	17.35	1,069.07	150.14	199.05	26.66	40.03	12.25	26.96	2.27	2.46	0.03	1,555.55

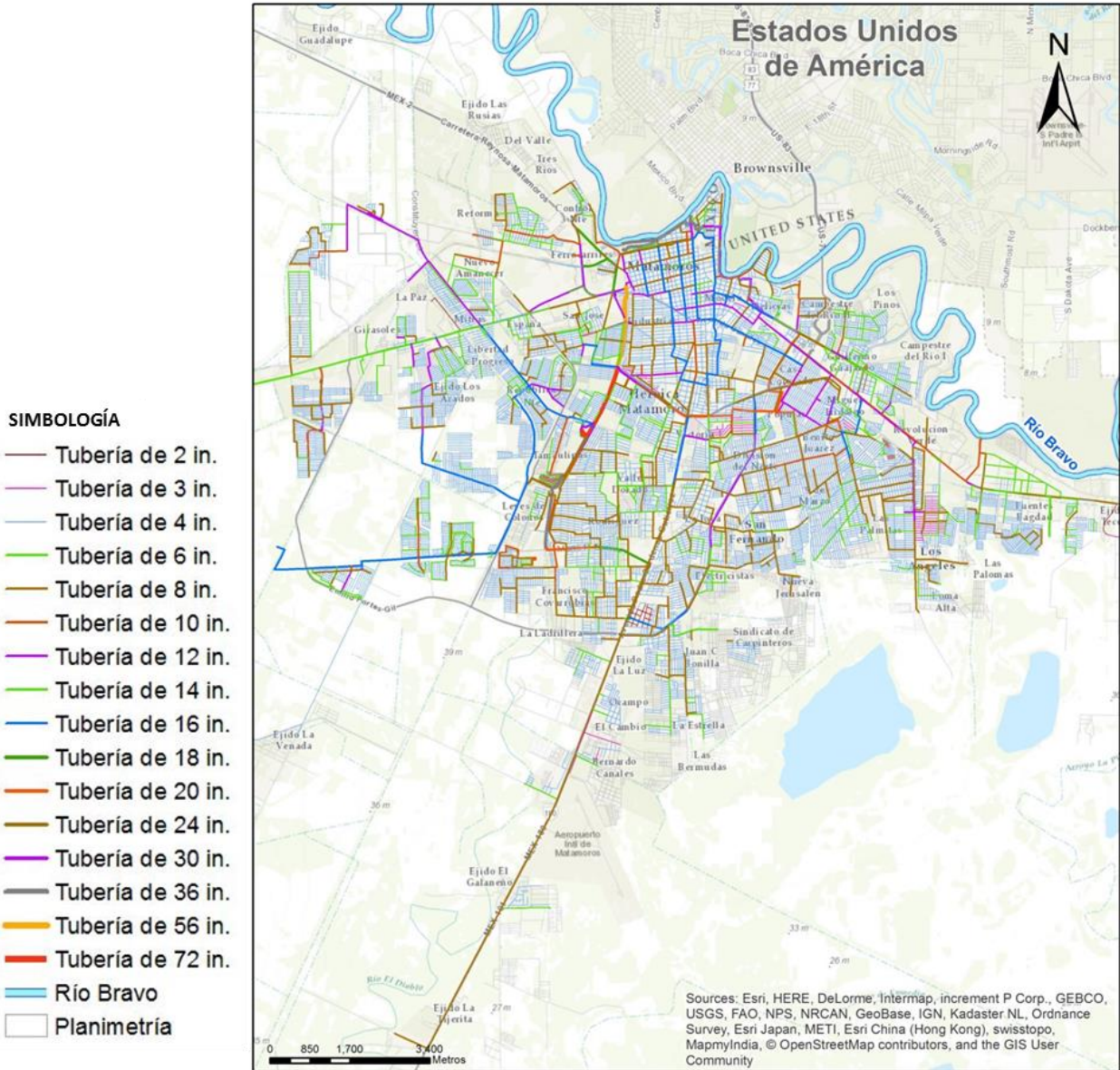


Figura 142. Red de distribución por diámetro de las tuberías

Es importante señalar que la cuantificación que se hizo de la red de distribución primaria y secundaria obedece a la información proporcionada por la JAD en planos, sin embargo, existen algunas zonas o colonias que cuentan con el servicio formal de agua potable, pero que no fueron proporcionados los planos de dicha infraestructura, por lo que la longitud total pudiera incrementarse de un 5 a 10%.

Por otro lado, la red de distribución que opera la JAD para entregarles el agua a sus usuarios, en su mayoría es de PVC, lo que significa que no es muy antigua, seguida por tubería de asbesto cemento, Fo. Fo., y Extru – Pak. En la siguiente figura y tabla se presenta la información de la red de distribución, tanto primaria como secundaria clasificada por los materiales de las tuberías.

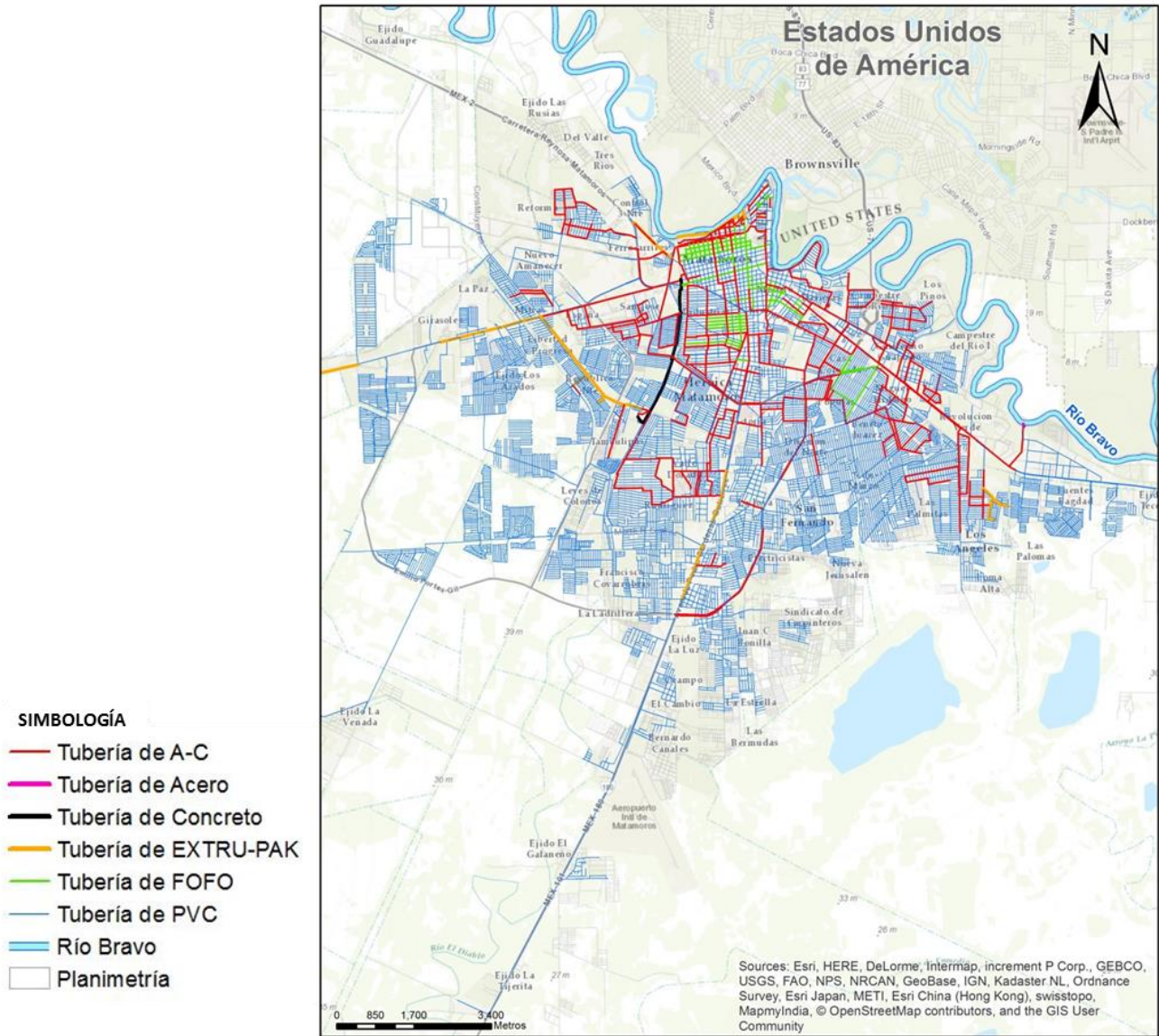


Figura 143. Materiales de la red de distribución

Tabla 109. Red de distribución por materiales

Tipo de tubería	Longitud (Km) de Diámetros (Pulg)				Total Km
	A-C	Extru-Pak	Fo. Fo.	PVC	
Líneas Primarias	136.95	21.88	7.32	292.36	458.51
Red de Distribución	7.84	0.00	14.84	1,074.35	1,097.04
TOTAL	144.79	21.88	22.16	1,366.71	1,555.55

Como se observa del total de la red de distribución el 87.9% es de PVC, seguido por tubería de A-C con un 9.3%, Fo. Fo., con un 1.4% y Extru Pak con un 1.4%.

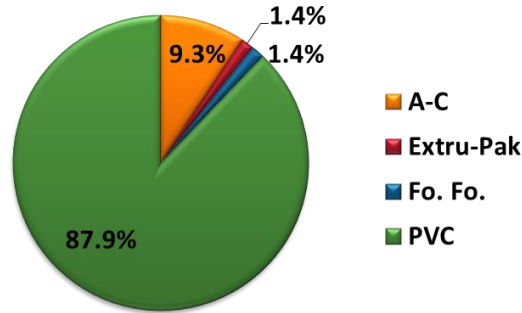


Figura 144. Composición de la red de distribución por materiales

Como se mencionó la gran mayoría de las tuberías no son tan antiguas, existiendo entre las líneas principales y la red primaria un total de 386 Km que representan el 70% con una antigüedad de menos de 20 años, lo que significa que no han rebasado su vida útil, ya que para este tipo de elementos la vida útil es de 20 a 40 años. Sin embargo, el periodo de diseño para estos 386 Km está por agotarse, ya que según los MAPAS de la CONAGUA son de 20 años; para el resto de las tuberías el periodo de diseño ha quedado rebasado. En el siguiente plano se presenta la red de distribución primaria por antigüedad.

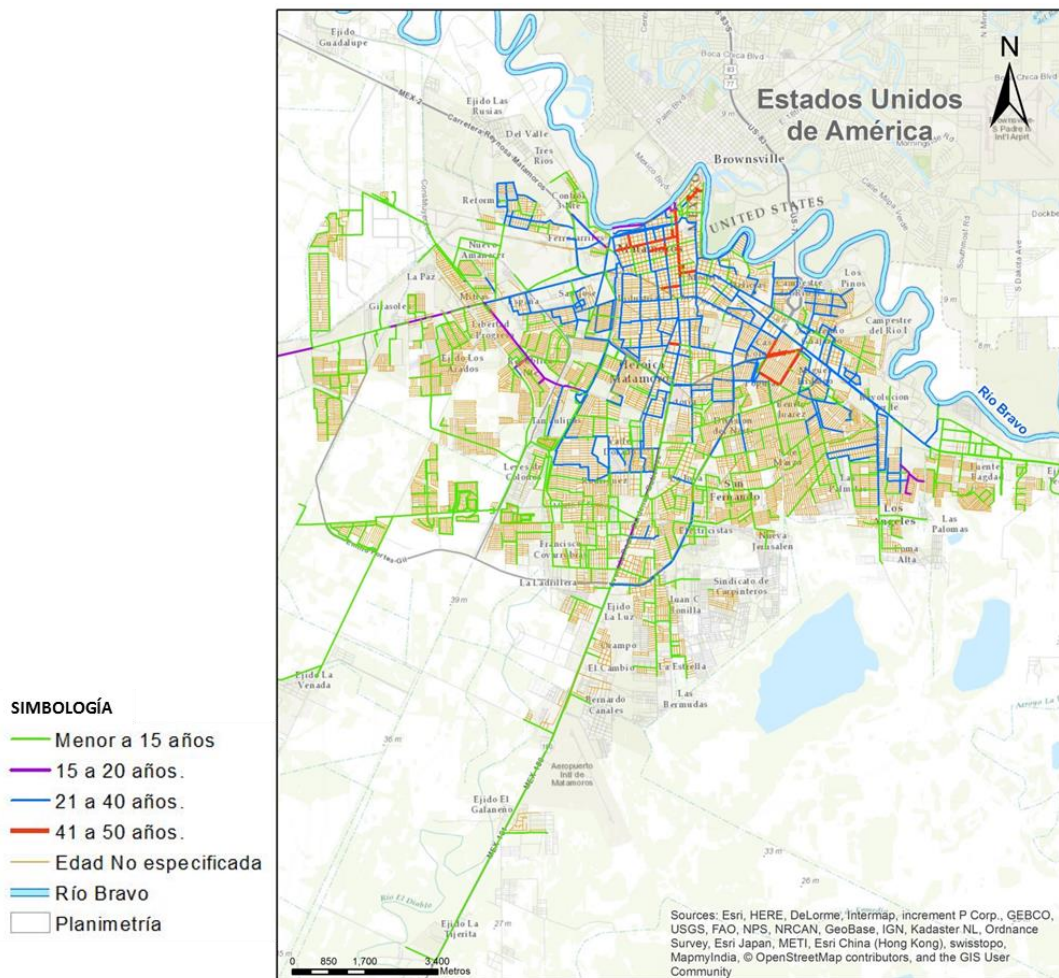


Figura 145. Red de distribución por antigüedad de las tuberías



En la siguiente tabla se presenta la información de las líneas principales (92.21 Km) y la red de distribución primaria (458.52 Km) por antigüedad.

Tabla 110. Líneas principales y red secundaria por antigüedad

Edad	Longitud (Km)	%
Menor de 15 años	350.92	63.72
15 - 20 años	34.97	6.35
21 - 40 años	155.53	28.24
41 - 50 años	9.30	1.69
TOTAL	550.73	100.00

Por lo que se refiere al catastro de la infraestructura, la JAD no cuenta con uno con aceptable cobertura y confiabilidad, ya que el último levantamiento que se hizo de las cajas de válvulas tiene más de 15 años y de ahí a la fecha no se ha actualizado, requiriéndose de ubicar cada caja y obtener la información correspondiente para integrarla a los planos y así tener toda la información del catastro en un Sistema de Información Geográfico (SIG), ya que se han seguido construyendo redes y no se ha actualizado el plano de catastro, existiendo los expedientes por separado en formato CAD.

Por otro lado, se tiene que las tuberías de las redes de distribución se ven sometidas a presiones internas de trabajo (Kg/cm^2) no muy elevadas, que sin duda están dentro de la resistencia que soportan las propias tuberías de acuerdo a la clase seleccionada en el proyecto y construcción.

Lo anterior se debe a que el agua en 794 Km (48%) de tuberías es proporcionada a partir de los tanques de regulación que tienen entre 10 a 30 m de altura, situación que limita las presiones en los tubos a la altura de los tanques, las cuales nunca rebasan los 3.0 Kg/cm^2 (30 m.c.a.) y por el otro lado se tiene los 854 Km (52%) de red a la que se le suministra el agua por bombeo a partir de los tanques de agua clara de las potabilizadoras, las cuales pudieran tener presiones superiores a los 3.0 Kg/cm^2 (30 m.c.a.), puesto que en algunas bombas de la planta potabilizadora No. 2, como la bomba 1 se tiene una presión manométrica a la salida del bombeo que alcanza los 3.9 Kg/cm^2 ; la bomba 2 alcanza una presión manométrica de 3.6 Kg/cm^2 ; la bomba 3 alcanza los 5.6 Kg/cm^2 y la bomba 5 y 6 alcanza una presión manométrica de 5.2 Kg/cm^2 .

Estas presiones sólo pudieran presentarse en las cercanías de las potabilizadoras si es que las tomas domiciliarias estuvieran conectadas a las líneas primarias, porque de no ser así la presión con la que sale el agua de las potabilizadoras se va reduciendo a medida que avanza la línea y va dejando agua en ruta. En la siguiente tabla y figura se presenta las presiones de trabajo con las que operan las tuberías de agua del sistema de distribución de Matamoros.

Tabla 111. Presiones en la red de distribución

Tipo de presión	psi	Kg/cm^2	Superficie (Ha)	Longitud (Km)
Presión Normal	21 a 40	1.5 a 2.8	6,726.04	1,115.79
Presión Regular	8 a 20	0.55 a 1.5	2,175.47	294.00
Presión Baja	0 a 7	0 a 0.55	638.34	114.12
Sin Dato			0.00	123.87
Total			9,539.85	1,647.77

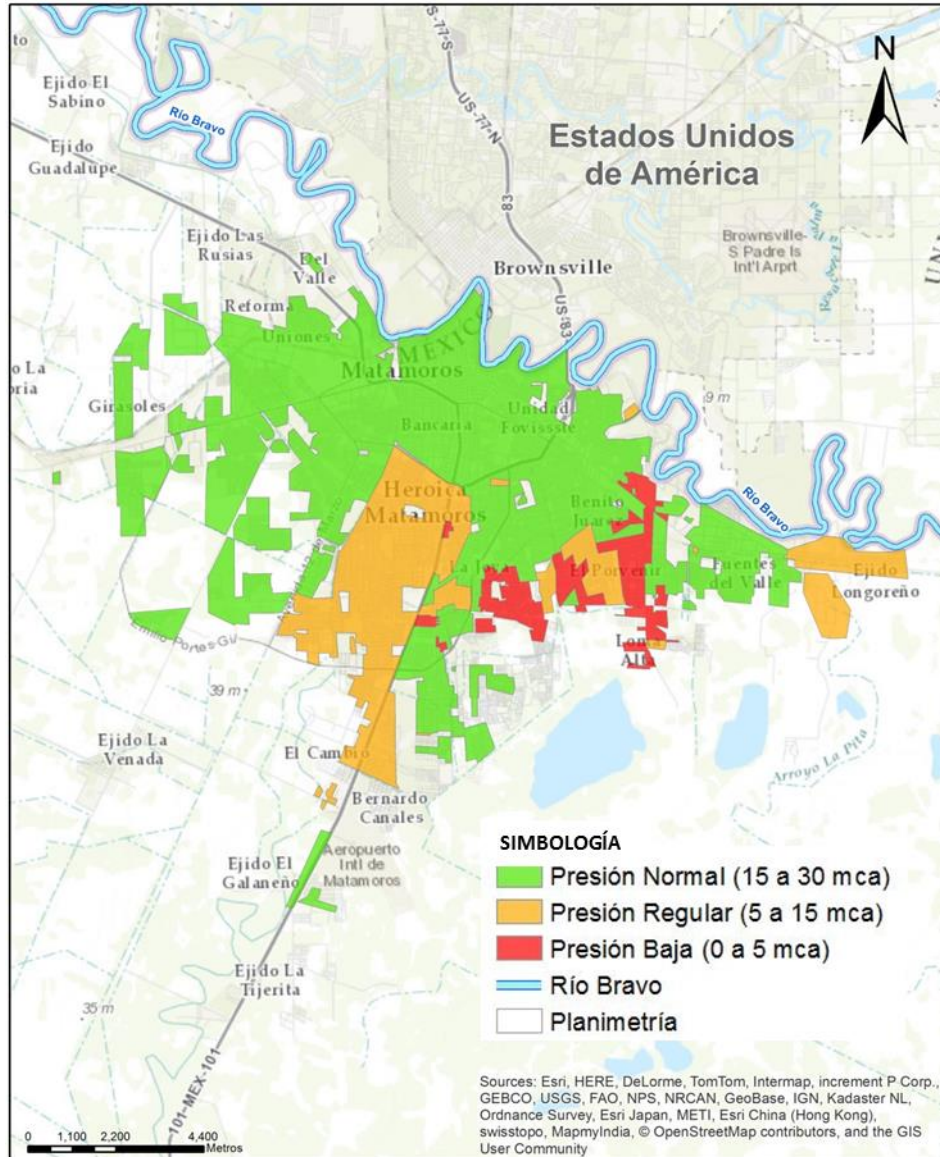


Figura 146. Plano de presiones en la red de distribución

Como se aprecia en el mapa de presiones, existe una zona con bajas presiones según la JAD, la cual opera con presiones de menos de 7 psi que representan 0.55 Kg/cm² o 5.5 m.c.a., lo que significa que el agua puede llegar a subir hasta 5.5 m, lo que limita el servicio en casas o edificios que tengan una mayor altura.

En cuanto a las políticas de operación que tiene la JAD, se puede señalar que estas están establecidas a partir de las plantas de bombeo localizadas en las plantas potabilizadoras, ya que es en estos lugares de donde se abastece cualquier zona de la red de distribución.

Es por esto que la operación global del sistema de abastecimiento y distribución no es compleja, sin embargo, existen algunos problemas a los que se enfrenta como los ya comentados en apartados anteriores que tienen que ver con la falta de equipos de bombeo tanto en las plantas de los tanques de agua clara, como en los rebombes y la existencia de innumerables derivaciones sobre las líneas de conducción e interconexión, lo cual en conjunto provoca un suministro deficiente e inequitativo, ya que existen colonias



que reciben un servicio continuo en condiciones de presión óptimas, en contraste con algunas colonias que reciben un servicio tandeado en condiciones de bajas presiones.

Adicional a estos problemas en el sistema, existen otros factores en la red de Matamoros que intervienen para complicar aún más la prestación del servicio de forma equitativa y eficiente, los cuales son:

1. En la zona Centro tiene tuberías de fierro por donde pasa el agua que va a otras zonas más alejadas, que por su estado de conservación limita los caudales y las presiones que se pueden manejar a la salida de la planta potabilizadora No. 1
2. Se tienen tuberías principales y primarias de diámetros reducidos para la conducción del agua hacia las partes más alejadas de las potabilizadoras, es decir que las líneas principales no llegan hasta el final de las colonias.
3. Existen en la red de distribución de válvulas en condiciones de inoperatividad, las cuales por muchos años no se han movido (abierto y cerrado) y por lo tanto su mecanismo se ha dañado, además de que el mantenimiento a la red a lo largo de mucho tiempo ha sido nulo y por lo tanto en estas piezas se han acumulado incrustaciones que les ha afectado considerablemente reduciendo el área hidráulica y llegando a formar tapones no controlados que generan altas presiones aguas arriba de las válvulas y bajas presiones aguas abajo de las válvulas descompuestas u obstruidas.
4. La red de distribución en su estructura no cuenta con sectores o circuitos con los dispositivos necesarios (válvulas de seccionamiento, de control de presiones, reguladoras de gasto, de admisión y expulsión de aire, medidores, entre otras) para controlar, regular y medir el agua que se distribuye a la red de distribución, y por lo tanto no hay un control de la misma, además de que no hay forma de priorizar acciones de recuperación de pérdidas.
5. La red de distribución ha ido ampliándose en respuesta al crecimiento de la ciudad, en ausencia y apego a un Plan Rector que haya considerado como parte de su planeación hidráulica a corto, mediano y largo plazo, las obras primarias o de cabeza que deberían haberse construido para atender las necesidades de abastecimiento de agua a las diferentes zonas de crecimiento según el Plan de Desarrollo Urbano, es decir, la red de distribución ha crecido sin planeación y orden alguno.
6. Se estimó que se pierde el 42.8% del agua que se extrae, se potabiliza y se suministra, en las fugas que existen en el sistema de distribución (tomas domiciliarias, redes de distribución, líneas de conducción e interconexión y tanques de regulación), lo cual es un altísimo porcentaje del agua suministrada que no llega a los usuarios porque se queda en las fugas del sistema, las cuales en su mayoría no afloran a la superficie porque las tomas se instalaron muy pegadas a las descargas domiciliarias y en estas últimas es donde se filtra el agua y por lo tanto no son eliminadas, hasta que el usuario se queja por falta de agua o servicio con baja presión. Además no cuentan con equipos de detección y localización de fugas, así como de sustitución de tomas por métodos no destructivos.
7. Existen mucha tubería rehabilitada en el centro, que no fueron debidamente desconectadas de la red, por lo que siguen “vivas” provocando una gran cantidad de fugas.



8. Y no tienen materiales para reparar las fugas - usan las cámaras de bicicletas para reparar las fugas, ya que hacen las requisiciones de los materiales para llevar a cabo las reparaciones y estos nunca llegan por faltas de recursos de la JAD - ya existe una costumbre de reparar las fugas con cámaras.

Estos problemas en conjunto conducen a una distribución deficiente e inequitativa, con dificultades por demás complicadas por resolver, cuya atención requiere de una serie de acciones que además de representar fuertes inversiones requieren tiempo y modificaciones a sus procesos y responsabilidades, ya que una parte importante de la razón por la que se encuentran en tan difícil situación se debe a la manera en la que se han resuelto las necesidades por muchos años, al momento de llevar a cabo las conexiones a las líneas de conducción más próxima al lugar de la factibilidad o requerimiento, provocando un desbalance en la operación, ineficiencia en los equipos de bombeo y en las propias líneas de conducción.

Tal situación en la que se encuentra la JAD respecto a la distribución del agua obliga a considerar que el porcentaje de utilización general de la red no es superior al **95%**, ya que existen zonas que no reciben agua las 24 horas los 7 días de la semana a pesar de que las fuentes de captación como las plantas potabilizadoras funcionan las 24 horas del día, los 365 días del año, entregando agua permanentemente al sistema de distribución, lo que en la realidad no sucede en toda la ciudad ya que existen zonas que reciben el agua de manera terciada o bajo un horario restringido, opuesto a lo que sucede en otras zonas donde se recibe el agua de manera continua, lo que en algunos casos ocasiona desperdicio de agua. Situación que resulta complicada para la JAD porque no cuenta como ya se mencionó, con los dispositivos de control y la infraestructura y equipo suficiente para modificar la actual situación en la distribución del agua.

Es importante señalar que el tener algunas zonas con un suministro discontinuo, les afecta también en el sentido de que tienen sometidas a las tuberías a un presurización y despresurización incesante, que es de las principales causas de las fallas que se presentan en las tuberías por fatiga de los materiales de las mismas, debido en primer lugar a los vaciados que pueden llegar a generar presiones negativas en los conductos, las cuales son absorbidas por las paredes de los tubos hacia el interior de los mismos, causando daños irreversibles a la estructura de las tuberías, y en segundo lugar provocadas por el ingreso de aire, el cual genera bolsas que se internan en las partes altas (cambio de pendiente) de los conductos y que al ingresar el agua e iniciar la presurización del conducto, el aire contenido al no tener por donde salir ocasiona severos daños a las tuberías por el incremento exponencial de la presión de trabajo en esos puntos de las líneas de conducción y redes de distribución.

A pesar de prestar un servicio continuo a la mayoría de la población, la JAD muestra una baja eficiencia física e hidráulica en el sistema de distribución, con pérdidas de agua por fugas y una distribución inequitativa en algunos sectores de la red de distribución, provocada esta ineficiencia en primera lugar por la disposición fácil, barata e ilimitada del agua que extraen de las captaciones y en segundo lugar por la falta de recursos para invertir en programas de mejora de eficiencia, por lo que hasta hoy las ineficiencias del sistema son resueltas solo con la inyección de más agua extraída del Río Bravo.

En cuanto al número y tipo de fallas que le reportan los usuarios del servicio a la JAD a través del MAS, no fueron proporcionados los registros, lo único que proporcionaron fue el resumen de acciones efectuadas como mantenimiento a las instalaciones durante el 2013 y 2014, que para el caso que nos ocupa que es la red de distribución, señalan que durante el 2014 repararon 6,296 fugas, que representan 524 fugas al mes o



17.5 fugas diarias, lo cual habla de un problema serio de fallas en la infraestructura, pero sobre todo en las tomas domiciliarias.

Debido a lo anterior, no fue posible evaluar las zonas con mayor incidencia de los diferentes tipos de fallas, como pudieran ser fugas, faltas de agua, bajas presiones, mala calidad del agua, entre otras.

Finalmente, en cuanto al manejo y distribución del agua potable dentro de la ciudad de Matamoros, la JAD tiene sectorizada geográficamente e hidráulicamente (parcial) a la ciudad en 4 zonas o sectores, dentro de los cuales se asienta una población que demanda un volumen de agua, el cual es suministrado a partir de las plantas potabilizadoras que bombean directamente a la red de distribución como a los tanques de regulación desde donde se alimenta también a la red de distribución. En la siguiente figura se muestra un plano de la ciudad con la división de los cuatro sectores de abastecimiento y en la siguiente tabla se presenta la información del número de usuarios por tipo y el número de habitantes, según el padrón de usuarios geo localizado de la JAD y el ITER 2010 de INEGI, respectivamente.

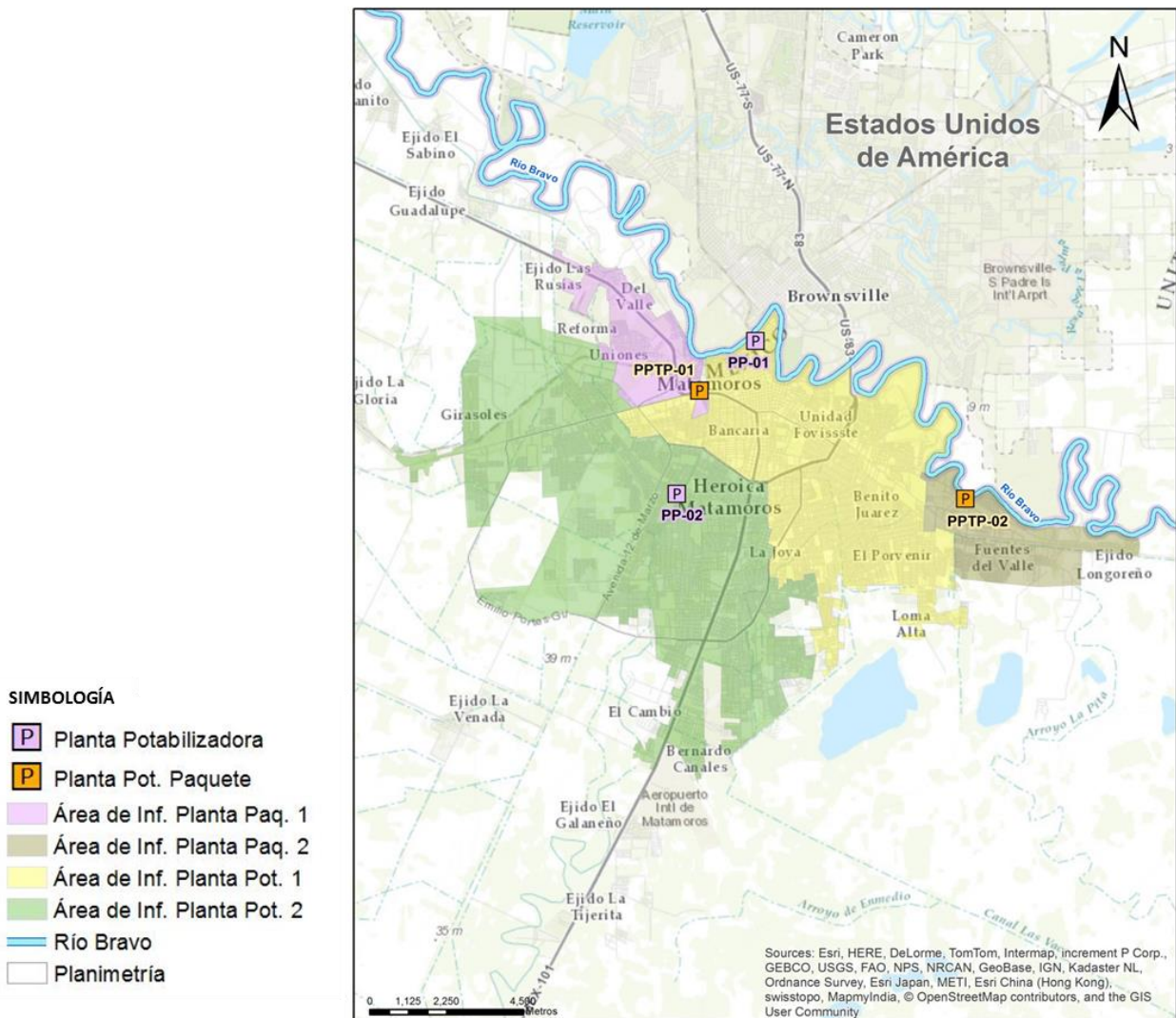


Figura 147. Zonas de influencia de las plantas potabilizadoras



Tabla 112. Información de población y número de usuarios por sector

No.	Planta Potabilizadora	Población 2014	Total de Tomas	Tomas Domésticas	Tomas No Domésticas	Tomas Comercial	Tomas Industrial	Tomas Servicio Público
1	No. 1	232,309	71,531	64,943	6,588	5,740	591	257
2	No. 2	214,506	72,777	70,419	2,358	1,851	369	138
3	Paq. 1	14,078	3,829	3,585	244	170	55	19
4	Paq. 2	18,958	6,944	6,709	235	119	110	6
Total		479,851	155,081	145,656	9,425	7,880	1,125	420

Tabla 113. Información de Infraestructura hidráulica por sector de las plantas potabilizadoras

Área de Influencia	Superficie (Has.)	Longitud de Red (Km)
Área de Inf. Planta Pot. 1	4309.7	698.95
Área de Inf. Planta Pot. 2	6713.6	803.11
Área de Inf. Planta Paq. 1	872.2	48.26
Área de Inf. Planta Paq. 2	1042.1	97.44
Total	12,937.57	1,647.76

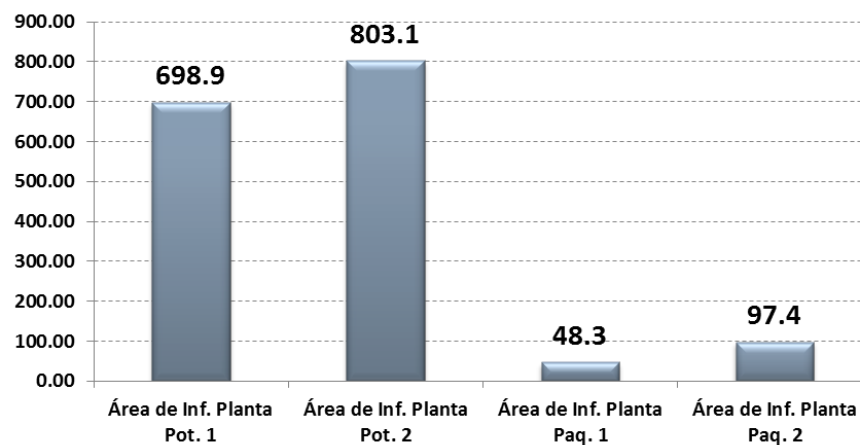


Figura 148. Infraestructura por zona de influencia de las potabilizadoras

Con la información de la tabla anterior más la presentada en el apartado 2.2. "Análisis de la Demanda" se procederá en el sub apartado 2.4.1.3 "Analizar el Sistema de Agua Potable para condiciones actuales" a determinar como punto de partida de dicho sub apartado, la demanda de agua de cada uno de los sectores de abastecimiento o distribución y ésta se comparará contra la oferta de agua de cada sector, la cual corresponde al suministro que se efectúa en cada planta potabilizadora a partir de los tanques de agua clara o filtros, hacia la red y los tanques que abastecen.

Lo anterior tiene el objeto de identificar las zonas en equilibrio, con escasas y con demasías, que seguramente serán ratificadas en los resultados que se obtengan en la modelación del sistema en condiciones actuales, para plantear en caso de ser necesario la redistribución de los caudales, como



plataforma de la planeación a corto, mediano y largo plazo, dentro del marco de un incremento de la eficiencia hidráulica en el sistema de distribución de agua potable de Matamoros.

Para mayor detalle de información de la cobertura de agua potable y la red de distribución consultar el anexo 6 y 8.

2.4.1.2 Actualización del mapa base del sistema de Agua Potable

Con la información física y verbal que fue proporcionada por la JAD respecto a su infraestructura existente en la ciudad de Matamoros, se procedió a actualizar el mapa base del sistema de agua potable, transfiriendo toda la información a una plantilla con plataforma GIS con el software ArcGis, el cual se integró al sistema de información geográfica (SIG). Adicionalmente se volvió a transferir la información de GIS a CAD para generar los planos en formato digital que pueden ser consultados en AutoCAD.

Todos los planos de Actualización del Plan Maestro de Matamoros, están representados sobre la siguiente información de referencia:

- **Límite estatal.**- Fuente de información INEGI.
- **Polígono de localidad.**- Fuente de información INEGI.
- **Planimetría (manzanas).**-Se utilizó la planimetría ocupada por el INEGI que corresponde a cartografía geo estadística con clave 702825318444_s con proyección Conforme Cónica de Lambert, tal planimetría se re proyecto a Universal Transversal de Mercator con Datum WGS 1984, Zona 14 N siendo este el sistema de proyección a ocupar en el SIG, se complementó con manzanas que contienen números de cuenta en el padrón de usuarios, cartografía proporcionada en planos .dwg por el organismo operador, como se muestra en la siguiente imagen:

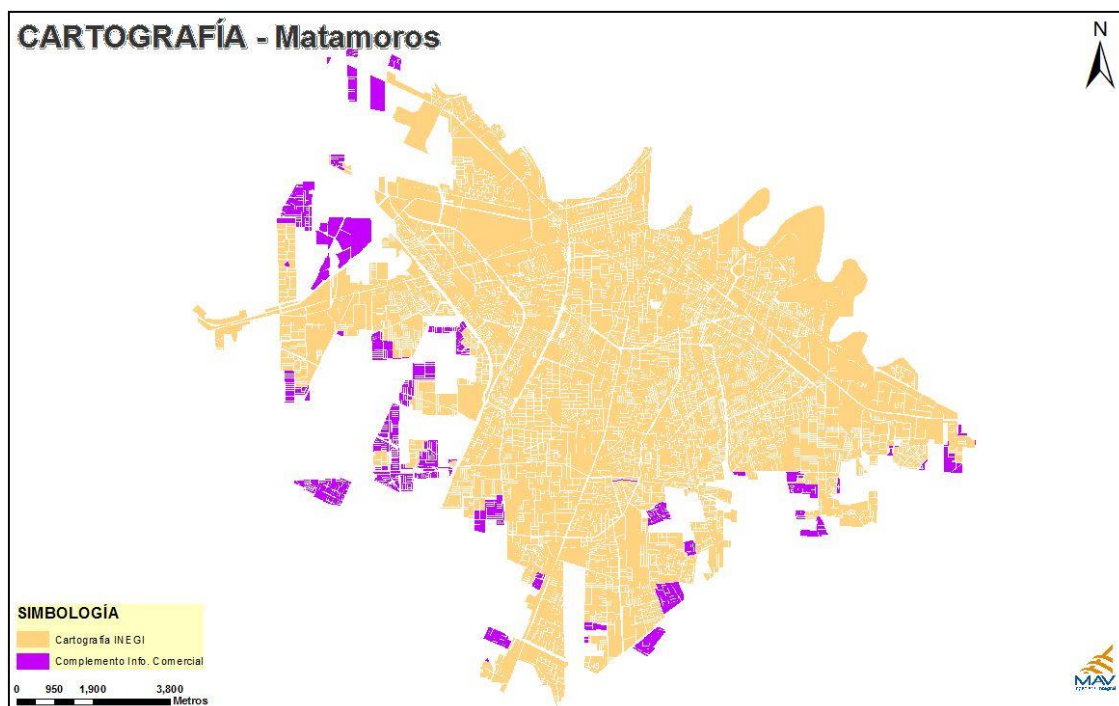
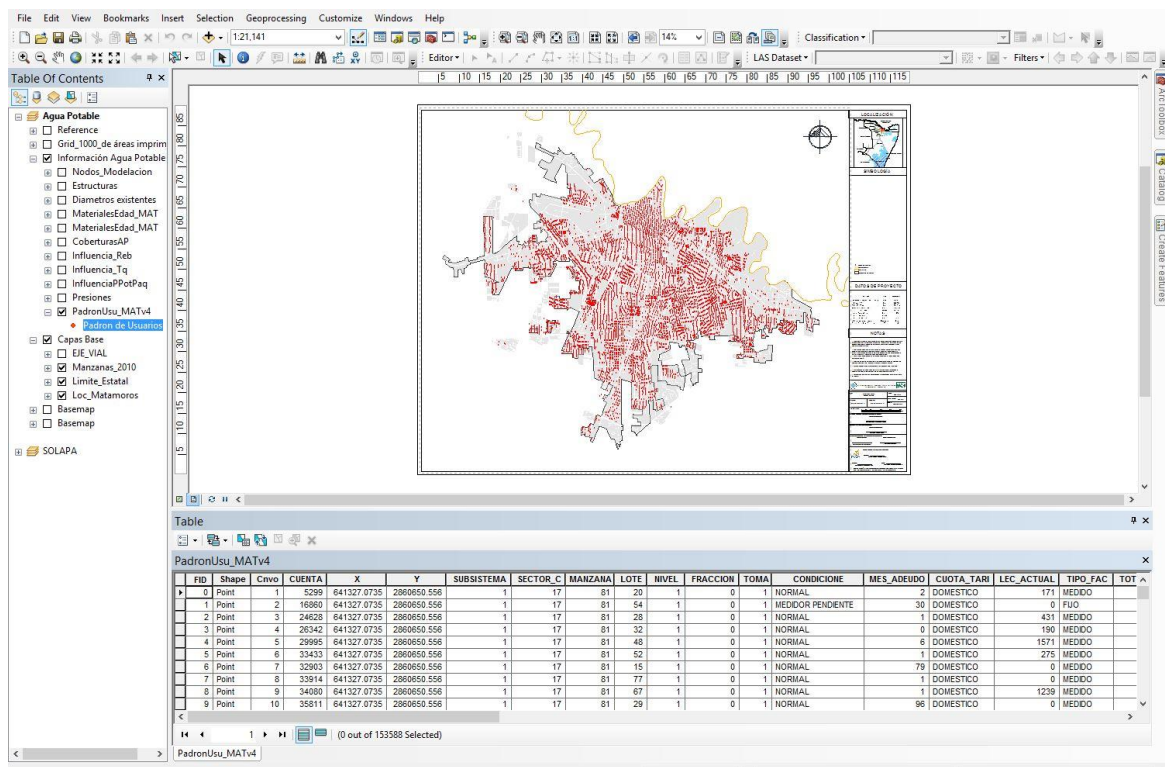


Figura 149. Cartografía de Matamoros



- **Ejes de vialidad (nombres de calles).**- Fuente de información INEGI.
- **Imagen satelital.**- Fuente de información ESRI, empleada en planos temáticos.
- **Información geográfica de agua potable:** La representación de la información se encuentra concentrada en archivos Shapefile clasificados como a continuación se menciona:
 - o **Estructuras:** Captaciones, Plantas potabilizadoras, Plantas potabilizadoras paquete, Tanques y Plantas de rebombeo.
 - o **Red de Agua Potable:** Acueductos, Líneas de conducción, interconexión y alimentarias, Líneas Primarias y Red de distribución.
 - o **Áreas de cobertura:** Zonas con servicio de Agua Potable, Áreas de influencia de rebombes, Tanques y Plantas potabilizadoras.
- **Padrón de usuarios:** Fuente de información JAD, la base de datos del padrón de usuarios proporcionada por el Organismo Operador contaba con una clave de geolocalización por manzana, a partir de la cual se colocó en el centro de cada manzana de la cartografía antes mostrada las 153,588 cuenta, es decir que la información del padrón quedó geo posicionada para los análisis de demanda de agua potable y aportación de aguas residuales para cualquier polígono de interés. Dicha información se puede consultar en el Shapefile que tiene por nombre PadronUsu_MATv4. A continuación se presenta el plano del Padrón de usuarios de la JAD.



Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

Figura 150. Plano conteniendo el Padrón de Usuarios de la JAD

Estos archivos Shapefile contienen atributos para dichas entidades, en dónde se almacena la información que permite la configuración de cada mapa temático. Todos los archivos Shapefile se encuentran



proyectados en el sistema de coordenadas **WGS_1984_UTM_Zone_14N** y la Fuente de información se extrajo de archivos CAD y tablas de información proporcionadas por el organismo operador y un importante número de reuniones con personal operativo de la JAD, los cuales aportaron sus conocimientos respecto al sistema de abastecimiento y distribución del agua potable, a partir de los cuales se actualizó la información con la que contaba el área técnica del Organismo, ya que las modificaciones que se le hicieron al plano base fueron incontables, puesto que se modificaron y ampliaron: trazos, diámetros, tubos, válvulas, conexiones y desconexiones, que en conjunto le dan una mayor credibilidad y cobertura al plano base que de origen fue proporcionado, quedándole pendiente al Organismo llevar a cabo por administración o por contrato la verificación de la información del plano base, con levantamientos de cajas de válvulas y sondeos exploratorios como se debe de realizar en un trabajo de actualización de catastro.

Ahora bien, se conformaron planos en formato JPG y PDF en tamaño carta, con la finalidad de tener mayor entendimiento a la información plasmada en el GIS, en la siguiente tabla se encuentra la distribución de estas imágenes o planos en tamaño carta y una imagen ejemplo de los planos elaborados en este tamaño.

Tabla 114. Planos de Agua Potable

Plano	Shape
01 Obras de Toma	Obras de Toma
02 Acueductos (2)	Acueductos
03 Plantas Pot y Plantas Pot Paquete	Plantas_Pot, Plantas_PotPaq
04 Tanques	Tanques
05 Plantas de Bombeo	Rebombeos
06 Líneas de Conduc Aliment Inter	LineCondInterAliment
07 Líneas Primarias	LinePrimarias
08 Sistema de Agua Potable	
09 Diámetros de la Red	RedDist
10 Materiales	MaterialesEdad (MATERIAL)
11 Antigüedad	MaterialesEdad (EDAD)
12 Cobertura de servicio	CoberturasAP
13 Influencia Rebombeos	Influencia_Reb
14 Influencia Tanques	Influencia_Tq
15 Influencia Plantas Pot	InfluenciaPPotPaq
16 Presiones de la Red	Presiones



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

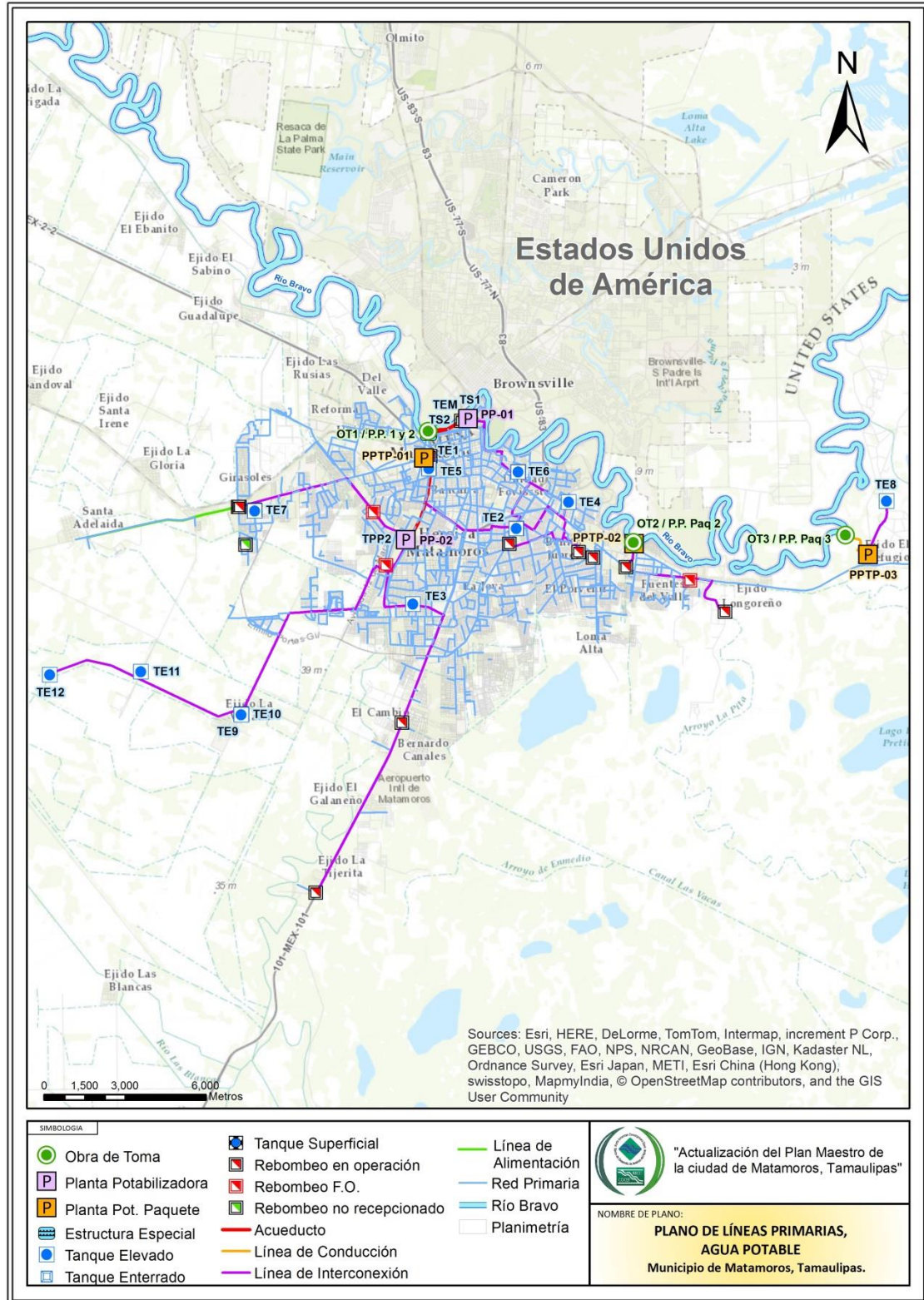


Figura 151. Plano de Agua potable

Elaborado por: MAV Ingeniería Integral



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Los planos conformados para la plataforma GIS se encuentran en tamaño 1.20x0.90 m conteniendo la representación de los shapes anteriormente mencionados, mismos que se encuentran ligados a layers (capas) en grupos, en la misma plataforma con la finalidad de hacer manejable la información existente, contiene escala gráfica ajustable a la escala requerida para la visualización de la información y la simbología es dinámica, es decir, aparece según los layers (capas) que se tengan encendidas, como se muestra a continuación.

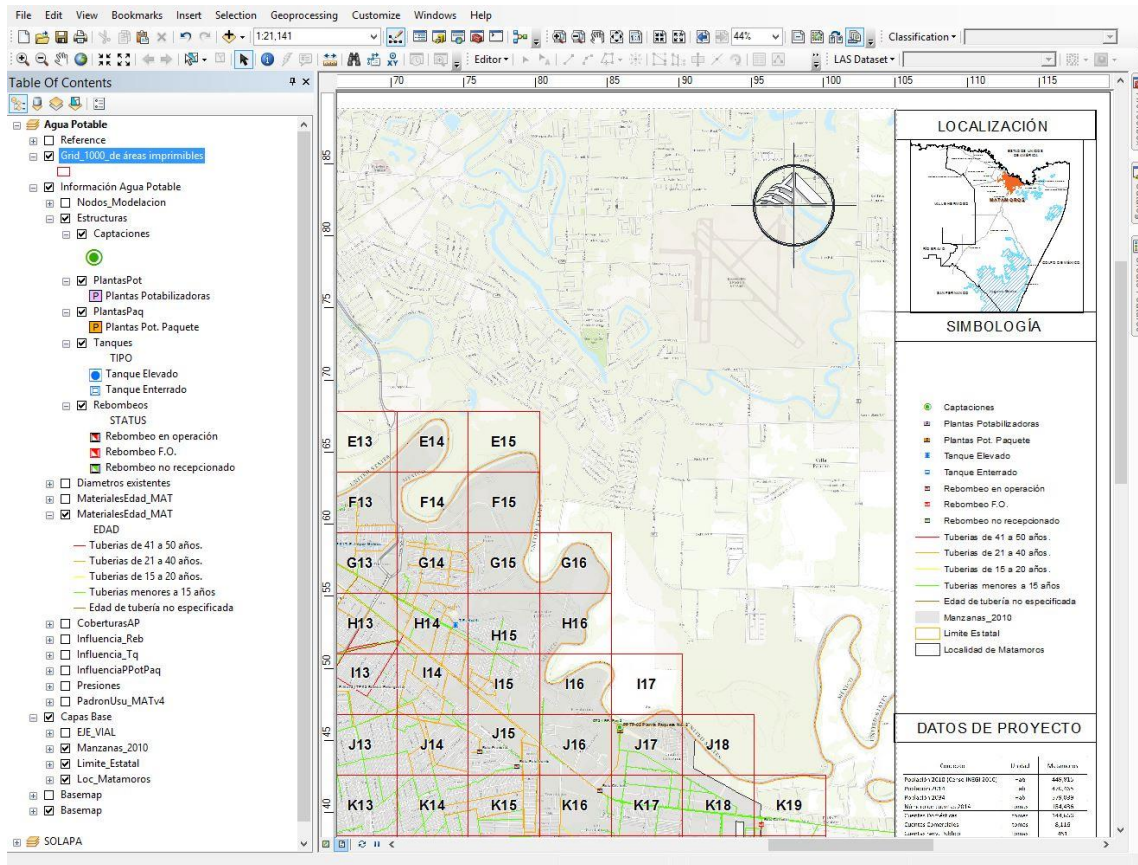


Figura 152. Plano de Agua Potable en Shape

Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

El espacio de dibujo de la plantilla está diseñado para ser ajustado a 190 áreas de impresión escala 1:1,000 que conforman un grid, como se muestra a continuación.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

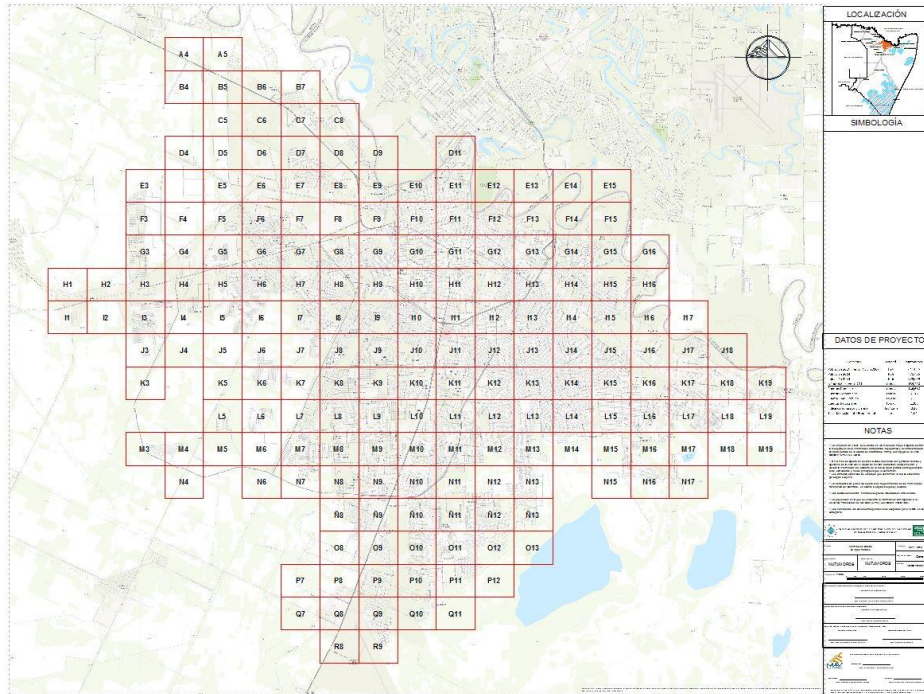


Figura 153. División del plano de Agua potable en Shape

Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

Los planos CAD se encuentran distribuidos en 14 planos los cuales se mencionan en la siguiente tabla haciendo referencia al shape de donde proviene la información.

Tabla 115. Planos elaborados en CAD

Plano	Shape
01 Obras de Toma	Obras de Toma
02 Plantas potabilizadoras	Plantas Pot, PlantasPaq
03 Estaciones de Bombeo y Tanques	Rebombeos, Tanques
04 Líneas principales	Acueductos, LineConInterAliment
05 Líneas primarias	LinePrimarias
06 Red Secundaria	RedDist
07 Válvulas	Válvulas
08 Presiones	Presiones
09 Diámetros de la Red	Acueductos, LineConInterAliment, LinePrimarias y Red Dist
10 Materiales	MaterialesEdad (MATERIAL)
11 Antigüedad	MaterialesEdad (EDAD)
12 Zonas de influencia de las plantas Potabilizadoras	InfluenciaPPotPaq
13 Zonas de Influencia de los Tanques	Influencia_Tq
14 Coberturas de servicio	CoberturasAP



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

La visualización de la información se conformó en 90x120 cm. en escala 1:1,000 conteniendo la representación de la información trasladada del SIG a CAD, esta información se encuentran ordenada por grupos de layers (capas), en el mismo CAD, con la finalidad de hacer manejable la información existente, como se muestra a continuación.

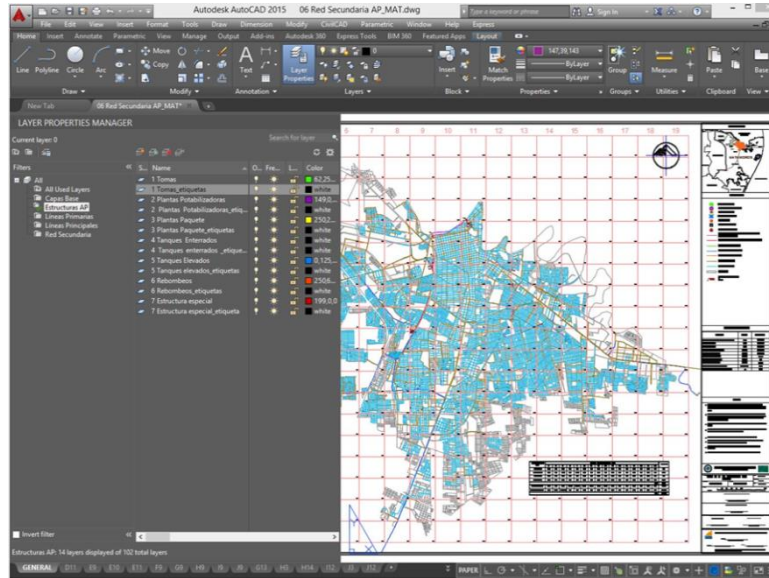


Figura 154. Plano de agua potable en dwg.

Los planos contiene escala gráfica ajustable a la escala requerida para la visualización de la información y la simbología que se muestra en cada plano es la información que se representa en él.

El espacio de dibujo de la plantilla está diseñado para ser ajustado a 361 áreas de impresión escala 1:1,000 que conforman un grid, como se muestra a continuación.

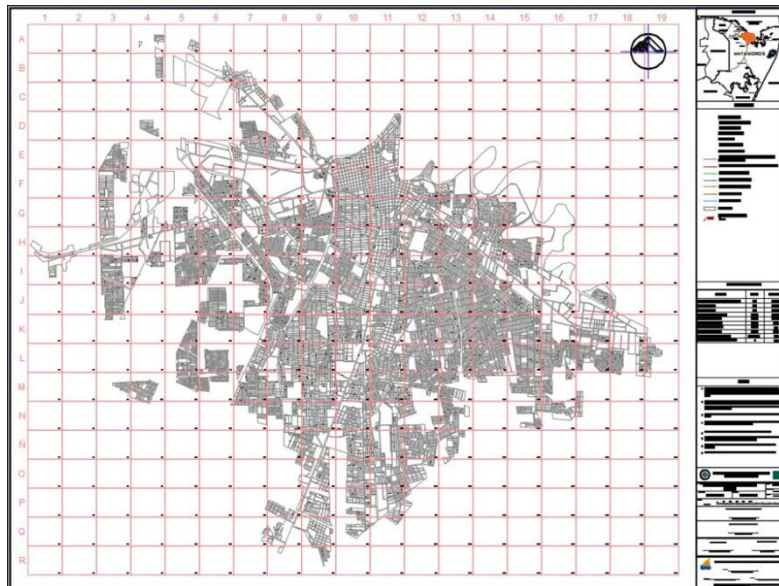


Figura 155. División del plano de agua potable en dwg.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Cada plano contiene las vistas de cada una de las áreas de impresión en donde contiene información según sea el plano, es decir, en la parte inferior del plano CAD se encuentran estas vistas correspondiendo el nombre de la vista al área de impresión como se muestra en las siguientes imágenes.

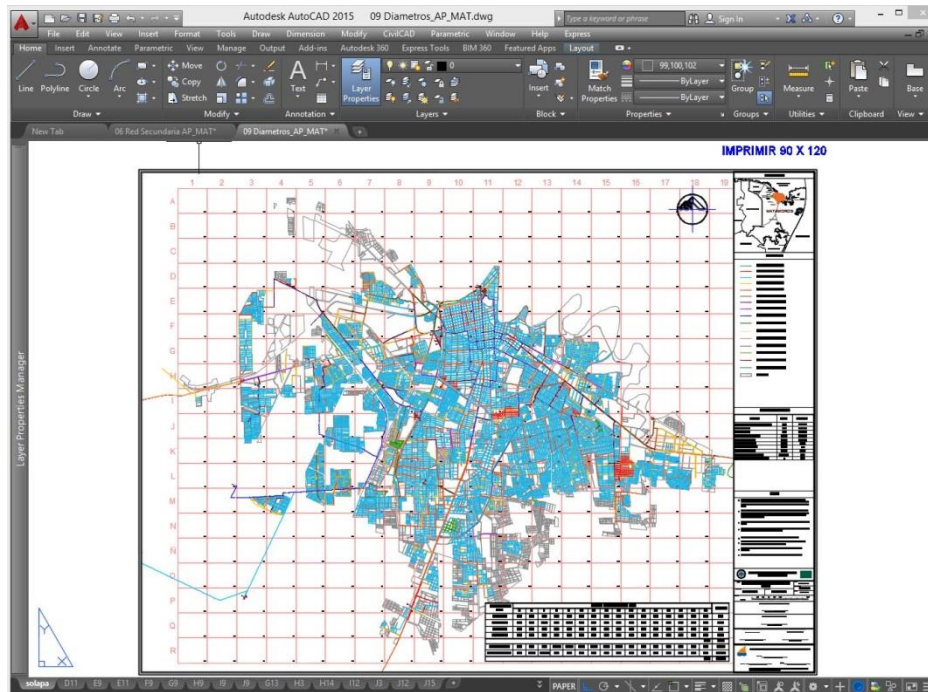


Figura 156. Vista del área de impresión de los planos dwg.

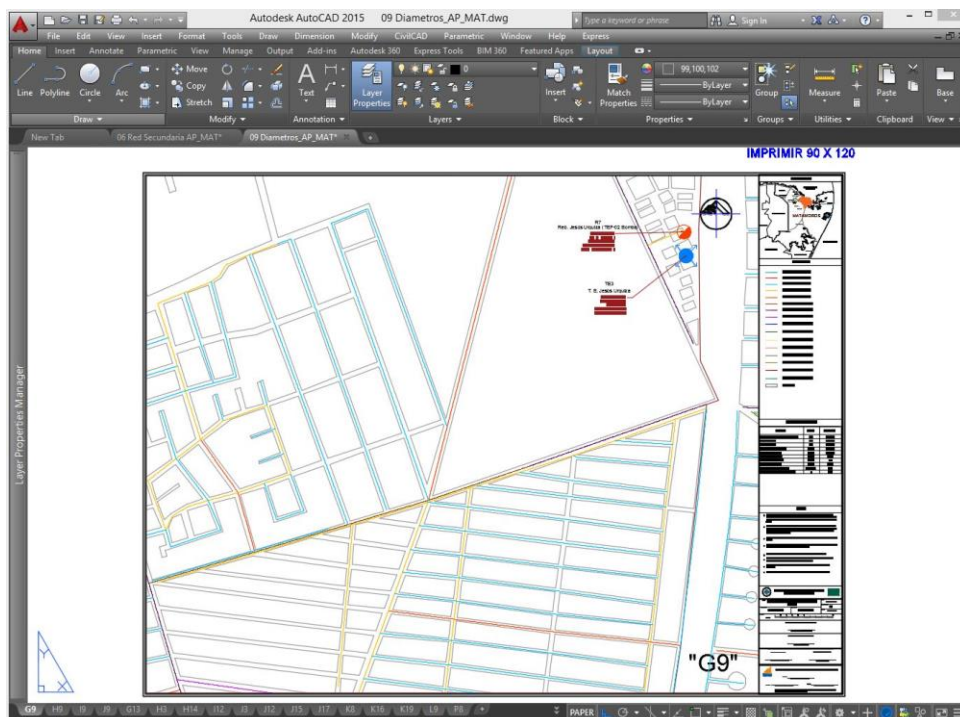


Figura 157. Plano de Agua Potable de un mosaico en CAD



A partir de la información de los planos en archivos Shapefile se generaron las tablas de las estructuras existentes y de las tuberías con información de longitudes por diámetro, material, antigüedad, presiones, entre otras.

Para mayor detalle de los planos elaborados de agua potable en GIS y CAD consultar el anexo 8.

2.4.1.3 Analizar el Sistema de Agua Potable para condiciones actuales

El objetivo principal de este apartado es el desarrollo de un modelo hidráulico computarizado que contenga la estructura actual de distribución primaria del sistema de agua potable de la ciudad de Matamoros, Tamps., empleando para ello el software de modelación WaterGEMS, el cual deberá ser alimentado con toda la información proporcionada por la JAD, más la elaborada como parte de los análisis efectuados en el Diagnóstico de la infraestructura.

Antes de iniciar con el análisis del sistema de agua potable en condiciones actuales, es importante mencionar y resaltar que la definición de la estructura de la red de distribución primaria, no sólo consistió en la recopilación de la información en planos y la migración de dicha información, de formato dwg a shapefile, si no que fue necesario llevar a cabo reuniones de trabajo con el personal técnico pero sobre todo con el personal operativo de la JAD, con la finalidad de revisar, modificar y ampliar la información plasmada en los planos técnicos de infraestructura dibujados en CAD y denominados antes de este Estudio como “planos de catastro de las redes de agua potable”. Obteniéndose de las mencionadas reuniones una cantidad extraordinaria de modificaciones e incrementos de tuberías, conexiones, desconexiones, estructuras y dispositivos (válvulas), que enriquecieron los planos de infraestructura, aumentando en consecuencia su confiabilidad y cobertura de manera considerable, ya que fue documentada y plasmada información que solo personal de operación tenía como parte de su conocimiento de las redes, la cual nunca había sido plasmada en papel.

Lo anterior nos permite asegurar que el resultado obtenido en la modelación es por mucho más cercano a la realidad, que el que se hubiera alcanzado sin la realización de estas reuniones de escrutinio de la información del catastro hidráulico por personal operativo de la JAD, ya que el alcance del trabajo de la modelación en condiciones actuales no consideró la calibración del modelo con mediciones en campo de presiones y gastos en puntos estratégicos de control de la red, con lo que se hubiera podido realizar los ajustes pertinentes tanto a la configuración de la red, los datos de diámetros y materiales de los tubos, así como a los valores de los coeficientes de rugosidad empleados en los cálculos del modelo.

Como plataforma del análisis del sistema de agua potable en condiciones actuales fue necesario determinar la **demanda de agua por sector o zona de influencia de las plantas potabilizadoras**, exponiendo los fundamentos y elementos que se utilizaron para su determinación, mismos que se replicaron para cualquier polígono de interés del que se requirió el dato de la demanda de agua potable.

Dicha determinación partió de la información que se recopiló tanto en dependencias (INEGI), como en el propio JAD, así como la que se obtuvo del balance de agua que se realizó en el presente estudio, la cual se enlista a continuación:

- a) Zonificación de la infraestructura de agua potable por sectores de abastecimiento.



- b) Padrón de usuarios geolocalizado por manzanas, del área Comercial de la JAD.
- c) Información de los microdatos por manzana de Matamoros del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.
- d) Registros de consumos de agua potable de un año (mayo 2014 a abril 2015) de todos los usuarios del servicio geolocalizados, tanto los que están bajo el régimen de servicio medido como los de cuota fija.
- e) Porcentaje de pérdidas físicas en el sistema de distribución, el cual resultó del 42.8% (ver apartado 2.2).
- f) Consumos unitarios corregidos para cada uno de los diferentes usuarios del servicio, obtenidos a partir de los consumos facturados sin corregir (autorizados medidos y no medidos), más todos los consumos no controlados por la JAD entre los que se encuentran las pérdidas comerciales (error de precisión de micromedidores, error por la incidencia en toma de lecturas, error de estimación de cuota fija, consumos no medidos autorizados, entre otros) y las pérdidas aparentes (clandestinaje).

Toda esta información se plasmó en bases de datos, la cual se ligó (join) a un punto (centroides de manzana) utilizando el software ArcGIS como Sistema de Información Geográfica, para determinar por manzana cualquier dato requerido como: población, número de tomas, volumen facturado, volumen consumido y volumen demandado. A partir de los cuales se puede obtener los mismos datos para cualquier polígono de interés, de acuerdo con el siguiente procedimiento de cálculo:

- ✓ Definición de los polígonos de los sectores o zonas de influencia de las plantas potabilizadoras y de los tanques en la ciudad de Matamoros.
- ✓ Determinación del número de habitantes por manzana de cada zona de influencia al 2010
- ✓ Proyección de la población al 2014 con las tasas de crecimiento obtenido de la CONAPO.
- ✓ Determinación del número y tipo de usuarios no domésticos por manzana de cada zona de influencia
- ✓ Determinación de los consumos facturados de cada tipo de usuario por manzana de cada zona de influencia.
- ✓ Ajuste a los consumos facturados de cada tipo de usuario por manzana de cada zona de influencia, calculados a partir de los resultados del Balance de Agua, donde se determinaron los consumos reales de los usuarios que incluyen las pérdidas comerciales y aparentes.
- ✓ Cálculo del caudal de agua consumido (sin pérdidas físicas) tanto por los usuarios domésticos como los no domésticos y definición del consumo per-cápita promedio ponderado incluyendo todos los usos, por zona de influencia de plantas potabilizadoras y sectores hidráulicos
- ✓ Cálculo del caudal demandado (con pérdidas físicas) tanto por los usuarios domésticos como los no domésticos y definición de la demanda per-cápita promedio ponderada incluyendo todos los usos, por zona de influencia de plantas potabilizadoras y sectores hidráulicos.

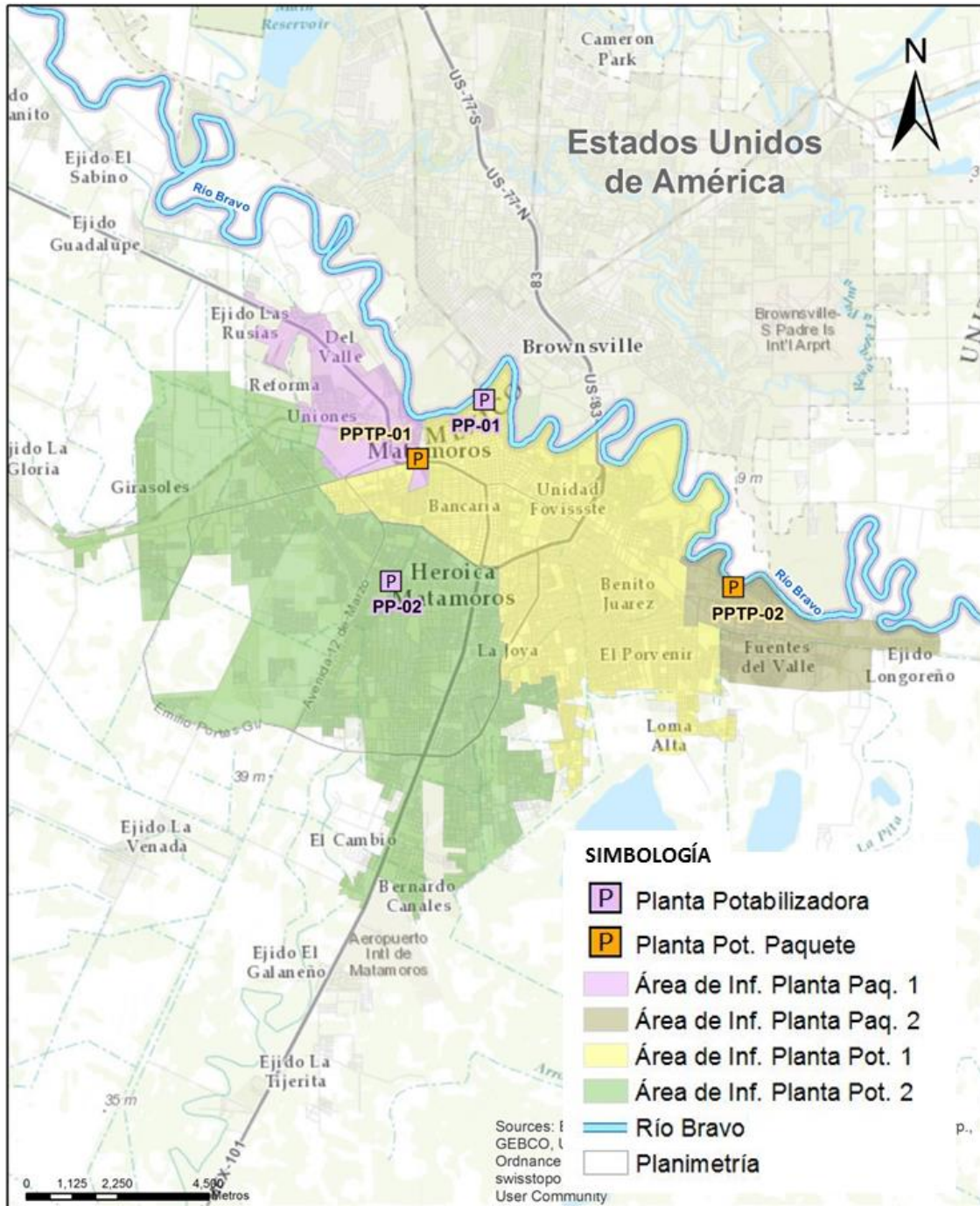


Figura 158. Zonas de influencia de las plantas potabilizadoras

A continuación se presentan los resultados del análisis realizado para obtener la demanda por zona de influencia de cada planta potabilizadora en los que está dividida la ciudad de Matamoros y en el Anexo 4 se presentan todos los cálculos realizados.

En las siguientes tablas y figuras se muestran los resultados obtenidos del cálculo de la población y el número de tomas no domésticas por sector y por zona de influencia de las plantas potabilizadoras.



Tabla 116. Población y número de tomas de las zonas de influencia de las potabilizadoras

Datos Generales				No. Tomas					
No.	Planta Potabilizadora	Superficie (ha)	Población 2014	Total	Domésticas	No Domésticas	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PP-01	4309.7	232,309	71,531	64,943	6,588	5,740	591	257
2	PP-02	6713.6	214,506	72,777	70,419	2,358	1,851	369	138
3	PPTP-01	872.2	14,078	3,829	3,585	244	170	55	19
4	PPTP-02	1042.1	18,958	6,944	6,709	235	119	110	6
Total		12,876.2	479,851	155,081	145,656	9,425	7,880	1,125	420

Como se observa en la tabla anterior, en la zona de la PP -01 se asienta la mayor cantidad de población, así como la mayor cantidad de usuarios no domésticos y en la zona de la PP – 02 se concentra el mayor número de cuentas domésticas, lo que significa que en esta zona el índice de hacinamiento por vivienda es menor.

Tabla 117. Régimen de servicio en las zonas de influencia de las potabilizadoras

Datos Generales		Régimen de Servicio en Usuarios						
No.	Planta Potabilizadora	Tomas	Cuota Fija	Servicio Medido	% Cuota Fija del Total	% Servicio Medido del Total	% Cuota Fija por Área de Influencia	% Servicio Medido por Área de Influencia
1	PP-01	71,531	30,750	40,781	19.8%	26.3%	43.0%	57.0%
2	PP-02	72,777	29,605	43,172	19.1%	27.8%	40.7%	59.3%
3	PPTP-01	3,829	2,484	1,345	1.6%	0.9%	64.9%	35.1%
4	PPTP-02	6,944	1,993	4,951	1.3%	3.2%	28.7%	71.3%
Total		155,081	64,832	90,249	41.8%	58.2%		

Como se observa en la tabla anterior, en la zona de la PP – 02 se concentra el mayor número de tomas con micromedidor con respecto al total de tomas en el sistema, y por otro lado en la zona de la PPTP -02 se tiene la mayor cobertura de micromedición con respecto al total de tomas dentro de la misma zona y en la zona de la PPTP – 01 se tiene la menor cobertura de micromedición.

En la siguiente tabla se presenta los volúmenes facturados por zona de influencia de las plantas potabilizadoras.

Tabla 118. Consumos facturados en las zonas de influencia de las potabilizadoras

Datos Generales		Consumo Facturado (m ³ /año)					
No.	Planta Potabilizadora	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PP-01	21,066,603	18,513,472	2,553,131	1,663,134	576,047	313,950
2	PP-02	20,716,331	19,511,608	1,204,723	627,180	436,373	141,170
3	PPTP-01	1,901,581	1,152,624	748,957	57,441	673,234	18,282
4	PPTP-02	2,279,099	1,773,332	505,767	28,942	467,970	8,855
Total		45,963,614	40,951,036	5,012,578	2,376,697	2,153,624	482,257



En la tabla anterior se observa que en la zona de la PP – 01 se facturó el mayor volumen de agua y en la zona de la PPTP – 01 el volumen facturado de los usuarios industriales representa el mayor % del total del volumen facturado por zona.

En la siguiente tabla se presenta los consumos corregidos para cada una de las zonas de influencia de las plantas potabilizadoras.

Tabla 119. Consumos facturados corregidos en las zonas de influencia de las potabilizadoras

Datos Generales		Consumo Ajustado (m ³ /año)					
No.	Planta Potabilizadora	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PP-01	16,067,870	14,146,167	1,921,703	1,313,517	390,867	217,319
2	PP-02	16,252,640	15,331,828	920,812	519,290	296,733	104,789
3	PPTP-01	1,235,618	711,689	523,928	48,359	462,894	12,675
4	PPTP-02	1,884,081	1,544,975	339,106	24,626	308,244	6,236
Total		35,440,208	31,734,660	3,705,548	1,905,792	1,458,738	341,018

Una vez hecha la corrección a los volúmenes facturados, por la sobreestimación de los consumos de los usuarios de cuota fija y los errores de precisión de los aparatos de medición, establecida en el Balance de Agua que se realizó al amparo de este Estudio (ver apartado 2.2.), se tiene que el consumo total de toda la ciudad de Matamoros es de **35.44 Hm³/año** y que en la zona de la PP – 02 se tiene el mayor volumen de agua consumida (**16.25 Hm³/año**) seguido por la zona de la PP – 01.

Tabla 120. Consumos unitarios corregidos en las zonas de influencia de la potabilizadoras

Datos Generales		Consumo Unitario Ajustado (m ³ /toma/mes)					
No.	Planta Potabilizadora	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PP-01	18.7	18.2	24.3	19.1	55.1	70.5
2	PP-02	18.6	18.1	32.5	23.4	67.0	63.3
3	PPTP-01	26.9	16.5	178.9	23.7	701.4	55.6
4	PPTP-02	22.6	19.2	120.3	17.2	233.5	86.6
Total		19.0	18.2	32.8	20.2	108.1	67.7

De la misma manera, una vez hecha la corrección a los volúmenes facturados se tiene que en la zona de la PPTP – 01 se presenta el mayor consumo unitario por toma (26.9 m³/toma/mes), así como el mayor consumo unitario de los usuarios no domésticos (178.9 m³/toma/mes) y en la zona de la PPTP – 02 se tiene el mayor consumo unitario de los usuarios domésticos (19.2 m³/toma/mes).

En la siguiente tabla se presenta el caudal consumido por los habitantes asentados en cada zona de influencia de las 4 plantas potabilizadoras y en la siguiente figura se presenta los consumos promedio ponderado incluyendo todos los usos, correspondientes a esos consumos por zona.



Tabla 121. Caudal de agua consumida en las zonas de influencia de las potabilizadoras

Datos Generales		Consumo Ajustado sin pérdidas (L/s)					
No.	Planta Potabilizadora	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PP-01	509.1	448.2	60.9	41.6	12.4	6.9
2	PP-02	515.0	485.8	29.2	16.5	9.4	3.3
3	PPTP-01	39.2	22.5	16.6	1.5	14.7	0.4
4	PPTP-02	59.7	49.0	10.8	0.8	9.8	0.2
Total		1,124.0	1,005	117	60.4	46.3	10.8

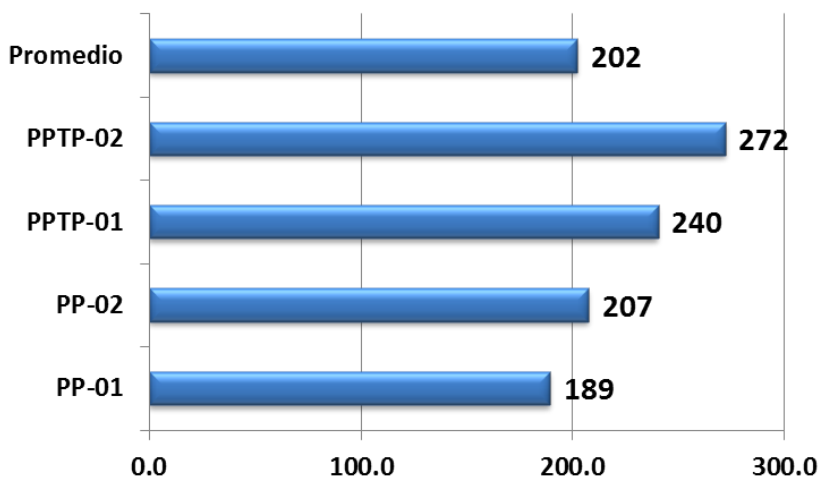


Figura 159. Consumos unitarios promedios ponderados incluyendo todos los usos, en las zonas de influencia de las potabilizadoras

El consumo total es de **1,124 L/s**, y en la zona de la PP – 02 se presenta el mayor consumo total (515 L/s), así como en la zona de la PP- 01 se presenta el mayor consumo no doméstico (61 L/s).

En cuanto a los consumos unitarios por habitante (promedio ponderado incluyendo todos los usos), se observa en la figura anterior que el consumo promedio para los habitantes de Matamoros es de **202 L/hab/día**, así como que en la zona de influencia de la planta potabilizadora PPTP -02 se presenta el mayor consumo unitario (272.2 L/hab/día) y en la zona de la planta potabilizadora PP -01 se Presenta el menor consumo unitario promedio (189.4 L/hab/día).

Finalmente en la siguiente tabla se presenta la demanda de agua potable (incluyendo pérdidas físicas) que se presenta en cada sector o zona de influencia de las plantas potabilizadoras y en la siguiente figura se presenta las demandas promedio ponderado incluyendo todos los usos (incluyendo pérdidas).



Tabla 122. Demanda de agua potable en las zonas de influencia de las potabilizadoras

Datos Generales		Demanda (L/s)					
No.	Planta Potabilizadora	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PP-01	890.8	783.9	106.9	73.1	21.7	12.1
2	PP-02	901.0	849.6	51.4	29.1	16.5	5.8
3	PPTP-01	68.5	39.4	29.1	2.7	25.7	0.7
4	PPTP-02	104.4	85.6	18.8	1.4	17.1	0.3
Total		1,964.7	1,758.5	206.2	106.3	81.0	18.9

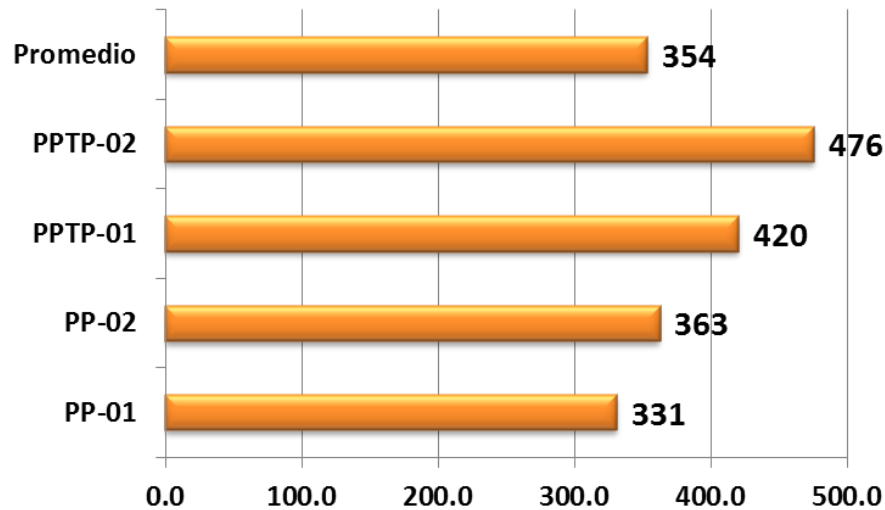


Figura 160. Demandas unitarias promedio ponderado incluyendo todos los usos por zonas de influencia de las potabilizadoras

La demanda total de agua en la ciudad de Matamoros es de **1,965 L/s**, presentándose la mayor demanda de agua en la zona de influencia de la Planta potabilizadora PP – 02 con un caudal de 901 L/s y la menor demanda en la zona de influencia de la PPTP -01 con 69 L/s.

Por último se presenta el resultado del balance entre la oferta y la demanda por planta potabilizadora únicamente, ya que sólo se midieron y corrigieron los volúmenes que salen de las potabilizadoras, los cuales se denominaron volúmenes suministrados corregidos, no habiendo por parte de la JAD registros de los volúmenes que ingresan a los tanques por la falta de una sectorización completa, así como por la falta de cruceros de control equipados con medidores y dispositivos. En la siguiente tabla y figura se presenta el resultado de dicho balance.



Tabla 123. Balance de Oferta – Demanda por Planta Potabilizadora

Planta Potabilizadora	Demanda (L/s)	Oferta (L/s)	Oferta
Planta Pot. No. 1	890.8	748.8	-142.0
Planta Pot. No. 2	901.0	1,023.7	122.8
Planta Pot. Paquete No. 1	68.5	72.2	3.7
Planta Pot. Paquete No. 2	104.4	120.7	16.3
	1,964.7	1,965.4	0.8

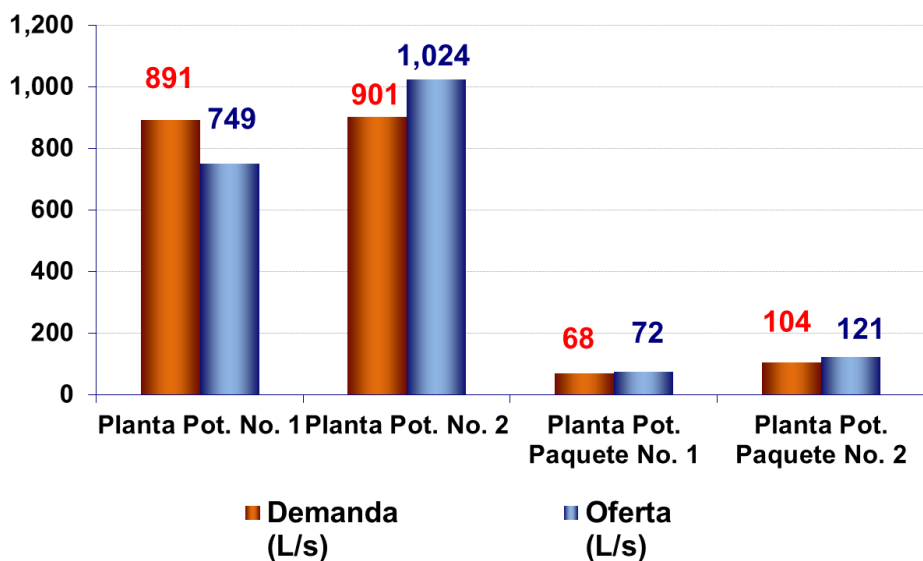


Figura 161. Balance oferta - demanda por zona de influencia de las plantas potabilizadoras

De acuerdo con los resultados obtenidos de los cálculos de la demanda por zonas de influencia comparados con la oferta corregida existe un superávit de agua en la zona de influencia de la planta potabilizadora No. 2 de 123 L/s, mientras que en la zona de abastecimiento de la planta potabilizadora No. 1 hay un déficit de 141 L/s y en la zona de influencia de las plantas potabilizadoras Paquete 1 y 2 hay un superávit de 4 L/s y 16 L/s, respectivamente.

A partir de este análisis y de la comparativa entre la oferta y la demanda (balance por sector), en el apartado de 3.2.1.2 “Análisis del Sistema de Agua Potable para condiciones futuras” se hará un planteamiento para la redistribución de caudales con el objeto de equilibrar todos los sectores.

Mientras tanto en este apartado, el cálculo de la demanda presentado por sector o zona de influencia de cada planta potabilizadora sirve como punto de partida para la modelación hidráulica, la cual no es más que la integración de las demandas calculadas por manzana dentro de un polígono de interés, siendo estas últimas las que se van a emplear en el modelo de simulación computarizado, distribuyéndolas en los nodos de los tubos que intervengan en la distribución de cada una de las zonas que se analizarán.



Una vez contando con los planos base del catastro de las principales estructuras y líneas de agua potable, se procedió a ingresar la información contenida en los archivos tipo Shapefile directamente al modelo de simulación numérica, bajo las consideraciones que a continuación se describen.

Criterios de Diseño

Los criterios para evaluar el desempeño de los sistemas se definieron a partir de la Normatividad vigente y de los criterios particulares definidos en reuniones con la COCEF, NADBANK, CONAGUA, JAD y MAV.

A continuación se mencionan los criterios empleados para el modelado del sistema de agua potable:

Tabla 124. Criterios empleados para la modelación del sistema de agua potable

No	Concepto	Valor
1	Capacidad de abastecimiento y producción de agua potabilizada.	Gasto medio.
2	Diseño de estaciones de bombeo de alto rendimiento.	Gasto máximo diario
3	Líneas de alimentación.	Gasto máximo horario.
4	Red de distribución.	Gasto máximo horario.
5	Coefficiente de variación diaria (Cvd).	1.4
6	Coefficiente de variación horaria (Cvh).	1.55
7	Gasto máximo diario.	Cvd X Gasto medio diario.
8	Gasto máximo horario.	Cvh X Gasto máximo diario.
9	Tuberías existentes	El valor fluctuó entre 0.009 y 0.016, según el material y su estado de conservación de las mismas
10	Tuberías nuevas	PVC de hasta 60 cm - 0.009
		Polietileno de alta densidad - 0.009
		Acero - 0.016.
11	Presión a la descarga de la planta de bombeo.	Variable
12	Presión mínima en la red con gasto máximo diario.	1.20 kg/cm ²
13	Presión mínima en la red con gasto máximo horario.	1.00 kg/cm ²
14	Velocidad de conducción máxima con gasto máximo diario.	2.00 m/s
15	Velocidad de conducción máxima con gasto máximo horario.	3.00 m/s
16	Volumen de almacenamiento operacional.	Volumen = 24 horas de suministro con la ley de demandas horarias para ciudades de más de 50,000 habitantes.
17	Volumen de almacenamiento en emergencias.	Volumen = 25% del Almacenamiento Operacional.
18	Volumen de almacenamiento contra incendios.	Volumen incluido en el almacenamiento de emergencias.

Periodo de diseño

El periodo de diseño se entiende como el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, debiendo de ser menor este periodo a la vida útil. El periodo de diseño está vinculado con los aspectos económicos, los cuales están en función del costo del dinero.



La CONAGUA recomienda siempre que sea factible concebir proyectos modulares, que permitan diferir las inversiones el mayor tiempo posible, buscando siempre el máximo rendimiento de la inversión, al disponer de infraestructura con bajos niveles de capacidad ociosa en el corto plazo.

En la siguiente tabla se presenta los periodos de diseño utilizados en este estudio para los componentes de los sistemas de agua potable, que corresponden a los recomendados por la CONAGUA.

Tabla 125. Periodos de Diseño

Elemento	Periodo de diseño (años)
Fuente	
Pozo	5
Embalse (presa)	hasta 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta Potabilizadora	de 5 a 10
Estación de Bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución secundaria	a saturación

Por lo que toca a la vida útil, la cual es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente, se presenta en la siguiente tabla para algunos elementos del sistema de agua potable, considerando una buena operación y mantenimiento.

Tabla 126. Vida útil de los componentes del sistema de agua potable

Elemento	Periodo de diseño (años)
Pozo	
Civil	de 10 a 30
Electromecánica	de 2 a 20
Línea de conducción	de 20 a 40
Planta Potabilizadora	
Civil	40
Electromecánica	de 5 a 20
Estación de Bombeo	
Civil	40
Electromecánica	de 5 a 20
Tanque	
Superficial	40
Elevado	20
Distribución primaria	de 20 a 40
Distribución secundaria	de 15 a 30



Generalidades.

La topología de la red se expresa por la forma en que están conectados los diferentes elementos que la componen. Cabe señalar que el principal elemento que integra toda la red Topológica, es el Nudo, ya que es ahí donde se unen las tuberías que conforman la red de abastecimiento de agua.

Para este caso, se utilizaron los Nodos como los elementos que ayudan a representar Tanques, Bombas, uniones entre tuberías, cambios de dirección, válvulas, pozos entre otros elementos conectores dentro del modelo. A continuación se muestra una figura representativa de la topología construida para el proyecto de la simulación de la red principal de distribución de la ciudad de Matamoros, con el programa de simulación hidráulica llamado WaterGEMS:

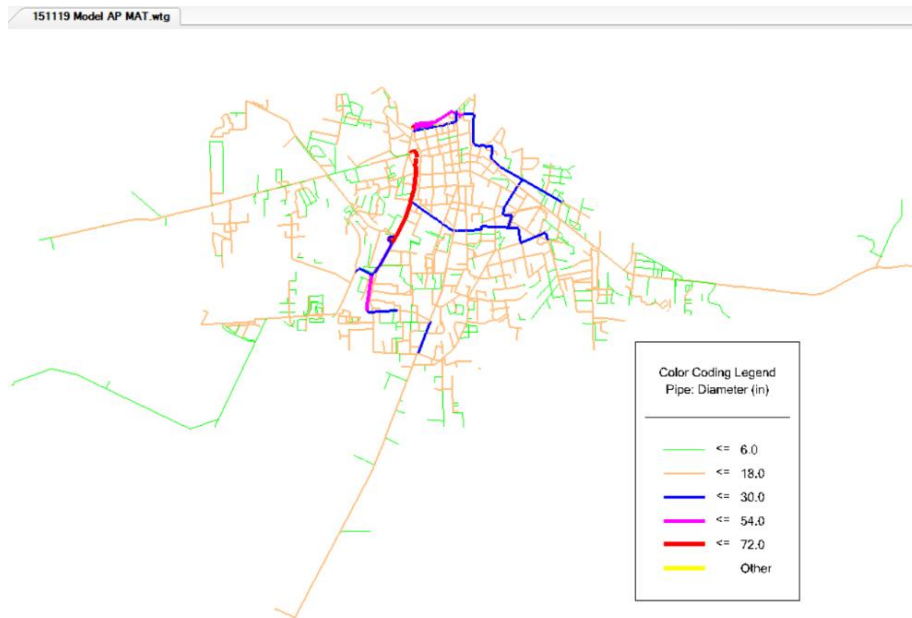


Figura 162. Esquema general de la red principal de distribución de Matamoros

La red principal de distribución de agua en la ciudad está formada por las tuberías con diámetros de 6" y mayores. La red secundaria está formada entonces con tuberías de diámetros menores a las 6 pulgadas.

En condiciones de simulación hidráulica en estado estático, como en el presente proyecto, los nodos requieren de dos datos principales: cota de terreno y demanda. Cabe señalar que para simulaciones en periodos extendidos, es necesario contar con la curva de la variación de la demanda.

En términos generales, en esta etapa se determinaron qué tuberías serían incluidas en el modelo y qué identificadores o etiquetas llevarían los nodos y las tuberías. Se verificó la información en campo cuando se tuvieron algunas sospechas de datos erróneos o poco confiables y se revisó la conectividad de todos los elementos que intervinieron en el modelo.

En esta tarea fue muy valiosa la participación del personal técnico del organismo operador, ya que las inquietudes y dudas siempre fueron atendidas con prontitud por el personal del área de proyectos y con la



valiosa participación del personal de campo, quienes ayudaron a corroborar la información existente (en planos impresos y en archivos digitales) con la información real del sistema.

A continuación se describe la forma en que cada elemento que compone la red de distribución, debe especificarse en el modelo de simulación numérica:

Nodos

Los nodos son los elementos donde se unen las tuberías. Estos elementos representan a los cruceros donde se hacen las conexiones de las redes y donde se ubican algunas válvulas de los sistemas de distribución. En el modelo de simulación hidráulica de la red principal de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, se tienen registrados un total de 4,060 nodos de presión.

En el modelo se representan con un círculo relleno, color negro, así como el nombre o etiqueta que se le asigna en el modelo, tal como se muestra la figura siguiente.

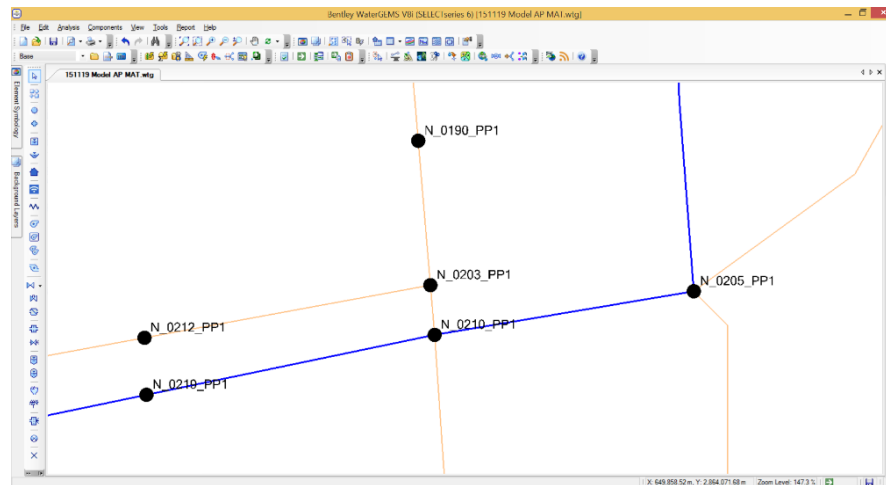


Figura 163. Representación esquemática de los nodos en el modelo.

La información que se ingresa en los nodos es la cota de la tubería y la demanda de los usuarios que se encuentren cerca de dichos cruceros.

Vale la pena recordar que un modelo de simulación numérica es una simplificación de la realidad, y las tomas domiciliarias que existen en la red, se concentran en los cruceros o nodos del modelo y éstos agrupan entonces los caudales de las demandas que se consumen en cada predio, como un gasto de salida del sistema, en el balance de masas que se realiza en un modelo de simulación.

Los nodos tienen otra propiedad llamada "Emisor", el cual permite simular una demanda que está en función de la presión, como lo pueden ser las fugas. En caso de que en un sistema ya se tenga cuantificado o calculado un índice de agua no facturada, entonces se podrá usar el campo del emisor para considerar que además de las demandas ordinarias de los usuarios, se tendrá que adicionar un caudal de salida perteneciente a una fuga, que será directamente proporcional a la presión que se tenga en ese punto.



Válvulas

Las válvulas de corte o seccionamiento suman un total de 1,091 tan solo en la red principal, y se consideran abiertas para fines de modelación, a menos que el personal de operación indique lo contrario. En la siguiente figura se muestra la representación gráfica de las válvulas de corte en el modelo.

Estos elementos son los que ayudan durante la operación a aislar zonas para realizar cualquier tipo de reparación que se tenga que hacer, como puede ser una fuga, una incorporación de un nuevo usuario, maniobras de limpieza y drenaje de las tuberías, corte de servicio para dar mantenimiento a un tanque, etc.

El elemento válvula de seccionamiento en un modelo de simulación hidráulica tiene una configuración de abierta o cerrada.

Las válvulas reguladoras de presión (VRP) son elementos que, como su nombre lo indica, permiten controlar la presión hacia el lado aguas abajo. Se ubican normalmente en zonas donde la topografía va descendiendo, lo que origina un incremento en la presión del sistema, pero que ser contrarresta con las VRP al generar pérdidas de energía y con esto escalar la línea piezométrica. En la red principal de la ciudad de Matamoros no se cuenta con este tipo de válvulas de regulación de presión.

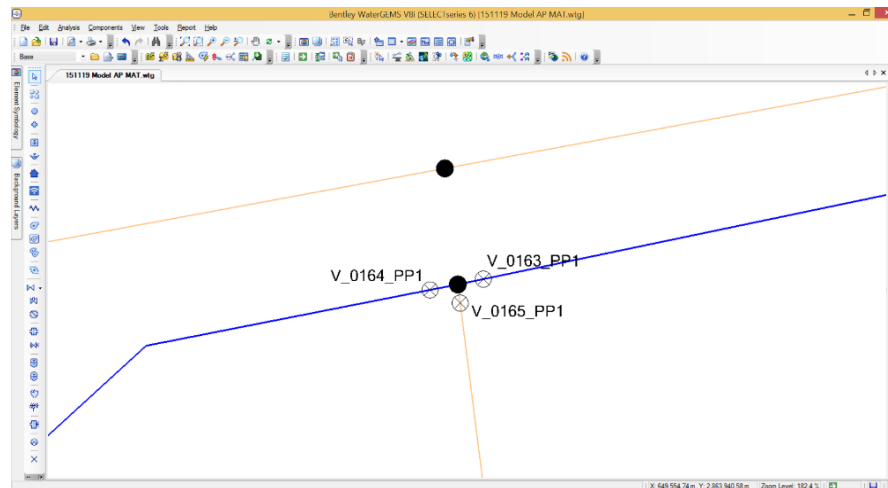


Figura 164. Representación esquemática de las válvulas de corte en el modelo.

Los tanques tienen implícita una válvula de elevación, de tal forma que cuando el agua llega al punto máximo del depósito, se cierra y ya no pasa agua por la tubería de llegada.

Una válvula check se encuentra configurada en los equipos de bombeo en el modelo de simulación, así cuando el agua tiende a fluir en sentido inverso en la bomba, la válvula check se cierra para impedir el flujo inverso en las bombas.

Finalmente, los tubos también cuentan con un elemento válvula check y un elemento válvula de corte, implícitas, que por defecto se encuentran deshabilitadas.



Bombas

Las bombas añaden energía al flujo, al transformar energía mecánica en energía de presión al sistema. En la siguiente figura se muestran los diferentes bombeos que salen de la Planta Potabilizadora No. 1, (que en clave se le conoce como PP-1)

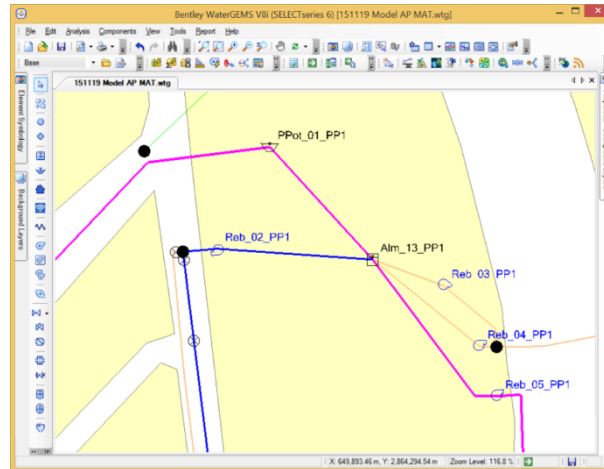


Figura 165. Equipos de bombeo representados en el modelo.

Reservorios

Los reservorios representan una fuente de abastecimiento, de volumen infinito y nivel constante de agua. Un reservorio puede ser un acuífero, una presa o embalse, un río, un pozo, etc., cuya disponibilidad para los tiempos de simulación es siempre del 100 %.

En el catastro de la infraestructura hidráulica de la ciudad de Matamoros, se contabilizaron 8 fuentes de abastecimiento, principalmente plantas potabilizadoras.

En la figura que se muestra enseguida, se observa la representación esquemática de la captación No. 1 para esta ciudad, nombrada en el modelo como **Cap_01_PP1**.

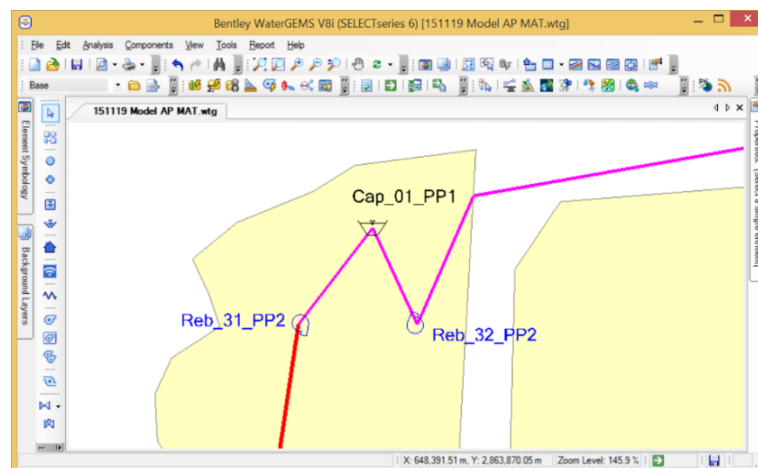


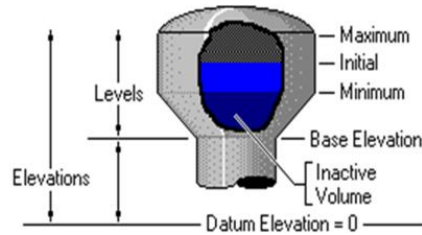
Figura 166. Representación esquemática de los reservorios en el modelo.



En aquellos bombes en donde no fue posible obtener los datos de los equipos de bombeo, como el caudal y la carga de operación, únicamente se les dio la elevación adecuada y se consultó con los operadores para conocer el caudal aproximado que está incorporando hacia el sistema.

Tanques

Los tanques son depósitos de agua que en el modelo representan un elemento de frontera, de volumen finito, nivel de agua variable (durante las simulaciones en período extendido). Se le tienen que ingresar datos como el nivel inicial de agua y geometría.



Los objetivos principales de los tanques son:

- Aprovechar la energía potencial (altura)
- Prover almacenamiento de emergencia
- Regular presiones
- Balancear consumo
- Prover presión en períodos extremos durante horas pico
- Pueden tener impactos negativos para la calidad del agua cuando están sobredimensionados o los tiempos de residencia son altos.

En la red principal de abastecimiento de la ciudad de Matamoros, se contabilizaron un total de 16 tanques distribuidos entre los distintos sectores que actualmente se tienen identificados. En la figura siguiente se muestra la representación de un tanque en WaterGEMS.

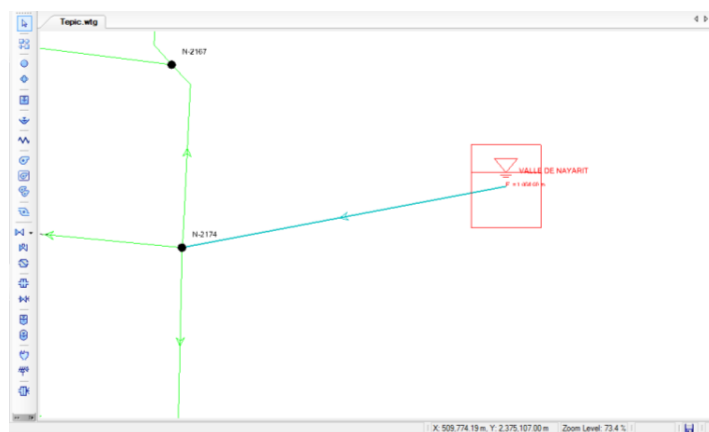


Figura 167. Tanque de almacenamiento en el modelo de simulación.



Tubos

Se incluyeron todas las tuberías de la red principal que se levantaron del censo catastral, las cuales suman en total 4.418 elementos. La longitud total de tubería, con base en los datos obtenidos del catastro es de aproximadamente 547 km de tubería. A continuación se muestra la longitud de cada diámetro de la red.

Tabla 127. Longitud de cada diámetro por material de la red

Diámetro (in)	Longitud (m)						Total
	PVC	AC	EXTRUPAK	FoFo	Acero	Concreto	
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71	1.71
4	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	29.05	29.11
6	29.71	0.06	0.00	1.72	0.97	117.05	149.50
8	48.34	0.06	0.00	19.70	2.49	133.53	204.13
10	14.10	0.00	0.00	0.00	0.19	9.02	23.32
12	19.65	0.00	0.00	0.00	3.69	20.25	43.58
14	8.44	0.00	0.00	8.03	0.00	6.61	23.08
16	15.42	0.00	0.00	3.54	1.57	16.44	36.96
18	2.27	0.00	0.00	0.04	0.00	1.23	3.54
20	2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	3.38
24	6.17	0.00	0.08	0.00	0.00	5.21	11.45
30	3.08	0.00	0.00	0.00	0.39	3.87	7.35
36	1.37	0.00	0.07	1.82	0.00	3.24	6.51
56	0.00	0.00	1.86	0.00	0.00	0.00	1.86
72	0.00	0.00	1.66	0.39	0.00	0.00	2.05
Total	150.89	0.11	3.67	35.24	9.30	348.32	547.52

En la figura siguiente se observa la representación gráfica de las tuberías en el modelo.

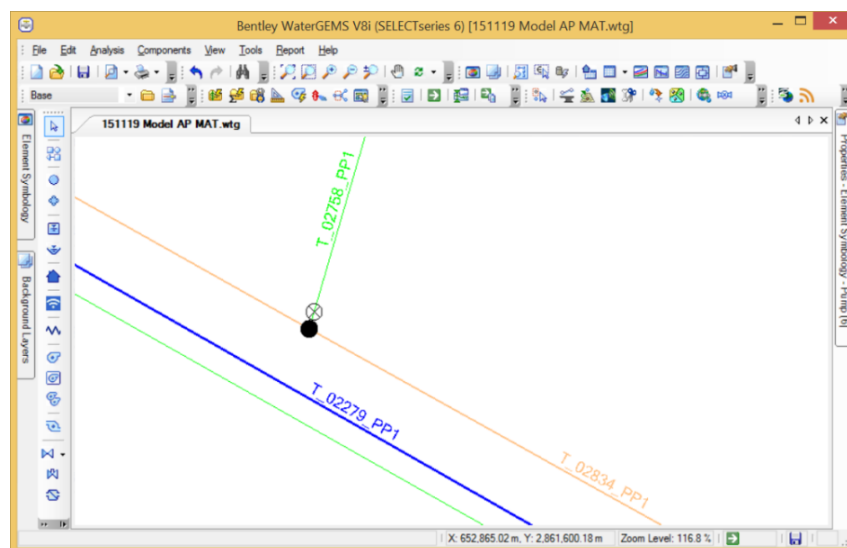


Figura 168. Representación esquemática de los tubos en el modelo.



Simulación Hidráulica

La simulación hidráulica se realizó mediante el uso del programa especializado llamado WaterGEMS y se configuró para resolver las ecuaciones de continuidad en cada nodo o también llamada ecuación de conservación de masa, mientras que en cada una de las tuberías, se resuelve la ecuación de conservación de la energía.

Ecuación de Continuidad.

Podemos decir que dada una sección genérica A y un flujo que atraviesa con velocidad media perpendicular a la misma v , se define como gasto másico, G como la masa por unidad de tiempo que atraviesa dicha sección, por tanto el caudal Q , como el volumen de fluido que atraviesa esa misma sección por unidad de tiempo:

$$G = \rho vA; \quad Q = vA \quad : \quad G = \rho Q$$

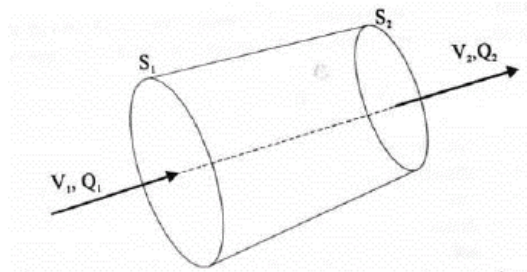


Figura 169. Volumen de control.

Por lo tanto la ecuación de continuidad viene de aplicar el principio de conservación de la masa a un volumen de control.

Ecuación de conservación de energía (ecuación de Bernoulli)

La variación de la energía en un volumen de control es igual al trabajo aportado al mismo menos la energía cedida en forma de calor por el volumen de control. El trabajo aportado al volumen de control puede ser debido por ejemplo a una bomba, mientras que el calor disipado a través de la superficie de control engloba las pérdidas de carga y la variación de la energía interna del fluido como aumento de la temperatura del mismo. Finalmente la ecuación de Bernoulli puede expresarse como:

$$H_b - h_f = \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \right) - \left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

Dónde:

$H_b =$ Energía añadida al flujo

$h_f =$ Pérdidas por fricción



$$\frac{P}{\gamma} = \text{Energía de Presión}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \text{Energía Cinética, debido a la energía que lleva el fluido}$$

$$z = \text{Energía Potencial, debida a la cota a la que está situada la partícula de fluido}$$

Mediante la ecuación de conservación de la energía pueden calcularse las pérdidas por fricción que se generan por el paso de un caudal a través de una tubería.

Existen diferentes metodologías para calcular las pérdidas por fricción, pero las más difundidas son:

- Darcy – Weisbach
- Hazen – Williams
- Manning

La metodología utilizada en el presente trabajo de simulación hidráulica fue Hazen – Williams, debido a la simplicidad de la ecuación y los valores de los coeficientes de fricción. Esta fórmula está expresada como:

$$h_f = \frac{kL}{D^{4.87}} \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85}$$

Dónde:

h_f = Pérdidas por fricción, en metros de columna de agua

k = Constante para unidades del Sistema Internacional = 10.67

L = Longitud de la tubería, en metros

D = Diámetro interior de la tubería, en metros

Q = Gasto, en m^3/s

C = Coeficiente de fricción de Hazen – Williams

Para analizar las condiciones actuales de la red de distribución de agua de la ciudad de Matamoros, se incorporaron todos los datos recopilados del sistema, y fueron puestos en formato shapefile, de donde se tomaron para poblar los campos necesarios solicitados en el modelo de simulación numérica. Los campos que son indispensables para poder simular el comportamiento hidráulico de la red de distribución de agua existente son:

- Diámetros, materiales y coeficientes de rugosidad en tuberías.
- Elevaciones en todos los elementos tipo punto (nodos, tanques, reservorios, bombas, válvulas)
- Demandas en los nodos.
- Dimensiones en los tanques (elevaciones de la base del depósito, elevación máxima, inicial)
- Curvas Gasto – Carga de las bombas.

Al momento de crear el modelo, toda la información anterior quedó incorporada, con excepción de las demandas en los nodos y las curvas de las bombas. Estos dos tipos de datos se procesaron por separado.

Primero se analizaron los diámetros de la red de distribución.

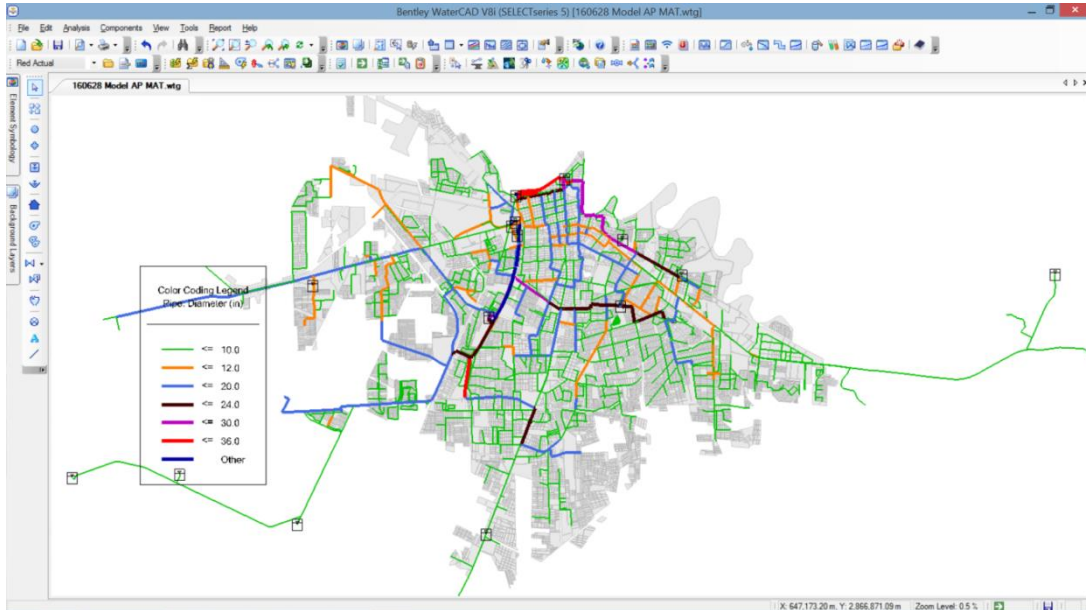


Figura 170. Diámetros de la red de distribución en condiciones actuales.

De la figura anterior puede observarse que en la zona sur de la ciudad no se cuenta con diámetros importantes que puedan hacer circular el agua en la red. Tampoco se observan tanques de distribución que ayuden a satisfacer las demandas y a regularizar las presiones en esa zona. Los tanques están concentrados en la parte norte y centro de la ciudad.

En la simulación de la red de distribución de Matamoros se utilizó un coeficiente $C = 150$ para las tuberías de PVC y Extru-Pak, y un coeficiente de $C = 130$ para el resto de materiales, como son fierro fundido, acero, concreto y asbesto cemento.

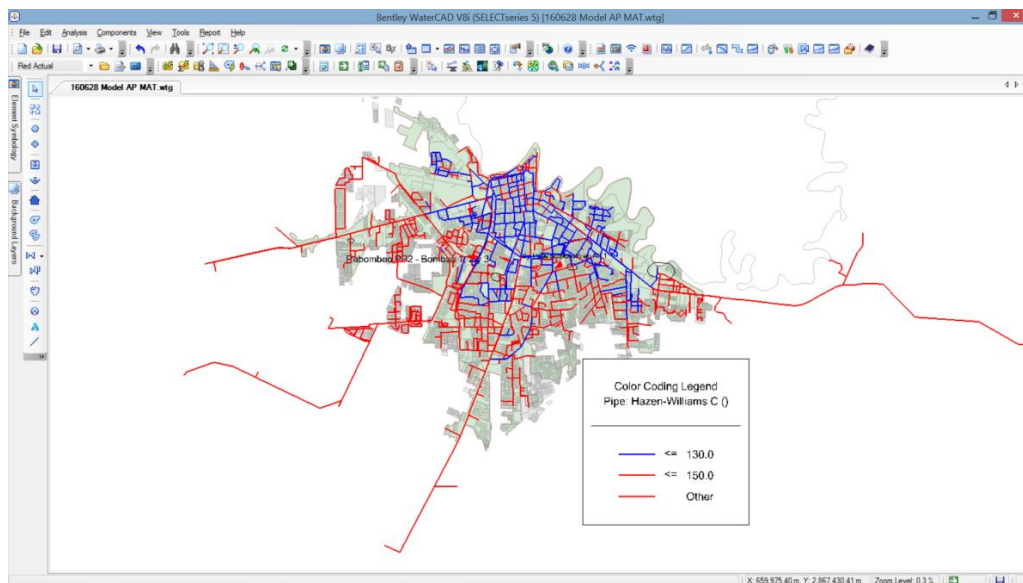


Figura 171. Coeficientes de rugosidad en la red.



La información topológica y física de las tuberías fue incorporada pero aún se necesita cargar los datos de las demandas en los nodos. Este dato como ya se ha mencionado se incorpora tomando en cuenta su ubicación geográfica. De esta manera, donde se tiene una mayor concentración de usuarios y demandas, se tendrán nodos con demandas mayores y esto repercute en las velocidades en las tuberías y por consiguiente en las pérdidas de energía.

Incorporación de demandas en los nodos.

Los datos de las demandas actuales en la ciudad de Matamoros fueron concentradas en un archivo shapefile de puntos a nivel de manzanas. Cada uno de estos puntos se encuentra geo referenciado, por tanto la incorporación de las demandas en los nodos tuvo una ubicación espacial determinada.

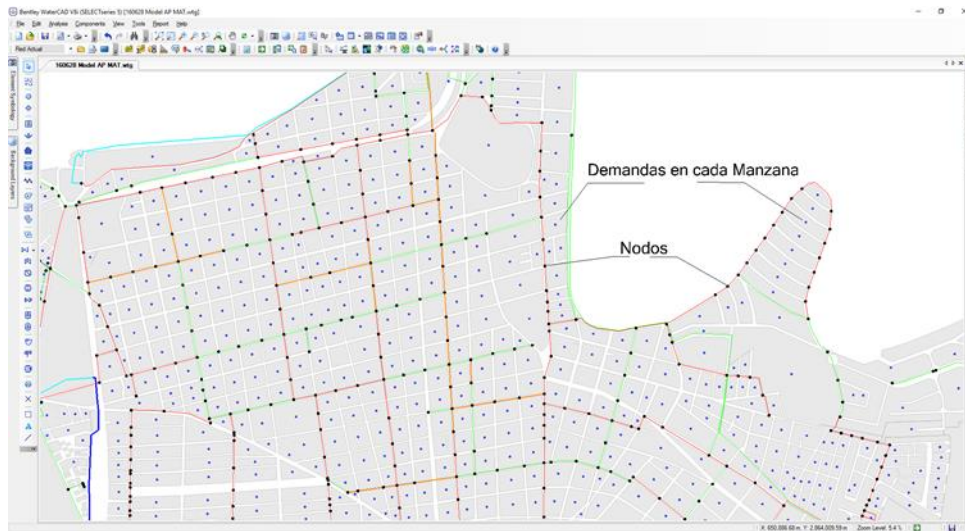


Figura 172. Incorporación de demandas en los nodos.

En estas condiciones actuales, solamente el 47.9% de las demandas se abastecen directamente de los tanques, mientras que el resto de las demandas, 52.1% son alimentadas desde las estaciones de bombeo.

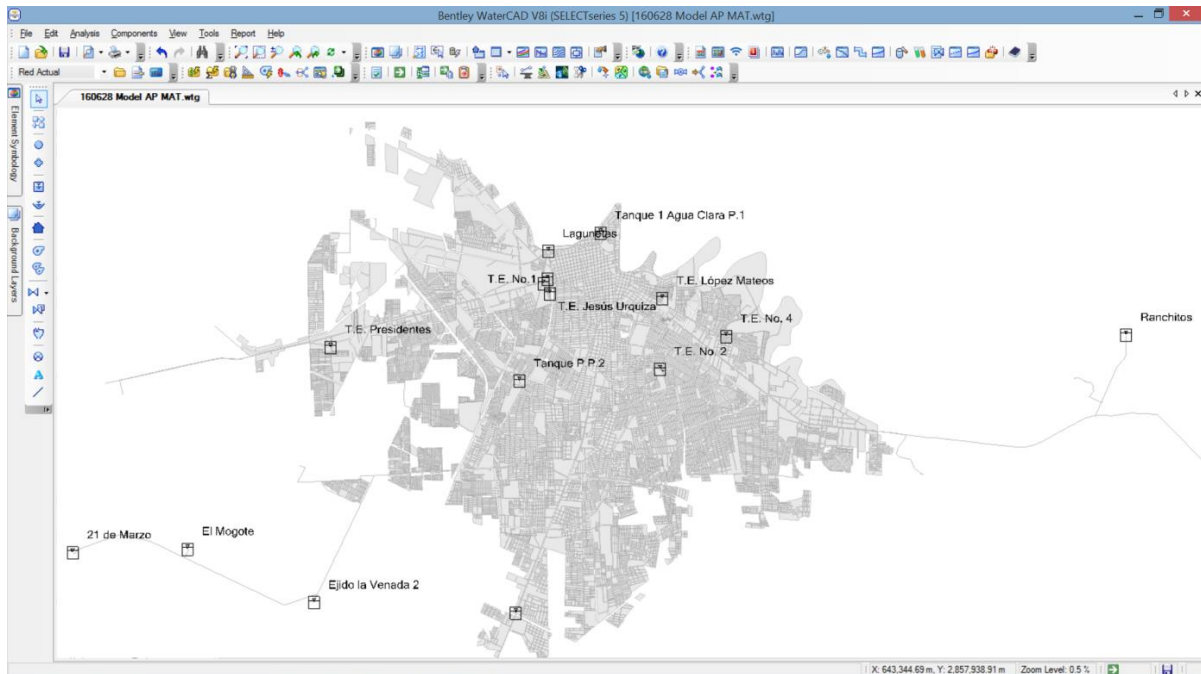


Figura 173. Tanques de almacenamiento en condiciones actuales.

Curvas Carga – Gasto de las bombas

Otro de los datos que también se cargaron fueron las curvas de las bombas. Cada bomba cuenta con su propia curva de operación que relaciona el caudal que puede mandar al sistema dependiendo de la carga o presión que exista en el lado de la descarga de la bomba (resistencia del sistema).

Con relación a los equipos de bombeo, sólo se contó con mediciones de presión y caudal, pero no con las curvas completas, por lo que se tuvieron que construir en el modelo de simulación. Para esto se construyeron las curvas del sistema correspondiente y se determinó un único equipo de bombeo equivalente, para aquellas estaciones que cuentan con dos o más equipos funcionando en paralelo.

Teniendo la curva del sistema, se cruza con la curva de la bomba propuesta, la cual tiene como dato el gasto deseado. Se busca entonces que la intersección de las curvas ocurra en el punto de caudal requerido y con esto se obtiene en el eje de las ordenadas el dato de la carga que debe tener la bomba.

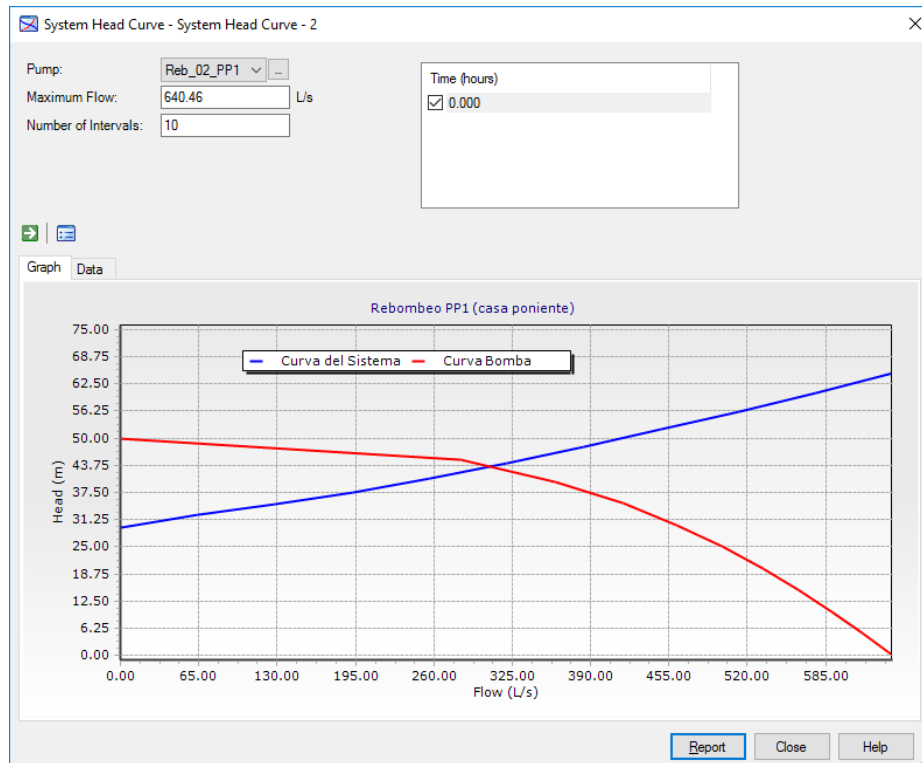


Figura 174. Curva del sistema para Rebombero PP1 (casa poniente)

Este procedimiento se realizó para cada una de las estaciones de bombeo.

Una vez que se tuvo toda la información del sistema de distribución de agua de Matamoros, se procedió con la simulación numérica de la red. Los resultados que se buscan son:

- Para los tubos: Gasto, velocidad, pérdidas por fricción, gradiente de pérdidas.
- Para los nodos: Piezométrica, elevación, presión disponible.
- Para las bombas: Carga y caudal de operación.

El análisis de los resultados para los tubos arroja la siguiente información:

Con relación a las velocidades en las tuberías, se tiene que, del total de la longitud de la red, que son 547.5 km, un 92.2% tienen velocidades menores a 1 m/s, es decir, 504.9 km de red. Tramos con velocidades mayores a 1 m/s y menores a 2 m/s representan un 6.1%, lo que equivale a una longitud de red de 33.2 km. El resto de las tuberías (1.7%) tienen velocidades mayores a los 2 m/s. Estas velocidades se presentan en algunos puntos críticos en la red, como se podrá observar en la siguiente figura.

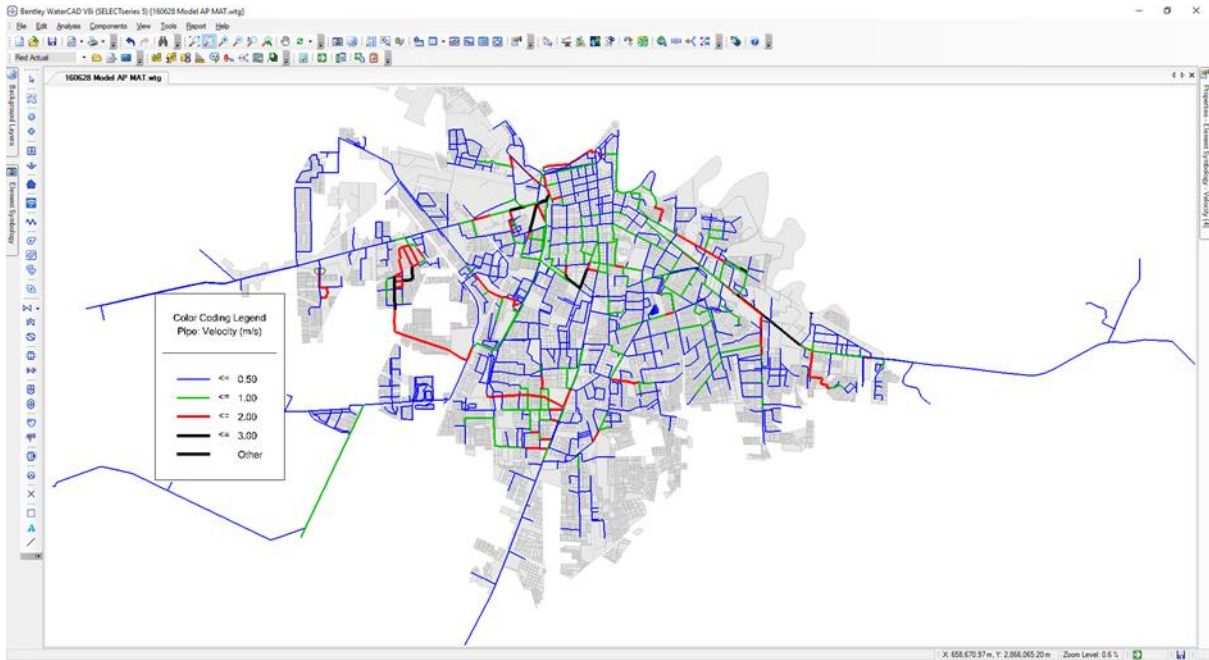


Figura 175. Velocidades en el sistema de distribución. Condiciones Actuales.

Los gastos que se presentan en el sistema de distribución están relacionados con la velocidad y los diámetros de las tuberías. En la figura siguiente se muestra la distribución de caudales en el sistema.

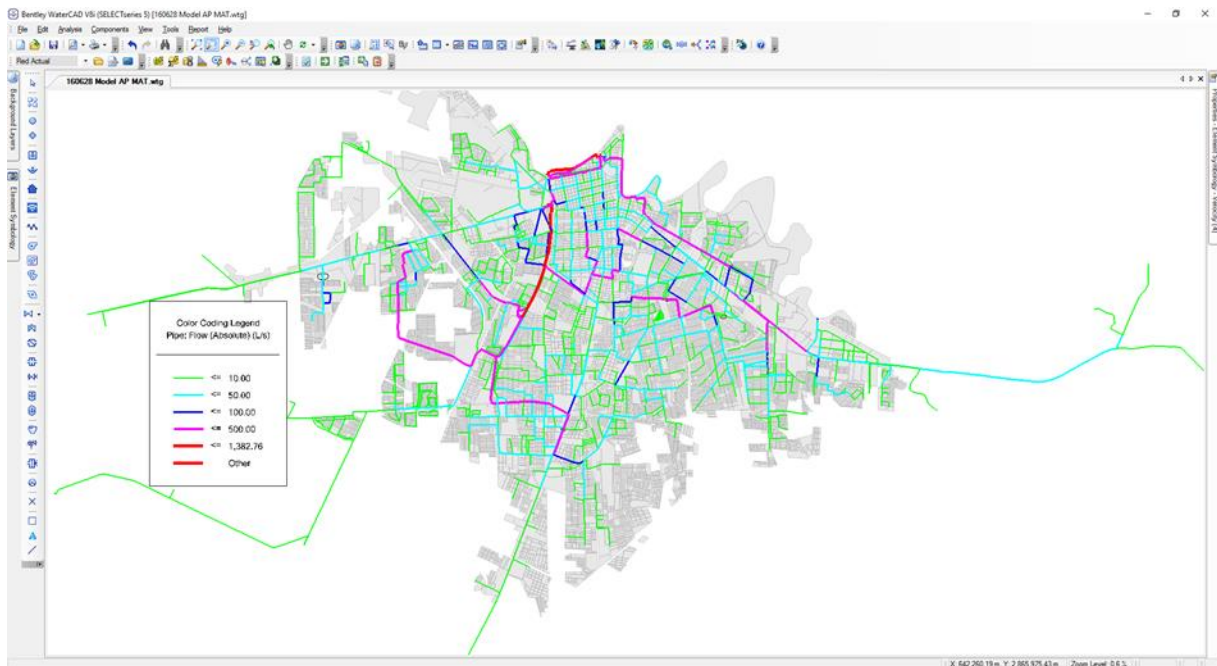


Figura 176. Gastos en el sistema de distribución. Condiciones Actuales.

Los resultados de la simulación en condiciones actuales para los nodos muestran variaciones de presión importantes, ya que se tienen zonas con presiones de más de 50 metros de columna de agua,



principalmente cerca de las estaciones de bombeo, pero también hay zonas con presiones menores a los 10 metros de columna de agua.

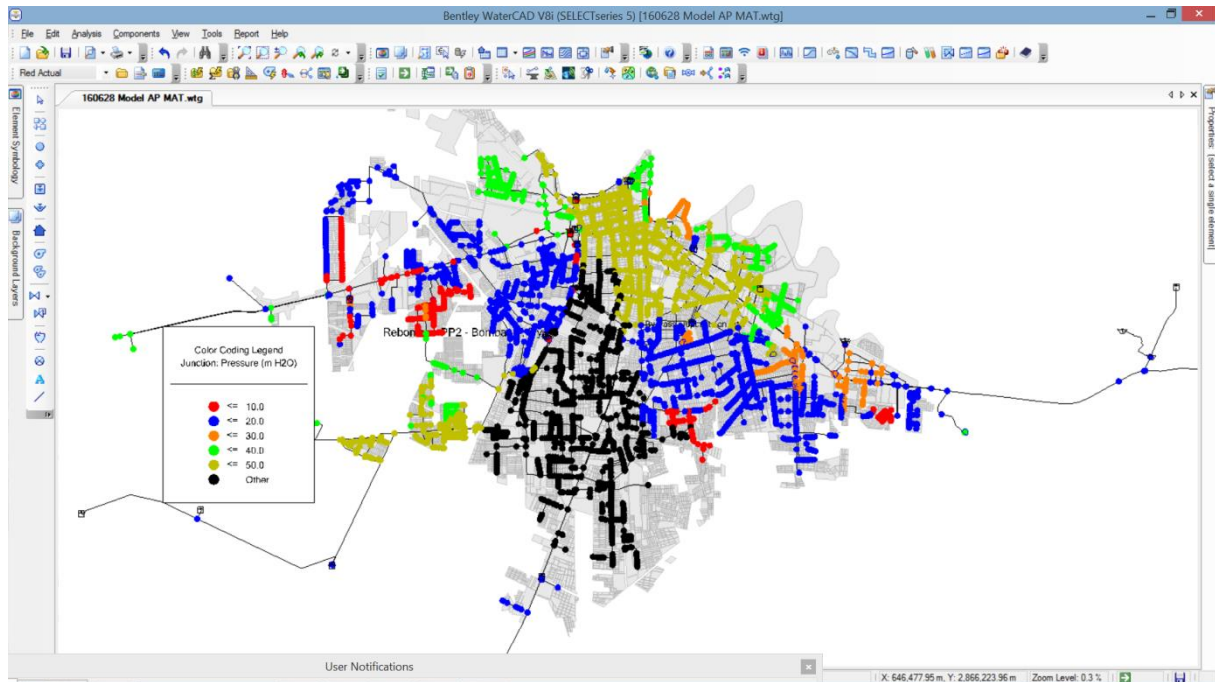


Figura 177. Presiones en el sistema de distribución. Condiciones Actuales.

Esta distribución de presiones en el sistema, es el resultado de contar con bombes directos a la red de distribución y una falta de sectorización bien delimitada. Los bombes directos a red no son recomendables porque se tienen variaciones significativas en las presiones, lo que provoca que se incremente la incidencia de fugas, sobre todo en los puntos en donde se tienen las conexiones de las tomas domiciliarias.

Continuando con la evaluación de los resultados de la simulación en condiciones actuales, y en lo que respecta a las bombas, éstas se simularon con un sólo elemento en cada estación de bombeo, y para calcular la potencia teórica instalada se consideró una eficiencia del 50% en todas las bombas.

En la siguiente tabla se indican los equipos de bombeo, con sus datos de carga y caudal, así como la eficiencia y finalmente la potencia de la bomba, en caballos de fuerza.

Tabla 128. Datos de las bombas. Condiciones Actuales.

Bomba	Nombre	Elev Bomba (m)	Estado (Inicial)	Gasto (L/s)	Carga (m)	Efic (%)	Potencia Bomba (HP)
Reb_01_PP1	Reb. 7 y Tamaulipas	9.48	On	215.88	9.55	50	54.3
Reb_02_PP1	Reb. P.P.1 (Casa Poniente)	8.8	On	227.67	47.28	50	283.2
Reb_03_PP1	Reb. P.P.1 (Bomba C7)	8.49	On	9.45	29.97	50	7.4
Reb_04_PP1	Reb. P.P. 1 Casa Oriente 1	8.8	On	41.76	29.98	50	32.9
Reb_05_PP1	Reb. P.P.1 Casa Oriente 2 Alto Rendimiento	8.9	On	324.8	44.07	50	376.6
Reb_06_PP1	Reb. 21 y Glez.	8.5	On	1,227.74	0.5	50	16.1
Reb_07_PPP1	Reb. Jesús Urquiza (TEF-02 Bomba)	9.75	On	6.17	7.86	50	1.3



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Bomba	Nombre	Elev Bomba (m)	Estado (Inicial)	Gasto (L/s)	Carga (m)	Efic (%)	Potencia Bomba (HP)
Reb_08_PP2	Reb. Ceferezo	9.72	On	10	25	50	6.6
Reb_09_PP2	Reb. Ejido La Ventana	9.61	On	5	10	50	1.3
Reb_10_PP2	Reb. Presidentes	10.06	On	25.04	14.7	50	9.7
Reb_13_PP2	Reb. P.P.2 (Bomba 11)	8.72	On	238.96	43.52	50	273.6
Reb_14_PP2	Reb. P.P.2 (Bomba 1,2 y 3)	8.71	On	276.91	81.43	50	593.3
Reb_15_PP2	Reb. P.P.2 (Bomba 5 y 6)	8	On	232.22	17.56	50	107.3
Reb_16_PP2	Reb. P.P. (Bomba 4,7,8,9 y 10)	8.5	On	470.48	67.23	50	832.3
Reb_17_PP2	Reb. PP2 Agua Cruda	7.45	On	1,227.74	1.32	50	42.6
Reb_20_PP1	Reb. Portales	8.33	On	6.25	12.43	50	2.0
Reb_21_PP1	Reb. Praderas	7.9	On	9.16	10.53	50	2.5
Reb_22_PP1	Reb. Palo Verde	7.51	On	11.94	10.03	50	3.2
Reb_23_PPP2	Reb. Cd. Ind. 1	6.9	On	117.37	10.65	50	32.9
Reb_24_PPP2	Reb. Cd. Ind. 2	6.92	On	117.37	10.65	50	32.9
Reb_26_PPP2	Reb. Tecolote	7.5	On	2	20	50	1.1
Reb_27_PP2	Reb. Las Vacas	6.38	On	8.48	1.87	50	0.4
Reb_28_PP2	Reb. Ejido La Venada	7.95	On	7.56	8.58	50	1.7
Reb_29_PP2	Reb. Los Ejidos	7.35	On	2	12.63	50	0.7
Reb_30_PP1	Reb. López Mateos	9.15	On	29.57	1.21	50	0.9
Reb_31_PP2	Equipo 1,2 y 3	8.56	On	1,382.76	1.39	50	50.5
Reb_32_PP1	Equipo 4 y 5	8.66	On	695.87	11.76	50	215.2

También, para cada una de las bombas se obtuvieron sus gráficos de operación en donde puede observarse la curva que relaciona un gasto con un caudal, y la línea de operación que está sucediendo en el momento del análisis hidráulico.

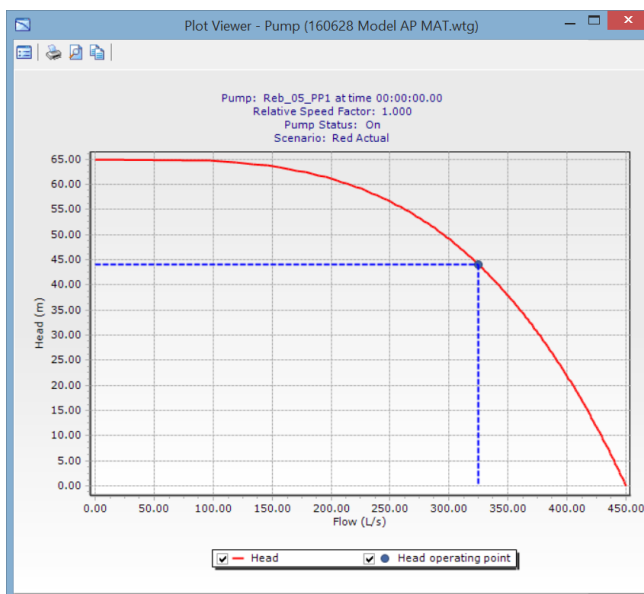


Figura 178. Curva de la bomba con punto de operación. Condiciones Actuales.



En la siguiente figura se hace un rastreo hacia aguas abajo de la estación de bombeo de las bombas 1, 2 y 3 que están en la Planta Potabilizadora 2.

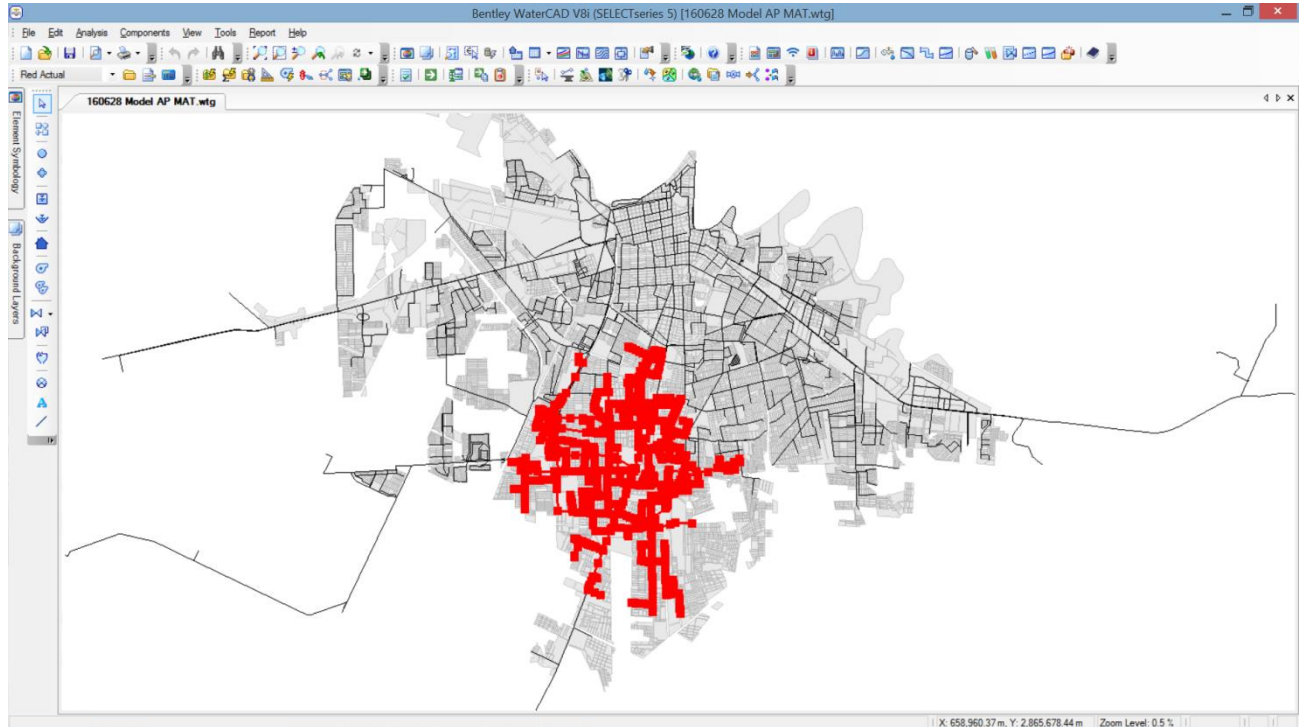


Figura 179. Rastreo aguas abajo de PP2, bombas 1, 2 y 3. Condiciones Actuales.

Se puede observar que la estación de bombeo que comprende las bombas 1, 2 y 3, inyecta el agua directamente a la red de distribución. Y así como se encuentra esta estación de bombeo, toda la red está sufriendo los cambios de presión por los paros y arranques de estos equipos. La zona marcada en esta figura es una de las zonas que cuenta con las presiones más altas en el sistema.

En el presente trabajo se estará proponiendo la sectorización de la red de distribución, mediante la implementación de bombeos directos a tanques, sin conexiones a red, con lo que se estarán mejorando las condiciones de presión del sistema, debido a que los tanques proporcionan una presión constante o con variaciones mínimas, además de la instalación de válvulas de corte para delimitar hidráulicamente cada uno de los sectores. Este trabajo se estará describiendo en capítulos posteriores

Con el propósito de que sean más entendibles y precisos los resultados obtenidos en la modelación en condiciones actuales del sistema de agua potable que opera la JAD en Matamoros, se presenta a continuación dichos resultados en tablas y planos.

En primer lugar se presenta la situación que prevalece en cuanto a los gradientes hidráulicos de dichas líneas, que exponen el nivel de pérdidas por fricción que se tienen, las cuales dependen del gasto que se bombea, del diámetro del conducto y del material que determina el grado de resistencia que ponen las paredes de los tubos al flujo del agua (coeficiente de rugosidad). En la siguiente figura y tabla se presenta la longitud de las líneas analizadas en el modelo agrupadas por niveles de gradientes hidráulicos.

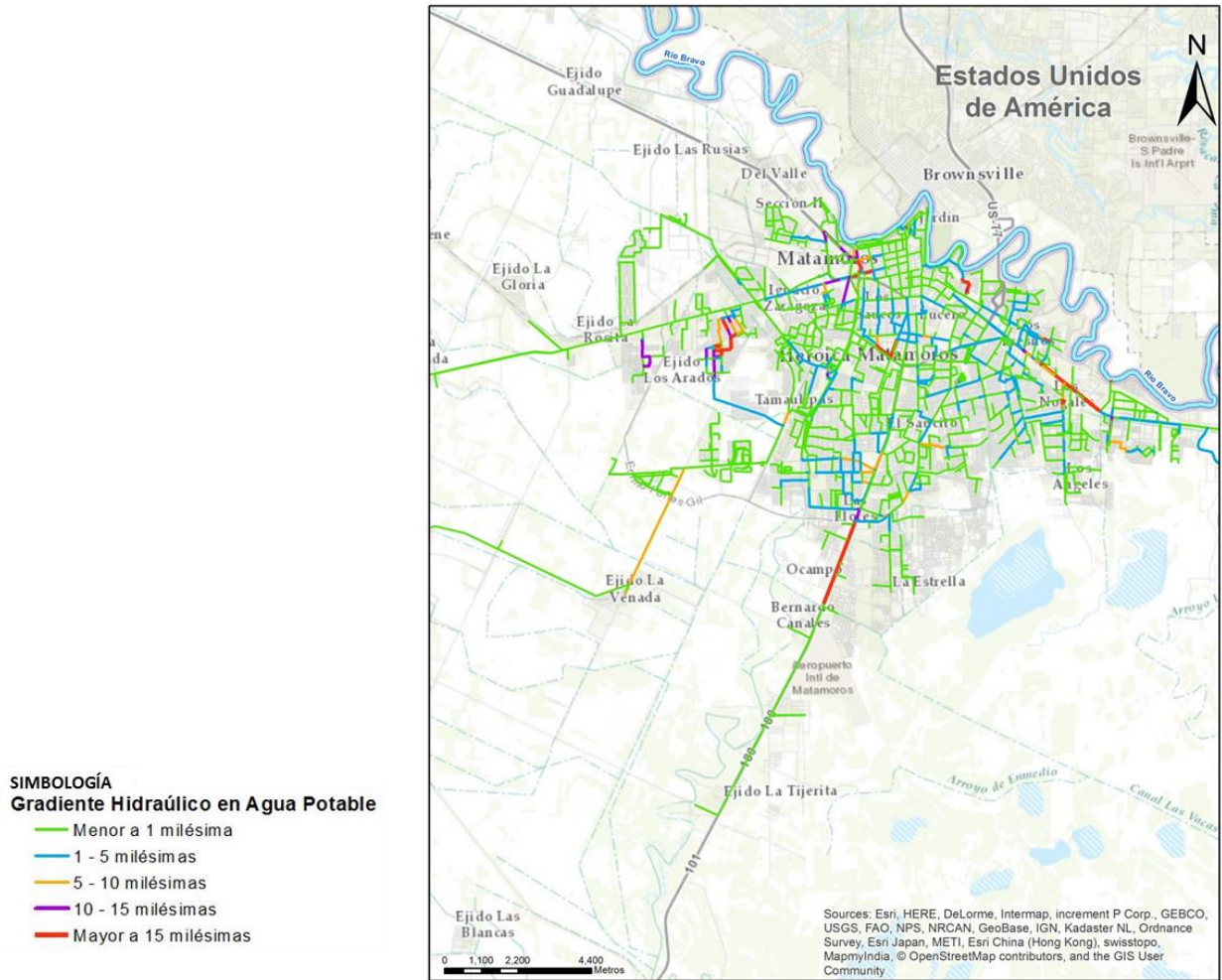


Figura 180. Gradientes hidráulicos en las líneas de impulsión

Tabla 129. Gradientes hidráulicos en las Líneas principales

Gradiente Hidráulico	Longitud (km)	%
Menor a 1 milésima	424.37	77.5%
1 a 5 milésimas	88.38	16.1%
De 5 a 10 milésimas	16.58	3.0%
10 a 15 milésimas	7.53	1.4%
Mayor a 15 milésimas	10.65	1.9%
TOTAL	547.52	100.0%

De la tabla anterior se observa que 424 Km de las líneas principales (78%) tienen un gradiente hidráulico de menos de 1 milésima, lo que representa que se pierde por fricción 1 metro por cada kilómetro, lo cual es un valor muy aceptable y significa que el diámetro de las líneas es el adecuado, así como el material, pero también existen 105 Km (19%) de líneas que presentan un gradiente hidráulico de entre 1 a 10 milésimas, lo que representa que se pierde por fricción de 1 a 10 metros por cada kilómetro de línea, lo cual es un valor no muy aceptable y significa que el diámetro pudiera no ser el adecuado para el gasto que se transporta y



que muy probablemente sean de A-C con un coeficiente de rugosidad mayor y por último existen 18.2 Km (3%) de las líneas que se pierde por fricción de 10 a 15 metros por cada kilómetro de línea, lo cual es un valor nada aceptable y significa que el diámetro no es el adecuado para el gasto que se transporta y que muy probablemente sean de Fo.Fo. con alto grado de incrustaciones lo que genera que se incremente la resistencia al flujo del agua provocando una mayor pérdida de carga (presión).

En segundo lugar se presenta la situación que prevalece en cuanto a las presiones que se manejan en la red conforme a la operación actual, que se basa en bombes a partir de los tanques de agua clara de las plantas potabilizadoras hacia algunos tanques de regulación y por otro lado en bombes directos a la red de distribución.

Dicha situación se generó a partir de los resultados del modelo de simulación, el cual se ajustó en gabinete para tratar de igual las presiones que se nos había informado existían en los sectores de distribución, ya que no estaba prevista en el contrato la calibración del mismo con trabajos de mediciones en campo, motivo por el cual los resultados deben tomarse con las reservas del caso, además de que se realizó porque así estaba establecido en los alcances una modelación estática y no dinámica que considera esta última el comportamiento de la demanda horaria.

Tabla 130. Presiones en la red de acuerdo al modelo de simulación

Zonas de Presión (mca)	Longitud de la tubería		Superficie	
	(km)	%	(ha)	%
Menor a 0	6.22	1.1%	118.3	0.9%
0 a 10 mca	44.78	8.2%	1,020.5	7.9%
10 a 15 mca	106.30	19.4%	2,410.7	18.7%
15 a 20 mca	93.11	17.0%	2,674.4	20.8%
20 a 30 mca	25.76	4.7%	480.9	3.7%
Mayor a 30 mca	271.36	49.6%	6,180.3	48.0%
TOTAL	547.52	100.0%	12,885.3	100.0%

Estas dos situaciones son realmente el problema que presenta el sistema de agua potable, que debido a que existen tuberías con diámetros y materiales inadecuados se genera una gran pérdida de carga que provoca que no el agua llegue a los puntos más alejados o altos con mínimas presiones o en algunos casos que no llegue, obligando a la JAD a proporcionar el servicio tandeado, llevando a cabo maniobras en las válvulas para permitir que el agua bajo otra condición de operación si llegue a estos puntos alejados y elevados con respecto a las plantas potabilizadoras y en particular a la planta potabilizadora No. 1.

Por último se presentan los resultados de la capacidad de los equipos de bombeo (hp) calculadas con el modelo de simulación para bombear el gasto máximo diario en las condiciones actuales de cada estación de bombeo, partiendo de la suposición de que los equipos que están instalados deben tener una eficiencia electromecánica del orden del 60%. Lo anterior se requirió calcular debido a la falta de información por parte de la JAD en cuanto a los equipos instalados en sus estaciones de bombeo.

Además se presenta el cálculo del consumo en kWh a partir de la suposición de que el equipo opera las 24 horas del día, así como el costo al año de energía eléctrica.



Tabla 131. Consumos de kWh y Energía eléctrica de las EB

No.	ID	Nombre	Stat us	Elevación (m s.n.m)	Datos (SewerGEMS)			Potencias y Costos de Operación		
					Gasto Máximo Diario (L/s)	Carga Dinámica Total (m)	Eficie ncia	Potencia Simulaci ón (hp)	Consumo E.E. Equipo 1 (kWh)	Importe facturado \$/día
1	R1	Reb. 7 y Tamaulipas	OP.	9.50	215.9	9.60	60%	45	295,261	539,568
2	R2	Reb. P.P.1 (Casa Poniente)	OP	8.80	306.3	43.70	60%	294	1,917,239	3,191,733
3	R3	Reb. P.P.1 (Bomba C7)	OP	8.50	9.5	30.00	60%	6	40,500	71,359
4	R4	Reb. P.P. 1 Casa Oriente 1	OP	8.80	41.8	30.00	60%	27	178,986	301,613
5	R5	Reb. P.P.1 Casa Oriente 2 Alto Rendimiento	OP	8.90	324.8	44.10	60%	314	2,049,846	3,412,212
6	R6	Reb. 21 y Glez.	OP	8.50	1,227.7	0.50	60%	13	87,533	149,559
7	R7	Reb. Jesús Urquiza (TEF-02 Bomba)	OP	9.80	21.6	10.20	60%	5	31,355	56,154
8	R8	Reb. Ceferezo	OP	9.70	10.0	25.00	60%	6	35,928	63,756
9	R9	Reb. Ejido La Ventana	OP	9.60	5.0	10.00	60%	1	7,186	15,968
10	R10	Reb. Presidentes	OP	10.10	24.8	14.90	60%	8	52,912	91,995
11	R13	Reb. P.P.2 (Bomba 11)	OP	8.70	237.1	43.80	60%	228	1,486,759	2,475,991
12	R14	Reb. P.P.2 (Bomba 1,2 y 3)	OP	8.70	319.7	77.00	60%	540	3,527,459	5,868,977
13	R15	Reb. P.P.2 (Bomba 5 y 6)	OP	8.00	233.6	17.50	60%	90	585,297	977,169
14	R16	Reb. P.P. (Bomba 4,7,8,9 y 10)	OP	8.50	486.9	63.50	60%	677	4,425,002	7,361,283
15	R17	Reb. PP2 Agua Cruda	OP	7.50	1,227.7	1.30	60%	36	231,898	389,587
16	R19	Reb. T.E. No. 2 (TE-02 Bomba Emergente)	F.O	7.30	0.0	0.00	60%	0	0	4,021
17	R20	Reb. Portales	OP	8.30	6.3	12.40	60%	2	11,105	22,484
18	R21	Reb. Praderas	OP	7.90	9.2	10.50	60%	2	13,718	26,829
19	R22	Reb. Palo Verde	OP	7.50	11.9	10.00	60%	3	16,984	32,259
20	R23	Reb. Cd. Ind. 1	OP	6.90	117.4	10.70	60%	27	178,986	301,613
21	R24	Reb. Cd. Ind. 2	OP	6.90	117.4	10.70	60%	27	178,986	301,613
22	R26	Reb. Tecolote	OP	7.50	2.0	20.00	60%	1	5,879	13,796
23	R27	Reb. Las Vacas	OP	6.40	4.9	5.10	60%	1	3,266	9,451
24	R28	Reb. Ejido La Venada	OP	8.00	7.6	8.50	60%	1	9,145	19,226
25	R29	Reb. Los Ejidos	OP	7.40	2.0	10.00	60%	0.4	2,613	8,365
26	R30	Reb. López Mateos	OP	9.20	29.6	1.20	60%	1	5,226	12,710
27		Equipo 1,2 y 3	OP	8.60	1,382.8	1.40	60%	42	275,011	461,270
28		Equipo 4 y 5	OP	8.70	695.9	11.80	60%	179	1,171,900	1,952,490
Total					7,079.4			2,576	16,825,981	28,133,053

Como se observa en la tabla anterior para bombear el gasto máximo diario de las estaciones de bombeo que forman parte esencial del sistema de agua potable de la ciudad de Matamoros, se requiere de equipos por un total de 2,576 HP, los cuales estarían consumiendo un total de 16, 825,981 kWh al año, lo que representa un gasto por concepto de energía eléctrica de \$28.13 millones de pesos al año.



Para mayor detalle de los cálculos efectuados en las demandas por zonas de influencia y la modelación de agua potable en condiciones actuales en WaterGEMS, consultar los anexos 4 y 9.

2.4.2. Alcantarillado

Cobertura

Para la definición y determinación de la cobertura de alcantarillado de la ciudad de Matamoros, se partió de los resultados definitivos del XII Censo de Población y Vivienda del INEGI 2010 publicados en Marzo del 2011. Es por esto que resulta conveniente hacer referencia en esta parte del informe de las claves que emplea el INEGI, con sus respectivas descripciones, respecto a los indicadores involucrados en la determinación de la cobertura de alcantarillado.

- VIVPAR_HAB.- Viviendas particulares habitadas de cualquier clase: casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto en azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, refugios o clase no especificada. Excluye a las viviendas particulares sin información de ocupantes.
- PROM_OCUP.- Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas, que resulta de dividir el número de personas que residen en viviendas particulares habitadas, entre el número de esas viviendas.
- VPH_DRENAJ.- Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje conectado a la red pública, fosa séptica, barranca, grieta, río, lago o mar.
- VPH_NODREN.- Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje.

Del análisis de esta información se desprende que de acuerdo con los resultados del XII Censo de Población y Vivienda INEGI 2010, la ciudad de Matamoros contaba en el año 2010 con una población de 449,815 habitantes, que habitaban en 119,924 viviendas.

Tabla 132. Población y viviendas del Centro de Población de la Ciudad de Matamoros, según datos oficiales del INEGI

No.	Ciudad de Matamoros	Viviendas Particulares Habitadas 2010	Población 2010
1	Matamoros	119,924	449,815
Total		119,924	449,815

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

Tabla 133. Cobertura de drenaje según datos oficiales del INEGI

No.	Ciudad de Matamoros	Cobertura (%)			
		VIVPAR_HAB	VPH_DRENAJ	VPH_NODREN	Cobertura Drenaje
1	Matamoros	119,924	112,307	5,781	93.6%
Total		119,924	112,307	5,781	93.6%

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

En la tabla anterior se observa que en el año 2010 en la ciudad de Matamoros la cobertura de drenaje conectado a la red pública, fosa séptica, barranca, grieta, río, lago o mar, era del 93.6%, que es un valor



superior a la cobertura media nacional urbana de alcantarillado (90.5%) y la estatal para Tamaulipas (88.5%) para diciembre 2011 (Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, CONAGUA Edición 2013).

De esta forma se tiene que en la ciudad de Matamoros de las 119,924 viviendas habitadas existen 5,781 viviendas (6.4%) que no cuentan con drenaje. No obstante, este porcentaje podría aumentar si sólo se contabilizarán las viviendas que están conectadas formalmente al alcantarillado sanitario.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la cobertura del servicio de drenaje de la Ciudad de Matamoros de acuerdo con los datos oficiales de INEGI.

Tabla 134. Cobertura de drenaje según datos oficiales de INEGI

Nombre de ciudad	Población 2010	Cobertura (%)		Población	
		Con Drenaje	Sin Drenaje	Con Drenaje	Sin Drenaje
Ciudad de Matamoros	449,815	93.6%	6.4%	421,245	28,570

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

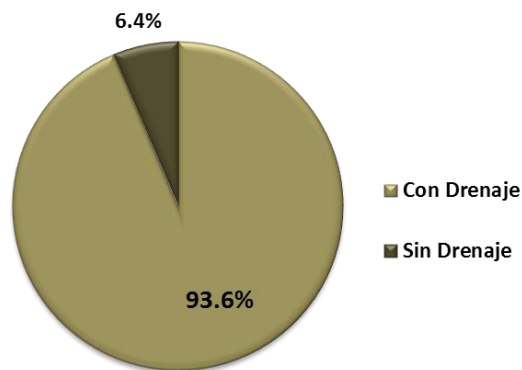


Figura 181. Cobertura del servicio de drenaje en la ciudad de Matamoros, Tamp.

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010

A continuación se presenta los datos actualizados (2014) de las zonas que no cuentan con un sistema formal de recolección y alejamiento de las aguas negras que genera la población asentada en algunas colonias de la ciudad de Matamoros, Tamps, de acuerdo a la información proporcionada por la JAD.

Tabla 135. Cobertura en superficie del servicio de alcantarillado

Nombre	Superficie (Ha)
Con servicio de alcantarillado	8,801.61
Sin servicio de alcantarillado	851.76
Total	9,653.37



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

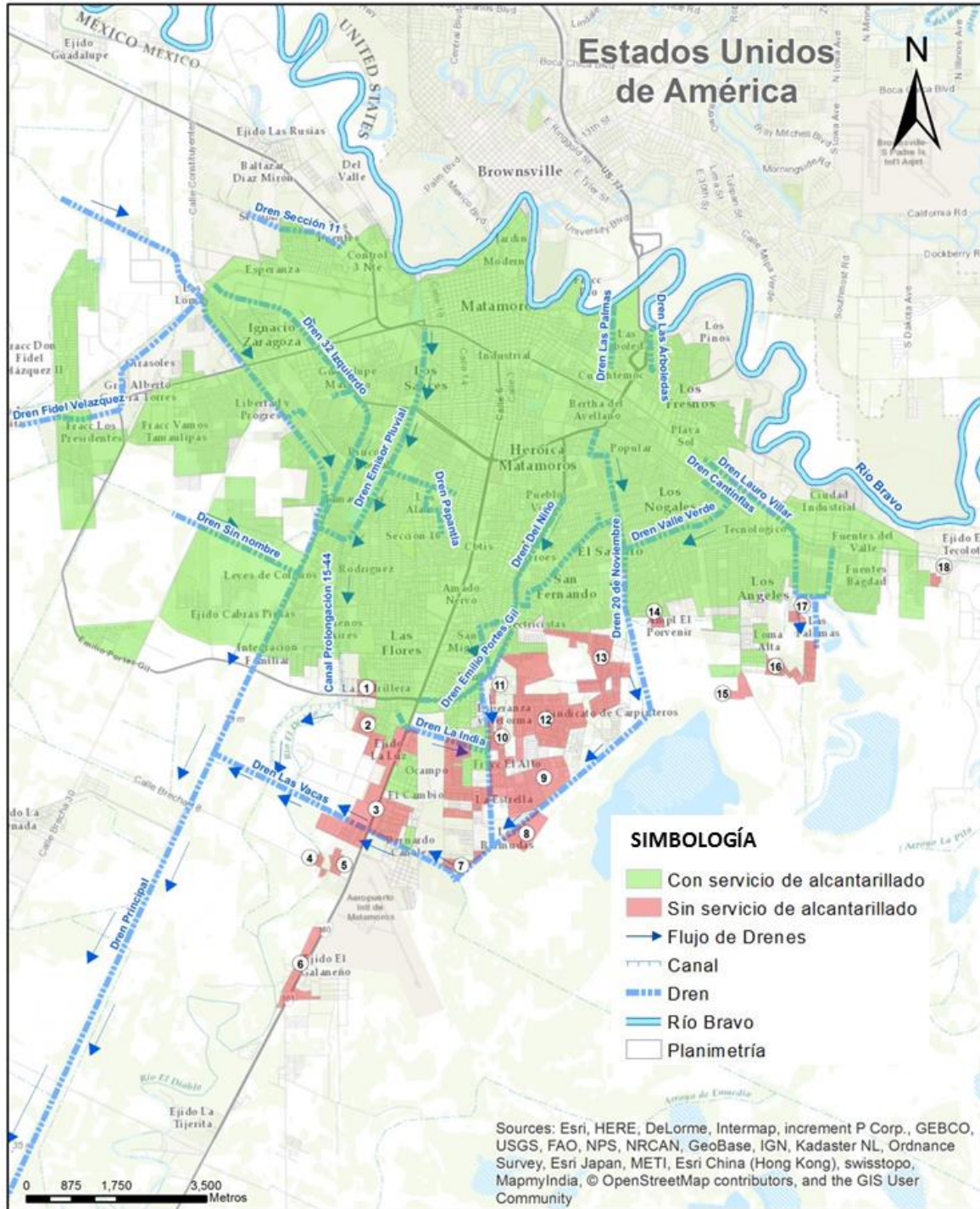


Figura 182. Cobertura del servicio de alcantarillado en Matamoros

En la siguiente tabla se presenta un listado de las 18 zonas marcadas en el plano anterior con color rojo, que no cuentan con el servicio de alcantarillado, con información de la superficie que ocupan en Ha., y la longitud de sus calles en Km, de acuerdo con la cartografía de la ciudad.



Tabla 136. Zonas sin servicio de alcantarillado

ID	Superficie (Has.)	Longitud de Eje calle (Km)
1	12.25	1.75
2	25.96	6.77
3	158.04	25.21
4	6.01	1.66
5	9.96	2.53
6	39.85	4.99
7	14.53	4.01
8	31.99	4.50
9	212.46	49.81
10	3.21	0.43
11	3.23	0.97
12	167.94	40.81
13	97.83	27.35
14	5.73	1.96
15	16.40	4.71
16	35.41	9.10
17	6.38	1.59
18	4.59	0.97
TOTAL	851.76	189.11

Redes de atarjeas

La red de atarjeas constituye un componente muy importante del sistema de recolección de las aguas residuales ya que es la parte que conecta las descargas domiciliarias con los colectores que concentran el agua residual para su conducción hasta el sitio de su disposición final, de esta forma se tiene que el sistema de alcantarillado residual inicia en la descarga domiciliar del albañal y termina en el vertido del agua residual a un cuerpo receptor propiedad de la Nación, previo tratamiento cuando esto sea necesario, para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente, según lo instituye la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

La red de atarjeas de la ciudad de Matamoros, Tamps. Tiene una cobertura elevada de más del 98%, con aproximadamente 1,073 Km de red, en diámetros que de 20, 25, 30, 38, 41 y 45 cm., de materiales como concreto simple, PVC y algunos pequeños tramos de PAD.

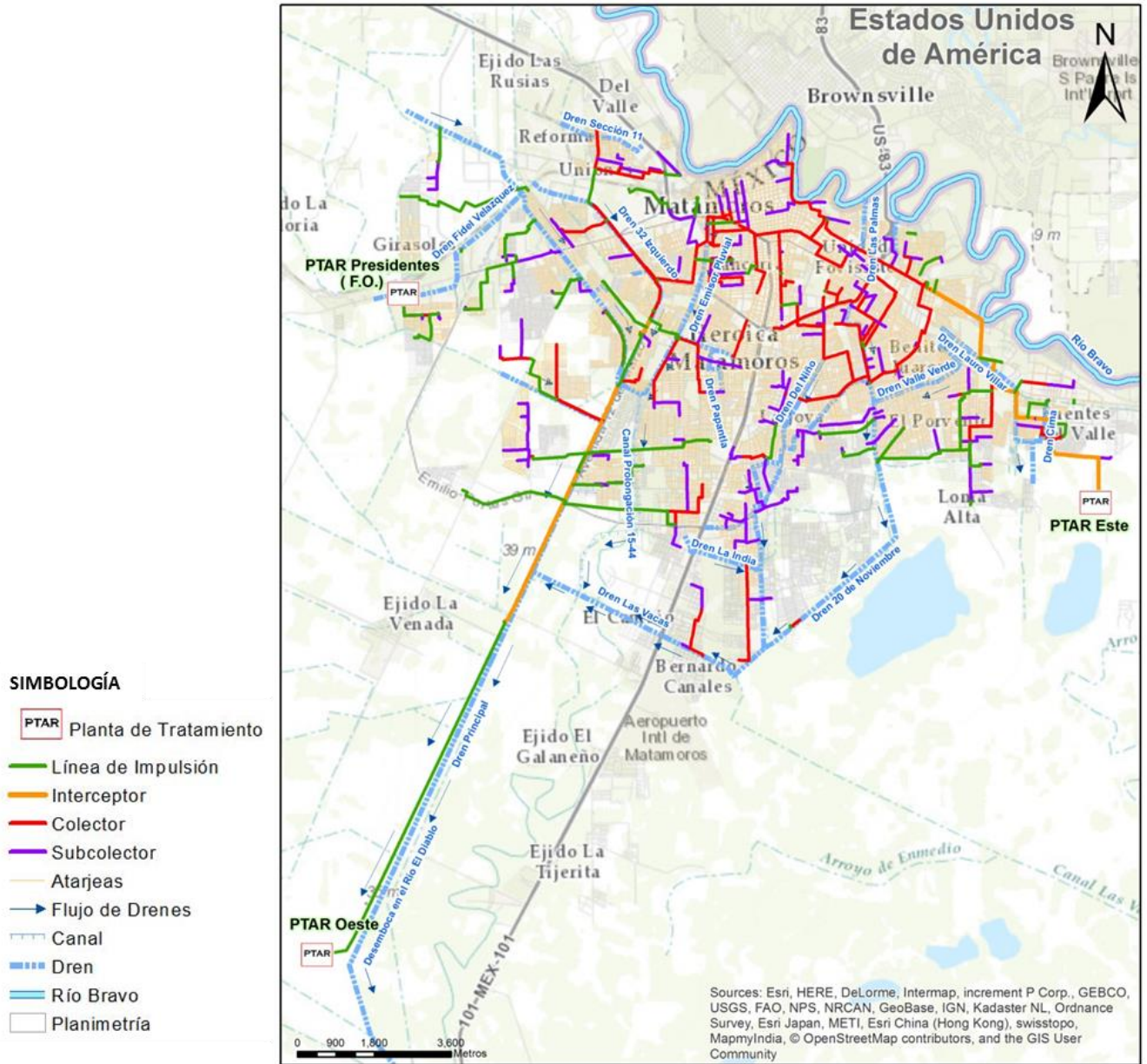


Figura 183. Red de atarjeas de la ciudad de Matamoros, Tamps.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las cantidades de tuberías que se tienen instaladas para recolectar el agua residual de los albañales de las descargas domiciliarias, en donde se puede observar que el 90% de las tuberías son de 20 cm (8") y el 7% son de 30 cm (12"), lo cual representa un serio problema de falta de capacidad en la red y asolvamiento en las líneas.

Tabla 137. Longitud de redes de atarjeas por diámetro

Nombre	Longitud (Km) de Diámetros (cm)						Total km
	20	25	30	38	41	45	
Atarjeas	963.42	6.40	75.75	26.92	0.14	0.60	1,073.23

En la siguiente figura se presenta un diagrama de flujo que representa el origen y las consecuencias de los problemas que se presentan en el sistema de drenaje de la ciudad de Matamoros, y principalmente en época de lluvias, según la información recabada con personal de la JAD:

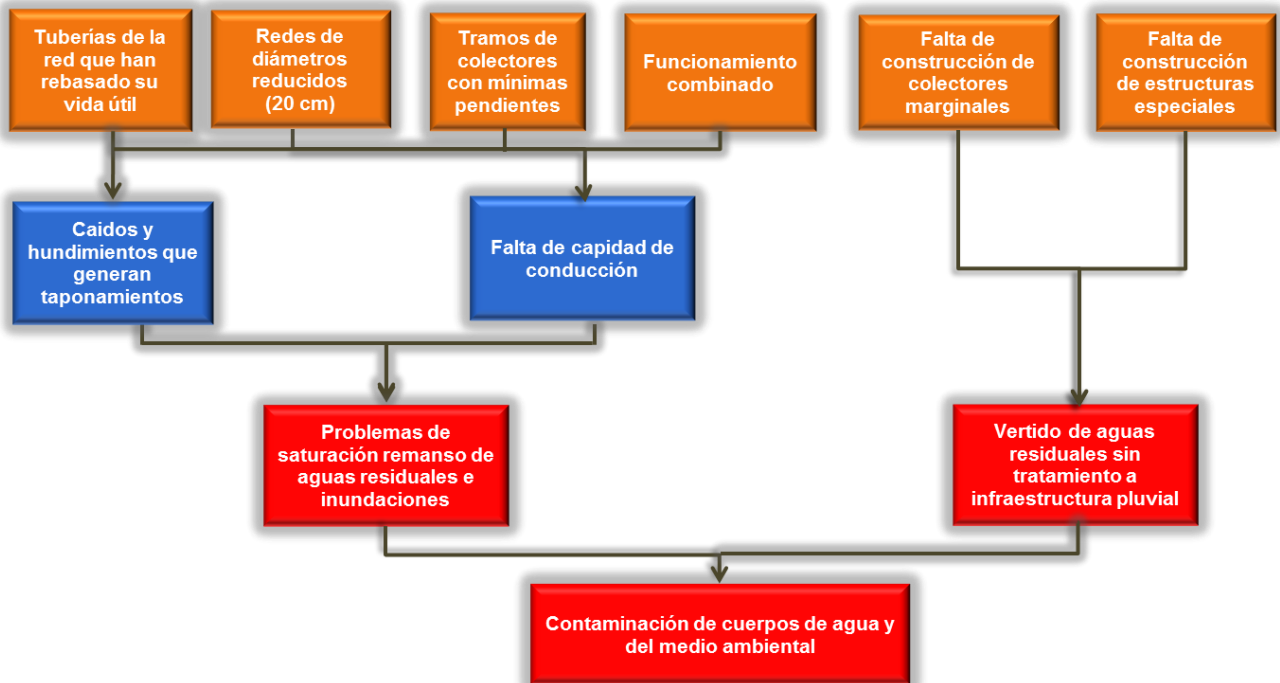


Figura 184. Fallas y consecuencias más comunes en el Sistema de Alcantarillado

De acuerdo con la figura anterior, se puede señalar que el grave problema que tiene el sistema de recolección de aguas residuales que opera la JAD es la saturación de las líneas, que generan remansos, desbordamientos en pozos y coladeras e inundaciones, estas últimas a veces producidas por la misma saturación y falta de capacidad de los conductos y en otras ocasiones producidas por la falta de equipos suficientes en las estaciones de bombeo para el desalojo del agua.

Como también se puede apreciar en la figura anterior, la causa de la saturación de las líneas de drenaje tiene tres orígenes:

1. Redes de drenaje que están limitadas en su capacidad de conducción, por los diámetros y las condiciones topográficas de la región, ya que se construyeron con mínimas pendientes que ahora restringen la capacidad de desalojo de las aguas residuales de colonias aledañas conectadas a esas tuberías.
2. Los caídos ocasionados por la corrosión en las claves de los tubos, producida en primer lugar por la antigüedad de los conductos y en segundo lugar por las bajas velocidades del flujo del agua debido a las reducidas pendientes con las que se construyeron, lo cual provoca una mayor exposición de las paredes de los tubos a los gases agresivos que generan la corrosión del concreto de las paredes de los tubos al grado de desaparecerlos, permitido el ingreso de tierra al conducto, sobre todo en



época de lluvias cuando se ablanda el material del subsuelo, lo cual genera taponamientos que a su vez forman remansos y desbordamientos en pozos y coladeras.

3. Tuberías instaladas con mínimas pendientes por la condición topográfica que tiene la ciudad, la cual presenta un desnivel no mayor a los 10 m entre la parte más alta a la parte más baja.

Por lo anterior se puede señalar que más del 80% de los pozos de visita del sistema de alcantarillado se encuentran saturados con una carga hidráulica que hace que trabajen a presión, además de que es imposible ver la clave y el arrastre de los tubos, situación en el sistema que ha ido aumentando año tras año por la falta de mantenimiento preventivo y correctivo a las redes de drenaje, como por la falta de programas intensivos y vastos de reparación de caídos y sustitución de tuberías deterioradas, sin demeritar las inversiones que la JAD ha ejercido para llevar a cabo algunas obras de sustituciones de tuberías colapsadas o muy deterioradas, llegando a sustituir a la fecha 60 Km de tuberías colapsadas.

La problemática está asociada a dos principales atributos de los tubos que son el material con los que están hechos y la antigüedad que tienen, siendo que esta última depende directamente de la primera. En la siguientes figuras y tabla se presenta información que la JAD proporcionó respecto a los materiales con los que están construidas las tuberías de la red de atarjeas, así como la antigüedad que tienen.

Tabla 138. Materiales y antigüedades de las red de atarjeas

Nombre	Longitud (Km) Material		Total km
	Concreto (Más de 30 años)	PVC (Menos de 30 años)	
Atarjeas	432.74	640.49	1,073.23

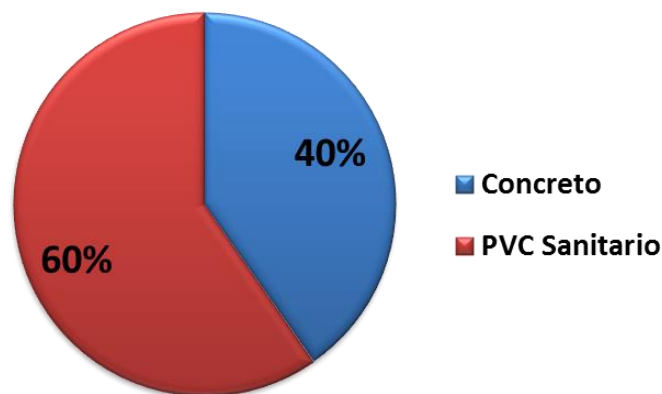


Figura 185. Composición de la red de atarjeas por material de las tuberías

En la siguientes figuras se presentan los planos de la ciudad identificando las zonas que tienen redes de drenaje construidas con concreto simple y reforzado, que además corresponden a las zonas con la infraestructura más antigua (de más de 30 años), así como la zona que tiene redes de drenaje construidas en su mayoría con tuberías de PVC Sanitario y PVC (líneas de impulsión), que al igual corresponden a las zonas con la infraestructura más reciente.

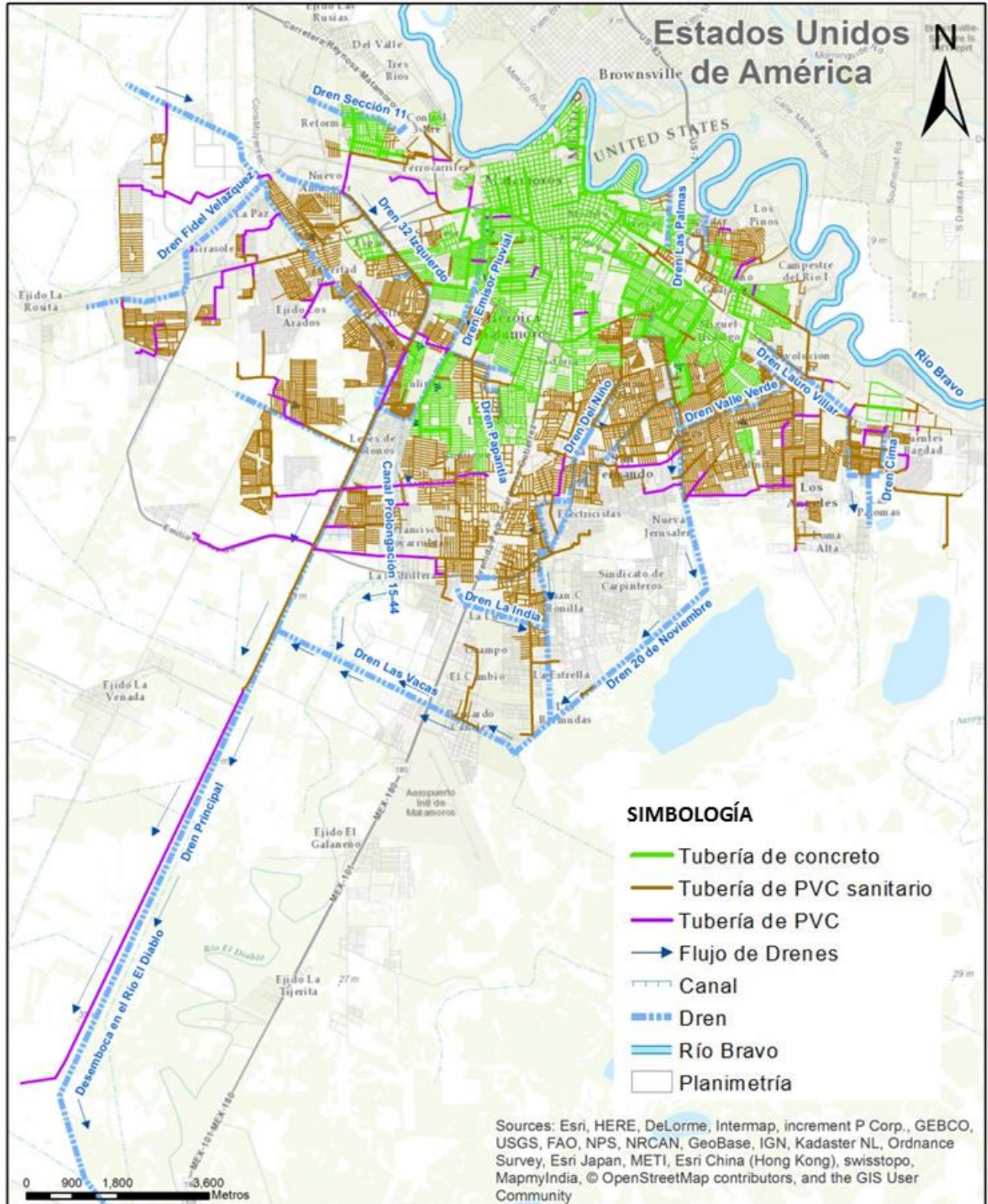


Figura 186. Materiales de las tuberías de alcantarillado

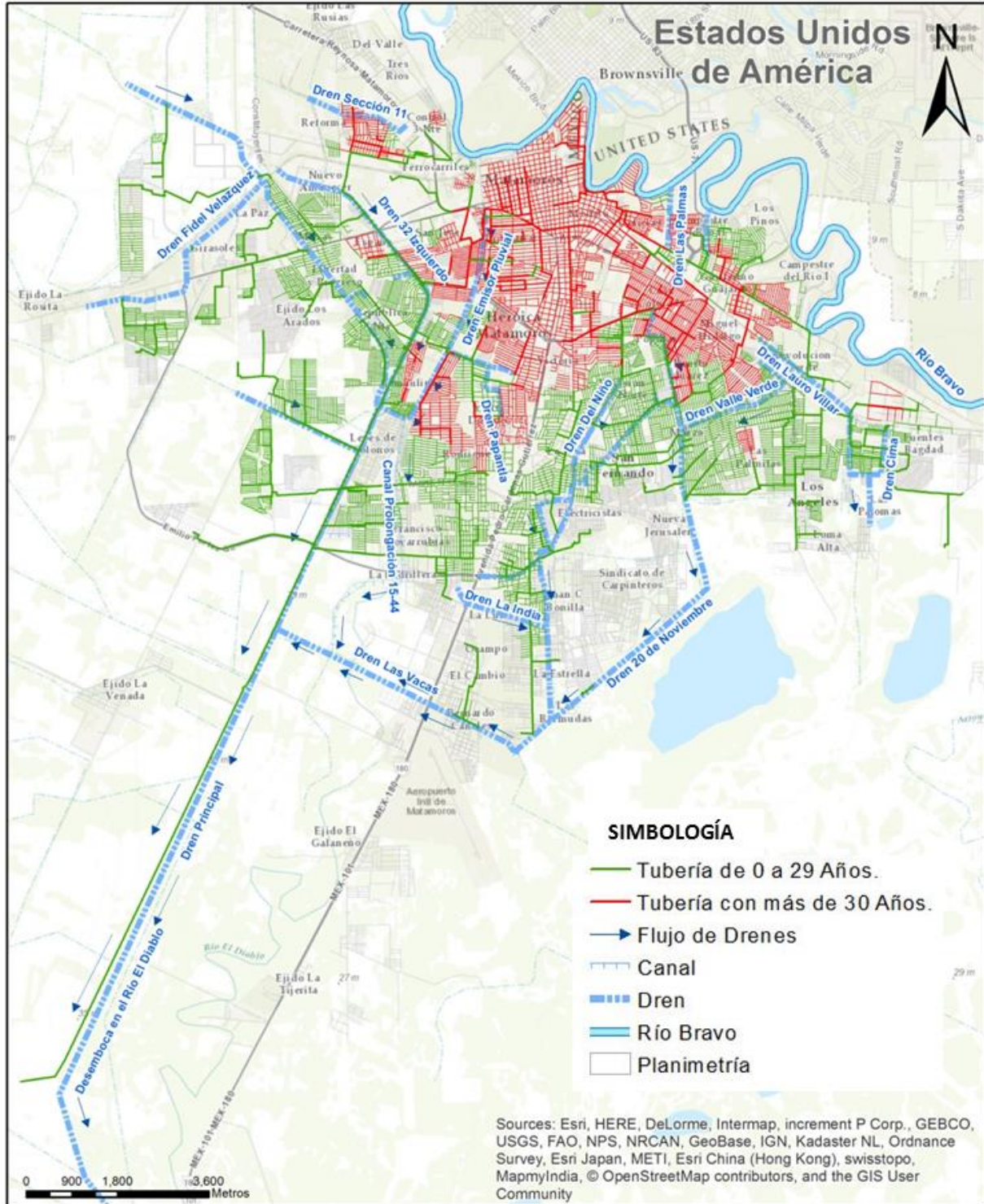


Figura 187. Antigüedad de las tuberías de alcantarillado

Como se puede apreciar el 40% de la red de atarjeas es de concreto simple o reforzado, misma que se encuentra instalada en 89 colonias de la ciudad, con una enorme probabilidad de que en ellas se presenten caídos y hundimientos.



En estas colonias donde existe tubería de concreto, en los años recientes se han llevado a cabo obras de rehabilitación de infraestructura (60 Km), quedando aún por rehabilitar más de 185 km de tuberías. Además dentro de la mancha urbana se tiene identificados tramos donde se han presentado caídos, los cuales no han podido ser atendidos por falta de recursos económicos, estos suman un total de 49.3 Km, y de los cuales se cuenta ya con 155 proyecto de rehabilitación en 63 colonias, que suman una longitud de 26.6 Km, faltando por realizar los proyecto y posteriormente las obra de 22.7 Km En la siguiente figura se presenta un plano de la ciudad identificando los tramos de tuberías del sistema de alcantarillado donde se han presentado caídos por el deterioro de la clave de las tuberías debido a los gases agresivos que generan la corrosión del concreto al estar estancada el agua por la falta de velocidad del agua debido a las mínimas pendientes con las que se construyeron las redes.

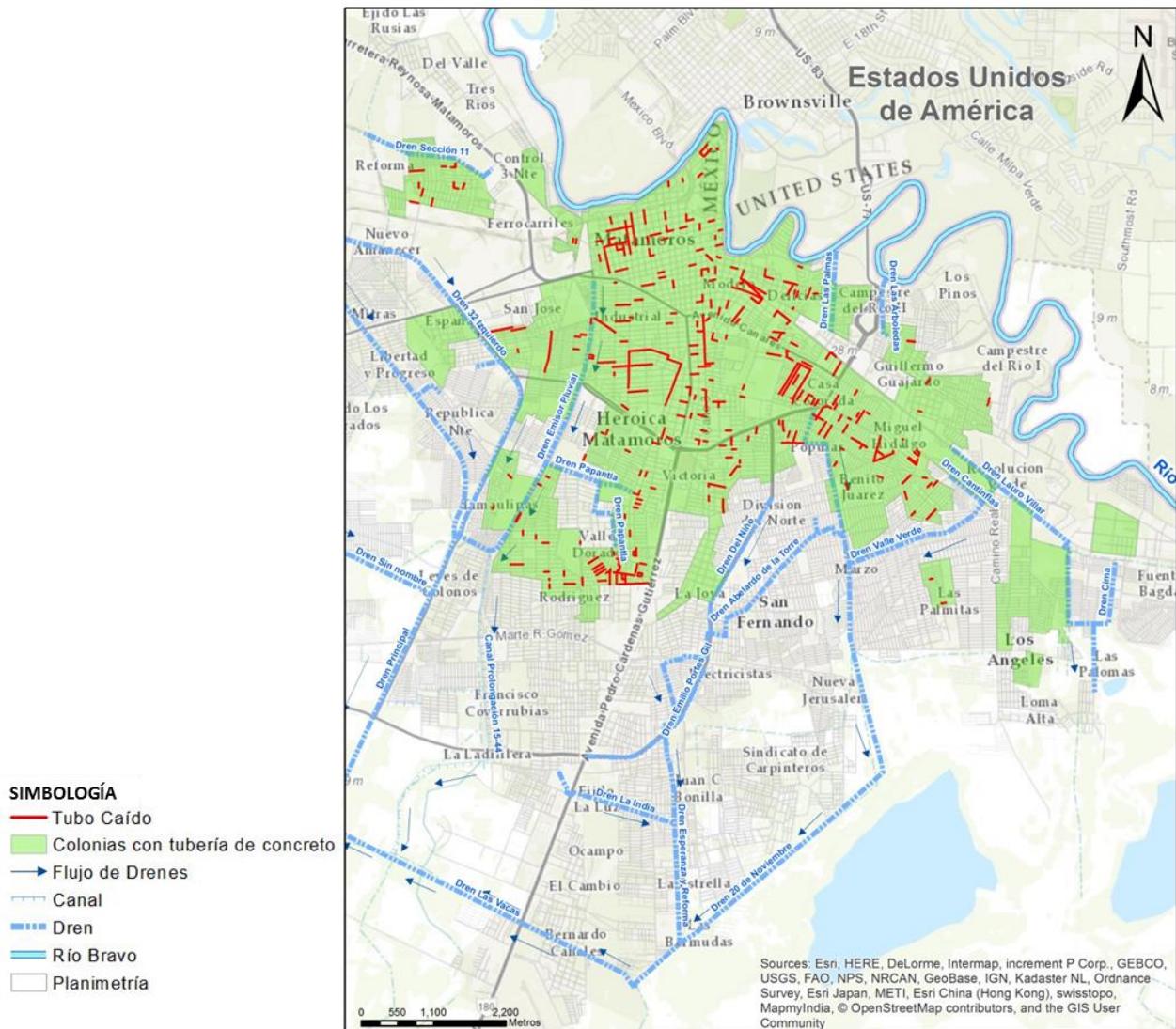


Figura 188. Localización de tuberías de drenaje donde se han presentado caídos

En la siguiente tabla se presenta por sector de contingencia (pluvial) el número de proyectos que se tienen para reparar los caídos en las colonias donde se han presentado.



Tabla 139. Caídos con proyectos de rehabilitación

Sector	Caídos	Longitud (m)
Sector 1	16	1,438.0
Sector 2	18	4,746.5
Sector 3	20	5,190.0
Sector 4	33	6,579.5
Sector 5	18	2,692.5
Sector 6	36	4,659.0
Sector 7	14	1,304.5
Total general	155	26,610.0

Por lo que se refiere al catastro de la infraestructura de alcantarillado con el que cuenta la JAD, este no tiene sistematizada su actualización conforme a las obras de rehabilitaciones y ampliación que se van realizando, por lo que se encuentra desactualizado, no conteniendo los nuevos fraccionamientos y colonias, estimándose que tiene una cobertura del 70% y una confiabilidad del 60% (no aceptable). De las deficiencias detectadas en su plano de catastro se tiene que faltan colectores, líneas de impulsión y redes de atarjeas, además no cuentan con información de cotas de brocal, plantillas y profundidades, así como algunas trayectorias están mal trazadas tanto de colectores como de líneas de impulsión, no están dibujadas las conexiones de los colectores y líneas de impulsión con las 60 estaciones de bombeo que operan y las 10 estaciones de bombeo que están fuera de operación, por otro lado las estructuras principales no tiene las coordenadas físicas reales y la cartografía no se encuentra proyectada en el sistema de coordenadas WGS_1984_UTM_Zone_14N, en resumen no es confiable en trayectorias y en información de tuberías, por lo que es necesario que se lleve a cabo la actualización y complemento del catastro basado en datos reales obtenidos en campo a fin de que sea confiable para estudios posteriores y la toma de decisiones para los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como los de rehabilitación y sustitución.

Por otro lado, al igual que para el caso de la red de agua potable, la JAD no proporcionó información de los reportes de los usuarios del servicio, lo único que entregó fue la relación de obras y acciones que realizaron en el 2014 como parte del mantenimiento a la red de drenaje de la ciudad de Matamoros.

Tabla 140. Mantenimiento a redes de alcantarillado

Acciones realizadas	Enero a dic.
Sondeo de registros de drenaje	12,876
Limpieza y sondeo de redes generales	2,162
Descargas instaladas	309
Limpieza de pozos de visita	431
Reposición de tapas y brocales	654
Bacheo en asfalto / concreto	1,077
Tapar pozo	419
Cargos técnicos	1,290

Sin embargo, se nos informó que se le da muy poco mantenimiento a las redes debido a que no se dan abasto con los camiones que tienen para atender los reportes de los usuarios, a los cuales sólo se les atiende sacando una parte del azolve del pozo, con la finalidad de que corra un poco el agua y deje de derramarse en la calle para luego retirarse a otros servicios originado por otras quejas de los usuarios. Por lo



regular sólo le bajan 50 cm de tirante al pozo para que la gente ya pueda descargar sus aguas residuales sin que se les regrese en sus coladeras.

Lo anterior se traduce que es mucha carga de trabajo para los dos camiones de desazolve con los que cuenta la JAD, razón por la cual no tienen un programa de mantenimiento ya que la carga de trabajo por los reportes de los usuarios les impide tener un tiempo para ejecutar mantenimiento preventivo - tienen más de 5 años funcionando de esa manera, sólo atendiendo las quejas diarias y acumuladas de los usuarios con los dos camiones con los que cuentan. Esto sin considerar que cuando un camión entra a reparación se tarda mucho tiempo en regresar a las calles a trabajar, ya que no autorizan las requisiciones por falta de dinero – se requiere de adquirir de más equipo de desazolve así como herramienta.

Además de que los tiraderos con los que cuentan son muy pocos y estos se localizan de lado Poniente de la ciudad, por lo que los camiones cuando trabajan de lado oriente de la ciudad tienen que llevar a cabo largos recorridos para tirar la carga, en detrimento del rendimiento ya que les quita mucho tiempo en los traslados, requiriendo de una organización, localización y tramite de permiso para poder tirar los lodos en algunos puntos estratégicos que les permita reducir los tiempos de traslado.

Considerando que más del 80% de los pozos trabajan ahogados, sin que se vea la clave de los tubos - la gente pide que con el trabajo de desazolve que hace la JAD le bajen 50 a 70 cm para que ellos puedan seguir sacando sus aguas negras al drenaje. Ahora en tramos donde hay caídos el trabajo de desazolve (bajar el nivel 50 cm) dura sólo media hora por que de inmediato se vuelve a llenar los pozos. - esto lo hacen solo para que la gente vea que se atendió el reporte.

Una gran cantidad de caídos no afloran a la superficie debido a que a la estructura del pavimento (base) le agregan sulfato de calcio para que endurezca y se vuelva como piedra (se petrifique), lo que le permite mantener hacia la superficie el pavimento sin daño, formándose en el subsuelo una caverna al irse desprendiendo el material que se encontraba encima del tubo. Estos caídos que no afloran a la superficie son localizados durante el trabajo de desazolve, cuando meten las mangueras, estas topan o hasta se llegan a atorar por que se salen del tubo roto y se van hacia las banquetas y cuando logran retirar las mangueras estas en las puntas traen lo que conocen como lodo virgen lo que confirma que hay un caído.

Cuando llevan a cabo las reparaciones de los caídos con la instalación de un tubo de PVC, en algunos casos no hay como conectarlo a la red existente porque esta se encuentra muy deteriorada y las paredes de los tubos casi han desaparecido o en ocasiones cuando se hace la misma excavación con la retroexcavadora, esta empieza a derrumbar la tubería hacia los lados del caído ya que las paredes son tan delgadas que con cualquier golpe de la maquina se vienen abajo. Lo anterior obliga a que la sustitución se haga de pozo a pozo (calles completas).

Las colonias donde se presenta más este grave problema son la zona Centro, el Mariano, sección XVI, Infonavit Buenavista, Sta. Elena Obrera, Popular, Las Américas, Jardín.

Por último, en cuanto a la vigilancia de la calidad de las aguas residuales descargadas al sistema municipal por parte de los usuarios no domésticos, entre los cuales se pueden mencionar a las industrias, los comercios y los servicios, la JAD no lleva a cabo ningún programa de muestreo y control, para dar cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos



permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Es necesario implementar dicho programa para prevenir y controlar la contaminación de las descargas de aguas residuales no domésticas que vierten a la red de drenaje y alcantarillado municipal, mediante la aplicación de la normatividad establecida para proteger y hacer más eficiente la infraestructura de recolección, conducción, pero sobre todo la de tratamiento a cargo de la JAD y coadyuvar al bienestar de la población de Matamoros.

En este sentido se puede señalar la conveniencia de poner en marcha el proyecto para la prevención y control de las descargas en la JAD, con personal, equipo y espacios adecuados, que permitan llevar a cabo los trabajos de vigilancia al 100% en el menor tiempo posible, ya que de no llevarse a cabo las verificaciones y posibles sanciones a los propietarios de las descargas no domésticas que incumplan la normatividad vigente, se corre el riesgo de no asegurar las condiciones de operación adecuadas de las PTAR.

Colectores y subcolectores

La red de subcolectores y colectores que conforman el sistema de alcantarillado residual, está constituida por tuberías de concreto y PVC sanitario con diámetros que van desde 20 hasta 152 cm, con una longitud que suman **136.7 km** En la siguiente tabla se muestran las longitudes, diámetros y materiales de la red de colectores y subcolectores.

Tabla 141. Red de colectores y subcolectores

Infraestructura	Longitud por diámetro (cm - Km)								Total
	20 a 30	38 a 51	61	76	91	107	122	152	
Colectores	0.92	4.81	31.78	17.43	8.73	1.24	5.36	0.98	71.24
Subcolectores	19.98	41.39	3.93	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	65.43
Suma	20.89	46.20	35.71	17.56	8.73	1.24	5.36	0.98	136.67

En la siguiente figura se presenta el trazo que siguen los colectores y subcolectores para ir interceptando todas las redes de drenaje de las colonias que conforman la mancha urbana, y que escurren hacia los diferentes cuerpos receptores donde vierten las aguas residuales sin tratamiento, que por lo regular son drenes pluviales y en otros casos escurren hacia los interceptores que conducen y alejan el agua hasta los sitios de emplazamiento de las PTARs:

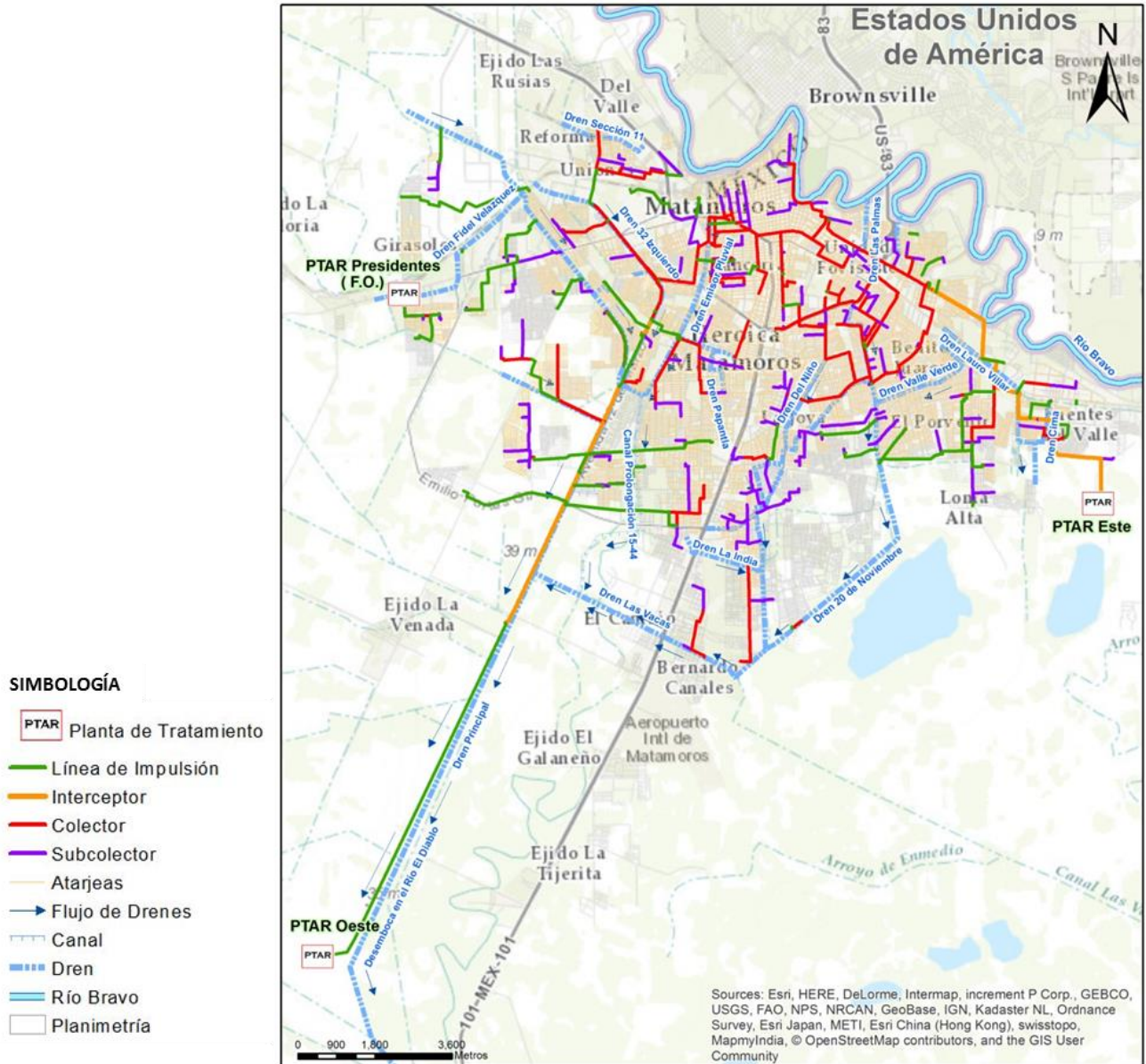


Figura 189. Trazo de colectores y subcolectores en Matamoros

En cuanto a los materiales de las tuberías de los colectores y subcolectores se tiene que el 40.2% es de concreto simple y reforzado que además corresponden a los colectores más antiguos (de más de 30 años) y 59.8% es de PVC, que corresponde a los colectores construidos más recientemente.

Tabla 142. Materiales y antigüedades de los colectores y subcolectores

Nombre	Longitud (Km) Material		Total km
	Concreto (Más de 30 años)	PVC Sanitario (Menos de 30 años)	
Colectores	35.75	35.49	61.69
Subcolectores	19.19	46.24	56.50
Suma	54.94	81.73	136.67



Por otro lado, el sistema de recolección y alejamiento del agua residual presenta algunos problemas de funcionamiento, que generan molestia a los usuarios del servicio y en algunos casos a los transeúntes de las vialidades, los cuales se describen a continuación:

1. Existen algunos colectores que se construyeron sin la previsión de un crecimiento considerable de la mancha urbana, por lo que han quedado rebasados en su capacidad de conducción, por el diámetro con el que se construyeron.
2. Existe una gran cantidad de colectores que por las condiciones topográficas de la región, se han profundizado, requiriendo de bombes aguas abajo para subir el agua residual hasta unos pozos a partir del cual se conduzca por gravedad hasta el sitio de disposición final o para descargarlo a un cuerpo receptor que por lo regular es un dren pluvial. Lo que origina que el adecuado funcionamiento del sistema de recolección dependa intrínsecamente de la correcta operación de las estaciones de bombeo, que a su vez dependen de la eficiencia y potencia de los equipos instalados en dichas estaciones, así como del mantenimiento que se le dé a los diferentes componentes, tanto electromecánicos como hidráulicos.
3. En los últimos años los colectores se saturan en época de lluvias, por la presencia de grandes volúmenes de agua, que tienen su explicación en que en las últimas décadas la ciudad de Matamoros ha crecido notablemente, lo cual se refleja en una expansión urbana, misma que ha ocasionado un incremento de las superficies ocupadas por construcciones y vialidades pavimentadas y la disminución de las áreas naturales de infiltración, por lo que los tiempos de concentración de los escurrimientos que generan las mayores tormentas en temporada de lluvias, se han reducido considerablemente, ocasionando avenidas de tránsito rápido, que descienden súbitamente por las cuestas lisas de las vialidades, ocasionando acumulaciones excesivas de agua en las partes bajas donde se localizan los colectores o porque son transportadas por los mismos subcolectores que interceptan los colectores marginales, ocasionando inundaciones en varias colonias y avenidas.
4. Existen algunos colectores que tienen problemas de corrosión en las claves de los tubos, debido a la antigüedad de los mismos, a las bajas velocidades del flujo del agua por las reducidas pendientes con las que se construyeron, que provocan una mayor exposición de las paredes de los tubos a los gases agresivos que provocan la corrosión del concreto de los tubos.
5. Existen colectores con problemas de saturación provocados por las fallas o caídos de las claves de los tubos que han permitido el ingreso de tierra al conducto, sobre todo en época de lluvias cuando se ablanda el material del subsuelo, generando taponamientos que a su vez generan remansos y desbordamientos en pozos y coladeras. También generadas estas saturaciones por el ingreso a los conductos de tierra de calles no pavimentadas que son arrastradas por la lluvia, así como de raíces de árboles aledaños a los tubos.

Aunado a lo anterior, existe una baja cobertura de recolección y alejamiento de las aguas residuales en el sistema que opera la JAD, ya que existen actualmente un considerable número de descargas directas a los drenes pluviales, dentro de las cuales se encuentran algunas que serán incorporadas en los próximos meses al Interceptor Oeste y de esta manera conducidas a través de este último a la PTAR Oeste, dejando así de contaminar los drenes 32 izquierdo, Principal, Fidel Velázquez, Canal 15-34 y Las Vacas.

En la siguiente figura se presenta un plano de la ciudad con la ubicación de las 47 descargas hacia los drenes que existen a cielo abierto pertenecientes al sistema de alcantarillado residual de la ciudad de Matamoros.

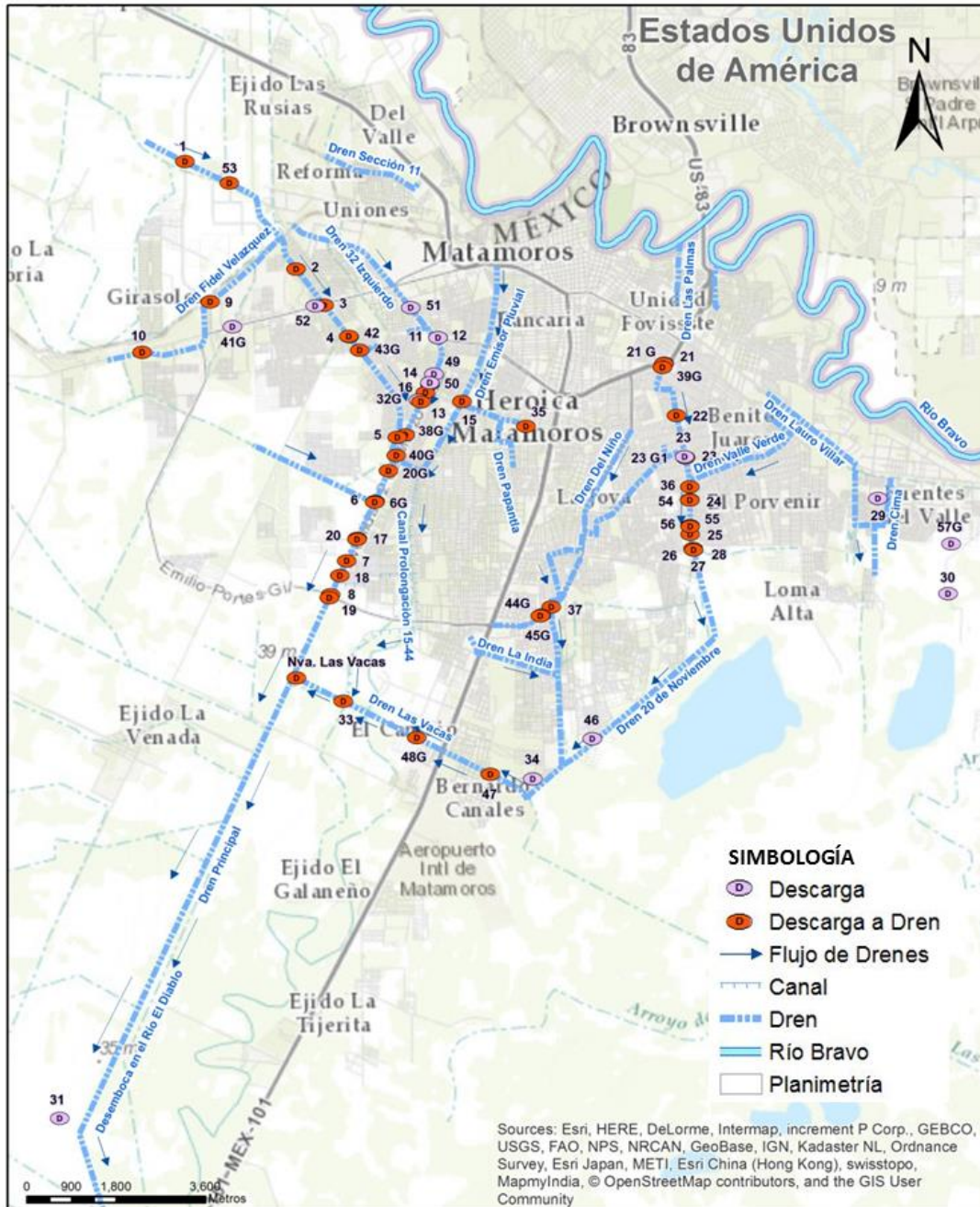


Figura 190. Descargas directas a los drenes pluviales



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

En la siguiente figura se presentan algunos colectores de la zona Oeste que actualmente están descargando al Dren Principal y que en próximas fechas estarán incorporándose al interceptor Oeste para ser conducidas las aguas residuales que transportan hasta la PTAR Oeste.

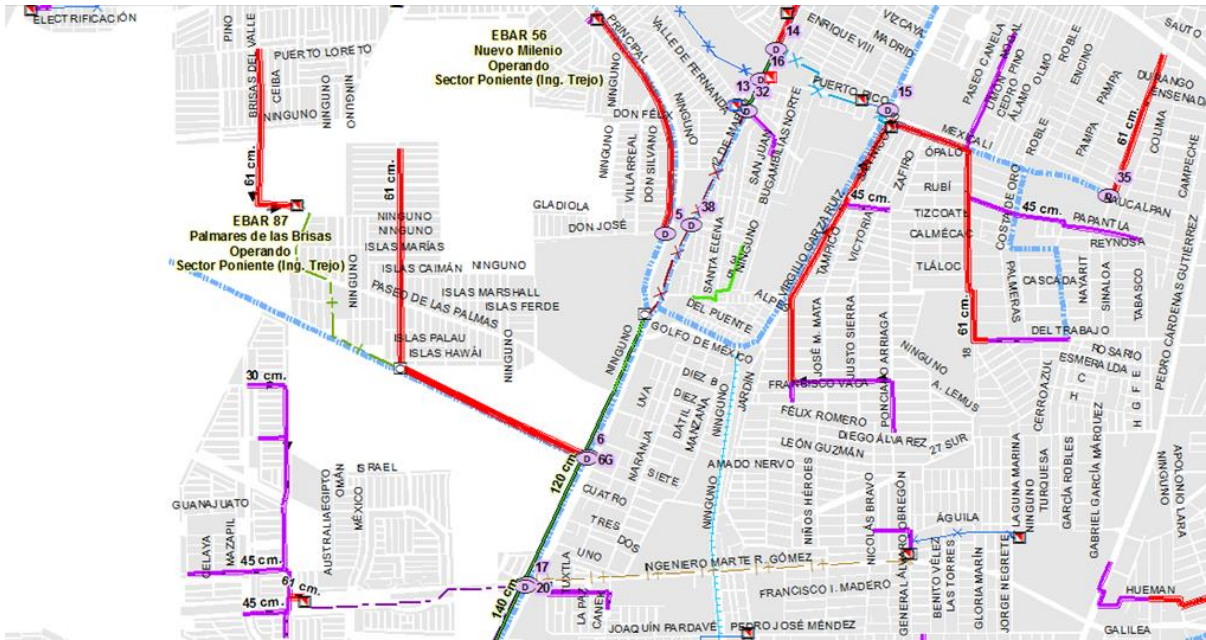


Figura 191. Colectores que actualmente descargan al Dren Principal

En la siguiente figura se presentan algunos colectores, subcolectores y líneas de impulsión que descargan directamente al Dren 20 de Noviembre, sin tratamiento previo, descargas que deberán ser interceptadas por algún colector marginal para ser conducidas hasta la PTAR Este o alguna otra que se proyecte en esa zona.

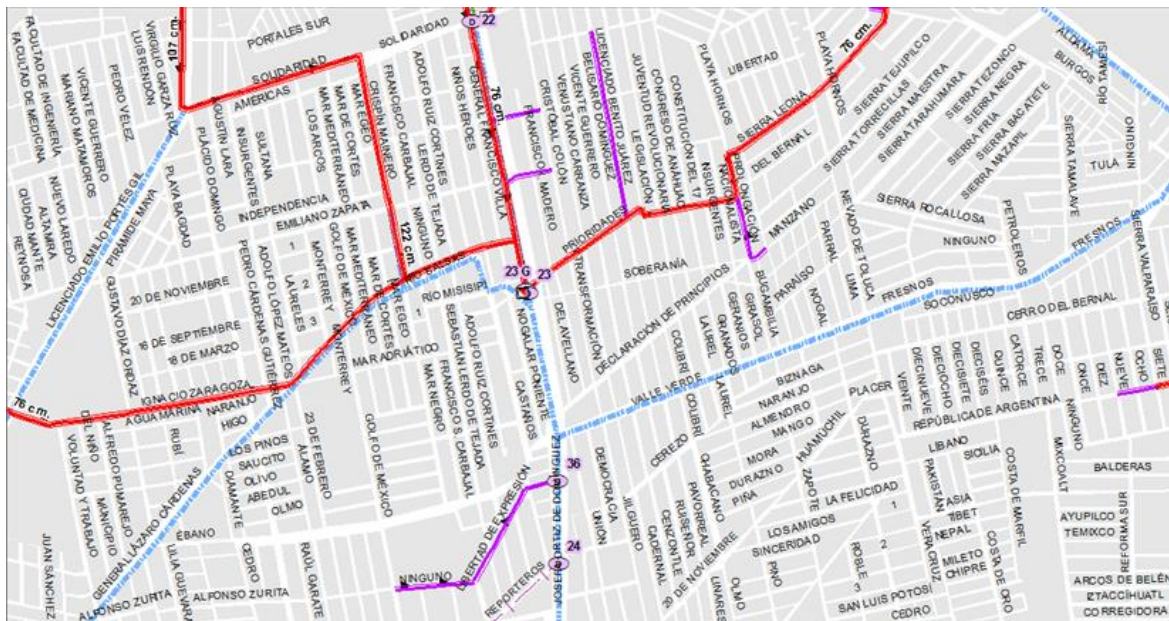


Figura 192. Colectores que descargan al Dren 20 de Noviembre



De esta manera se tiene que actualmente solo 4,637 Ha., que representan el 37% de la mancha urbana descargan a los interceptores y emisores que conducen el agua hacia una PTAR, el resto 7,858 Ha. (63%) descarga sin tratamiento de forma directa a los cuerpos receptores. En la siguiente figura se presenta un plano con las principales cuencas de aportación a los cuerpos receptores (drenes) e interceptores.

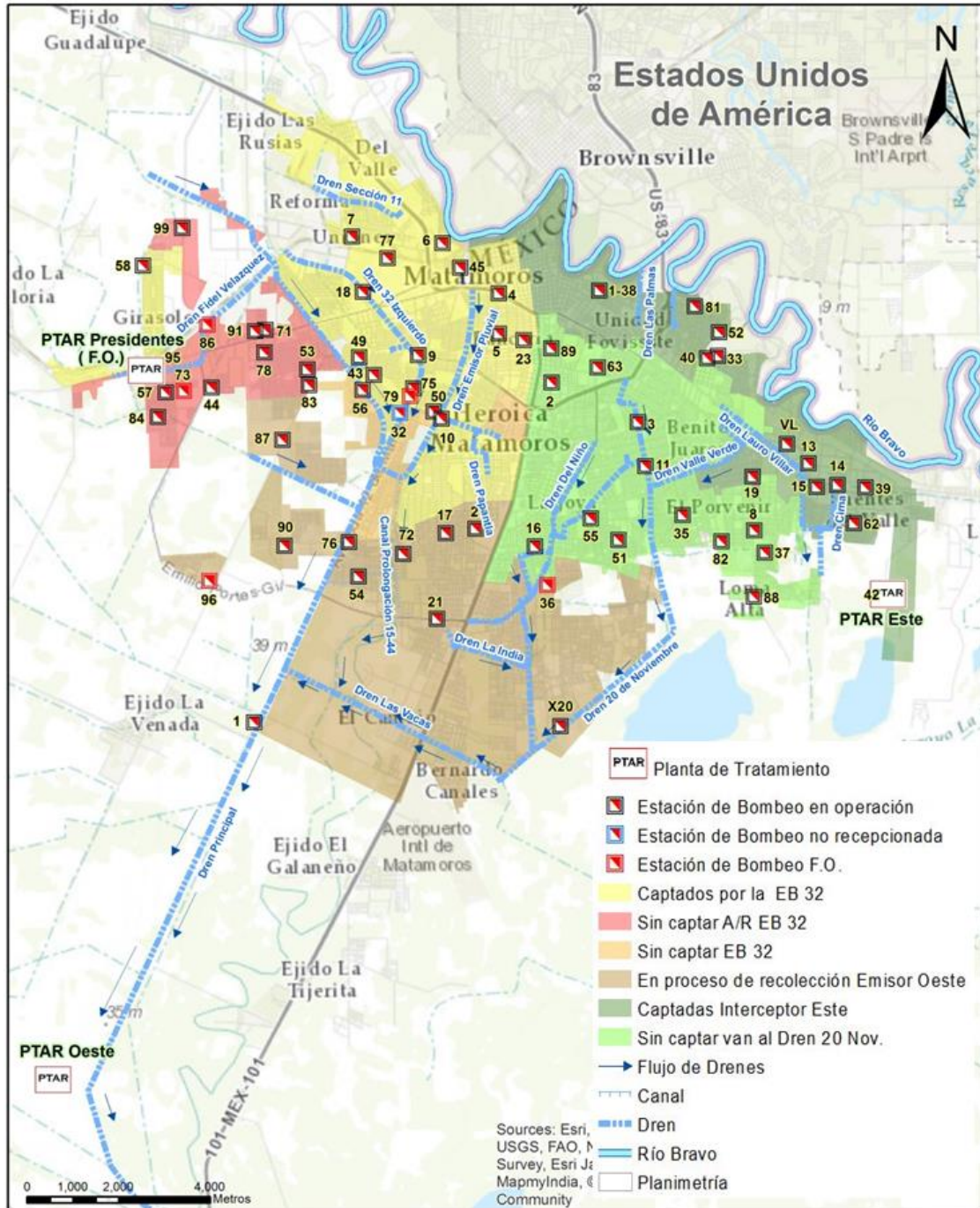


Figura 193. Principales cuencas de aportación



Emisores

Adicionalmente a los colectores y subcolectores por gravedad, el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales hasta las PTAR, la JAD cuenta con dos interceptores – emisores con una longitud total de 14.94 Km, con tuberías de 91 a 150 cm, con materiales de PVC. En la siguiente figura y tabla se presenta el trazo y las longitudes por diámetro de los dos interceptores – emisores existentes y en la siguiente figura se presenta su localización y trazo.

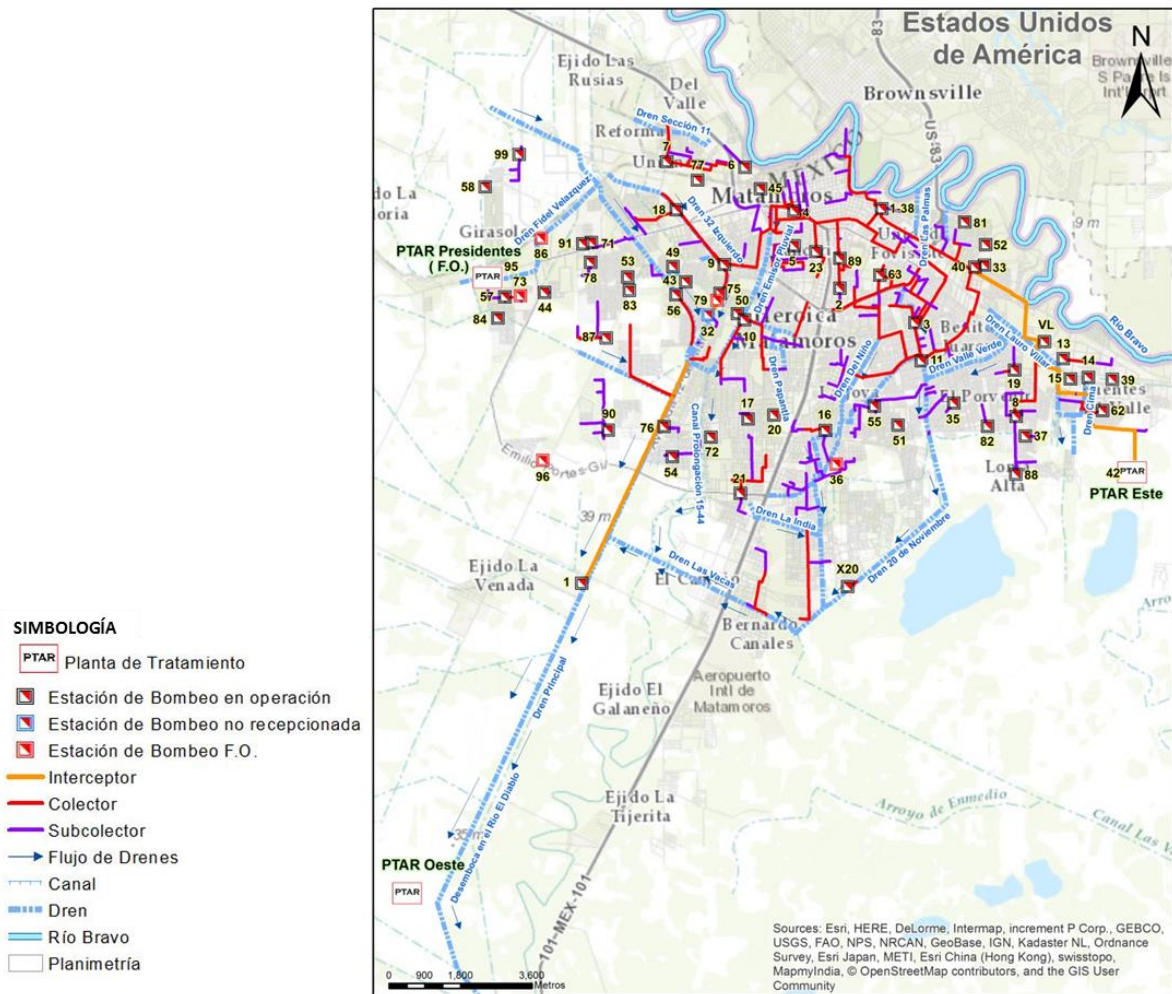


Figura 194. Localización y trazo de los interceptores - emisores

Tabla 143. Interceptores – emisores a las PTAR

Nombre	Longitud (Km) de Diámetros (cm)						Total Km
	91	107	110	120	140	150	
Interceptor Este	3.34	5.01	0.00	0.00	0.00	0.00	8.36
Interceptor Oeste	0.00	0.00	0.43	1.34	1.20	3.61	6.59
TOTAL	3.34	5.01	0.43	1.34	1.20	3.61	14.94



Es importante mencionar que dentro del Proyecto Integral de Agua y Saneamiento en su Fase I se construyó el interceptor Este que conduce y aleja las aguas residuales que se generan en la zona Norte y Este de la ciudad hasta el sitio de emplazamiento de la PTAR Este, así como la rehabilitación y construcción de algunas estaciones de bombeo como la EB 1-38 y la EB-40 entre otras y en la Fase II se han rehabilitado las estaciones de bombeo EB-4, 5, 10 y Misiones, así como sus líneas de impulsión; el emisor de la EB-04 a la EB-32; construcción del emisor Oeste en sus cadenamientos del 0+000 al 0+993 y del 7+560 al 8+220; la construcción de rebombeo del emisor y la ampliación de redes de drenaje en siete colonias.

Falta por entrar en operación las obras de la Fase II, las cuales se encuentran en proceso de construcción como son: la construcción de la EB X.1, EB 20, la construcción de 4.5 Km de interceptor de 18" a 30", así como la ampliación de la red de la zona sur, razón por la cual el interceptor – emisor Oeste todavía no entra en funcionamiento, manteniéndose las descargas de algunos colectores y subcolectores, así como líneas de impulsión al dren principal, mismas que se cancelaran una vez que entre en operación dicho emisor Oeste.

Por otro lado, con la conclusión de la Fase II que está dirigida a la zona Sur de la ciudad y que tiene como objetivo recolectar y conducir las aguas residuales de dicha zona para incorporarlas al Emisor Oeste, se incrementara el porcentaje de agua residual recolectada y conducida hacia las PTARs, junto con la otras incorporaciones de descargas al Emisor antes mencionadas.

Sin embargo queda una zona muy extensa e importante de la ciudad que no cuenta con interceptores – emisores que conduzcan las aguas residuales hasta los sitios de emplazamiento de las dos PTARs, como es toda la zona que descarga a la EB -11 Nogalar, EB -3, EB-8, EB-37, EB-82, EB -35, EB-51, EB-55, entre otras. En las siguientes figuras se presenta las zonas y la infraestructura que recolecta al agua residual pero que la vierte a un cuerpo receptor sin tratamiento alguno.

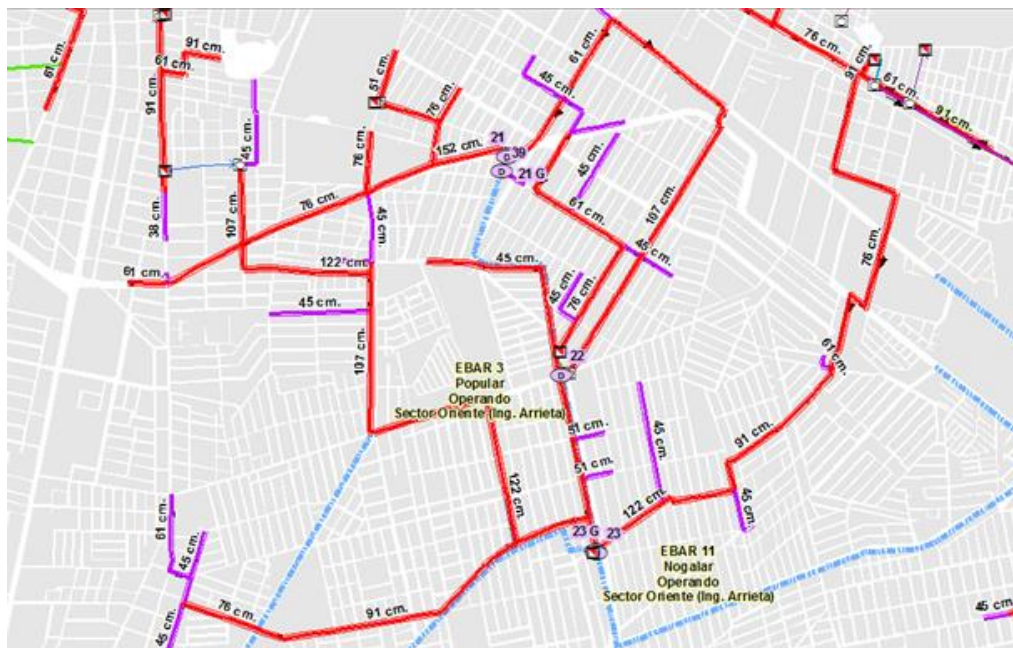


Figura 195. Colectores que descargan a la EB – 3 y EB -11 y vierten al Dren 20 de Noviembre



Figura 196. Líneas de impulsión que vierten al Dren 20 de Noviembre

Por lo anterior, es impostergable la ejecución de las obras que se deriven del Plan Maestro y de los Proyectos Ejecutivos existentes o por elaborarse, para cubrir las necesidades urgentes que tiene la JAD en cuanto a incrementar la cobertura de recolección y alejamiento de las aguas residuales hasta los sitios de emplazamiento de las dos PTARs existentes o hasta el sitio de emplazamiento de una nueva PTAR de proyecto.

Adicionalmente a todos los conductos por gravedad (colectores, subcolectores, interceptor y emisor) el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales requiere de líneas de impulsión (presión), para conducir el agua de las EB de aguas residuales a los pozos o cajas rompedoras de presión o cambio de régimen, para que a partir de estas últimas el agua residual fluya por gravedad por los conductos hasta el sitio de otra EB o de una PTAR.

La JAD cuenta con **63.07 Km** de líneas de impulsión, con tuberías que van de las 6 a las 61" de diámetro en materiales de PVC y Acero. En la siguiente tabla y figura se presenta la información de las longitudes por diámetro así como su localización y trazo.



Figura 197. Trazo de las líneas de impulsión del sistema de alcantarillado de Matamoros

Tabla 144. Líneas de impulsión del sistema de alcantarillado sanitarios

Nombre	Longitud (Km) de Diámetros (Pulg)										Total Km	
	6"	8"	10"	12"	16"	18"	20"	24"	30"	36"		61"
Líneas de Impulsión	0.80	14.59	1.01	9.95	14.40	2.28	1.80	6.43	1.43	1.10	9.25	63.07

Es importante resaltar, que como se ha venido señalando el sistema de alcantarillado de Matamoros es complejo en su operación, derivado en gran medida por las condiciones topográficas tan adversas que se tienen para que el funcionamiento sea el óptimo de un sistema de recolección, conducción y alejamiento de las aguas residuales, razón por la cual resulta indispensable revisar el funcionamiento de conjunto de dicho

sistema, porque seguramente algunas estaciones de bombeo junto con sus líneas de impulsión pudieran salir de operación con algunas obras de cabeza. En las siguientes figuras se muestran algunos trazos de las líneas de impulsión descargando a pozos de visita de cambio de régimen o descargando a cuerpos receptores.

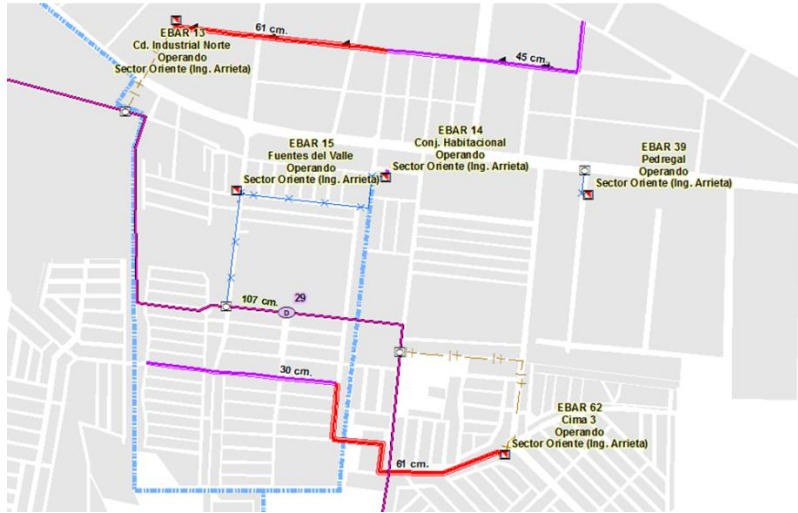


Figura 198. Líneas de impulsión descargando a pozos de visita de cambio de régimen



Figura 199. Líneas de impulsión descargando a cuerpos receptores (drenes)

Por otro lado, el diseño del funcionamiento del sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales de la ciudad de Matamoros, hasta los sitios de disposición final que en algunos casos son las PTARs, y en otros los drenes de aguas pluviales, donde los colectores, subcolectores y líneas de impulsión, además de las EBs son los elementos fundamentales, está compuesto e integrado por 92 microcuencas pertenecientes a 61 subcuencas concernientes a 10 cuencas principales de 2 Macrocuencas de las PTARs.

En las siguientes tablas se presenta la información de las microcuencas, cuencas y macrocuencas que constituyen el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas.



Tabla 145. Información de las microcuencas en Matamoros

Cvo.	Microcuencas	Subcuenca	Cuenca	Macrocuenca	Superficie (Has)	Población 2014
1	EB 7 (Esperanza)	Colector Av. de la Industria / Descarga 11	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	384.24	8,345
2	EB 6 (1° de Mayo)	Colector Av. de la Industria / Descarga 11	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	250.54	3,637
3	EB 1-38 (Delicias)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	515.50	18,043
4	EB 99 (Fracc. Alameda)	Descarga 1	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	110.60	0
5	EB 4 (Diagonal Cuauthemoc)	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	217.91	10,317
6	EB 58 (Fidel Velázquez 2)	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	193.91	2,413
7	EB 77 (El Chorizo)	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	145.38	170
8	EB 45 (Lázaro Cárdenas)	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	14.63	1,099
9	EB18 (Sendero)	Colector Av. de la Industria / Descarga 11	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	209.84	10,627
10	EB 9 (Las Águilas)	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	317.58	17,266
11	EB 40 (Campestre del Río)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	245.38	14,779
12	EB 81 (Arboledas del Río)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	5.79	470
13	EB 23 (11 Y C. de Ayala)	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	32.09	1,618
14	EB 52 (Los Pinos)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	32.61	2,250
15	EB 91 (Caracol)	Descarga 2	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	24.50	591
16	EB 71 (San Pedro)	Descarga 3	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	14.17	1,583
17	EB 2 (3a. y Monterrey)	Descarga 23 G1 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	145.06	6,977
18	EB 5 (16 y C. de Ayala)	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	116.04	7,422
19	EB 86 (Los Nogales)	Descarga 9	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	64.38	265
20	EB 53 (Las Brisas)	Descarga 4	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	72.71	10,064
21	EB 89 (3a y Hernán Cortez)	Descarga 23 G1 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	8.93	54
22	EB 3 (Popular)	Descarga 22 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	171.44	11,770
23	EB 78 (Las Brisas del Valle)	Descarga 3	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	28.52	2,249
24	EB 63 (Praxedis Balboa)	Descarga 21 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	70.94	2,407
25	EB 49 (Casa Blanca 3)	Descarga 16	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	11.24	2,196
26	EB 43 (Casa Blanca)	Descarga 16	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	72.62	8,809
27	EB 75 (Quinta Real)	Descarga 49	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	39.39	2,030
28	EB 33 (Campestre del Río)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	47.26	3,421
29	EB 10 (Chulavista)	Descarga 14	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	540.85	34,614
30	EB 11 (Nogalar)	Descarga 23 G1 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	670.86	45,941
31	EB 23 (11 Y C. de Ayala)	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	34.52	1,421
32	EB 73 (Presidentes 2)	PTAR Presidentes (Descarga 10)	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	71.64	751
33	EB 57 (Presidentes 1)	PTAR Presidentes (Descarga 10)	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	93.32	6,299
34	EB 50 (Rincón Colonial)	Descarga 15	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	70.18	6,101



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Cvo.	Microcuencas	Subcuenca	Cuenca	Macrocuenca	Superficie (Has)	Población 2014
35	EB 83 (Rinconada de las Brisas)	Descarga 42	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	68.87	8,662
36	EB 56 (Nuevo Milenio)	Descarga 5	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	95.50	7,052
37	EB 44 (Vamos Tamaulipas)	Descarga 3	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	18.56	1,694
38	EB 79 (Plaza Sendero)	Descarga 50	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	19.62	0
39	EB-VL (EB Villas de Lago)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	189.56	197
40	EB 32 (Valle Real)	Descarga 13	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	49.07	4,856
41	EB 87 (Palmares de las Brisas)	Descarga 6	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	124.55	1,804
42	EB 84 (Molino del Rey)	PTAR Presidentes (Descarga 10)	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	86.04	2,749
43	EB 13 (Cd. Industrial Norte)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	187.07	372
44	EB 19 (Las Culturas)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	133.92	9,920
45	EB 90 (Misiones 2)	Descarga 7	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	253.39	1,499
46	EB 35 (La Amistad)	Descarga 26 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	100.16	7,109
47	EB 15 (Fuentes del Valle)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	14.04	1,389
48	EB 8 (Tecnológico)	Descarga 27 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	343.04	18,830
49	EB 62 (Cima 3)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	90.90	10,062
50	EB 14 (Conj. Habitacional)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	38.44	1,239
51	GRAVEDAD (A Gravedad)	Descarga 57G / Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	234.04	2,785
52	EB 55 (Abelardo de la Torre)	Descarga 24 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	81.60	3,039
53	EB 82 (Vista del Sol)	Descarga 28 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	48.53	1,985
54	EB 20 (Terrenos de Expo Fiesta)	Descarga 20	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	85.37	1,380
55	EB 17 (Rodríguez)	Descarga 20	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	129.69	9,858
56	EB 16 (Expo Oriente)	Descarga 23 G1 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	159.50	11,730
57	EB 51 (Lomas de San Juan)	Descarga 25 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	126.12	10,857
58	EB 72 (Leyes de Colonos)	Descarga 18	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	59.05	1,083
59	EB 76 (Misiones)	Descarga 17	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	42.07	2,480
60	EB 37 (Hogares de Matamoros)	Descarga 27 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	26.48	826
61	EB 96 (Unidos Avanzamos)	Descarga 8	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	65.22	0
62	EB 21 (La India)	Descarga 19	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	299.99	8,557
63	EB 54 (Integración n Familiar)	Descarga 18	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	131.26	8,761
64	EB 36 (Emiliano Zapata)	Descarga 37	Dren Emilio Portes Gil (MD)	PTAR Oeste	118.65	2,755
65	EB 88 (La Palangana)	Descarga 27 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	29.67	494
66	EB X1 (Benjamín Gaona)	Descarga 34	Dren 20 de Noviembre (MD)	PTAR Oeste	425.39	4,421
67	A Gravedad	Descarga 48G	Dren Las Vacas (MD)	PTAR Oeste	211.50	1,097



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Cvo.	Microcuencas	Subcuenca	Cuenca	Macrocuenca	Superficie (Has)	Población 2014
68	A Gravedad	Descarga 41G	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	118.33	239
69	A Gravedad	Descarga 43G	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	55.24	1,769
70	A Gravedad	Descarga 6G	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	134.62	4,551
71	A Gravedad	Descarga 20G	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	126.54	1,671
72	A Gravedad	Descarga 40G	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	30.00	4,786
73	A Gravedad	Descarga 38G	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	13.95	1,862
74	A Gravedad	Descarga 32G	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	37.30	3,868
75	A Gravedad	Descarga 44G	Dren Emilio Portes Gil (MD)	PTAR Oeste	71.54	2,391
76	A Gravedad	Descarga 45G	Dren Emilio Portes Gil (MD)	PTAR Oeste	98.30	2,222
77	EB X20 (Movimiento 18 de Octubre)	Descarga 46	Dren 20 de Noviembre (MD)	PTAR Oeste	562.56	3,684
78	A Gravedad	Descarga 47	Dren Las Vacas (MD)	PTAR Oeste	142.03	3,489
79	A Gravedad	Descarga 33	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	1029.20	406
80	A Gravedad	Descarga 51	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	98.71	4,227
81	A Gravedad	Descarga 52	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	46.40	256
82	A Gravedad	Descarga 53	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	33.33	74
83	A Gravedad	Descarga 21G / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	41.95	1,278
84	A Gravedad	Descarga 39G / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	3.43	261
85	EB 11 (Nogalar)	Descarga 23 G2 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	383.39	27,116
86	A Gravedad	Descarga 36 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	56.13	3,610
87	A Gravedad	Descarga 54 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	11.08	1,022
88	A Gravedad	Descarga 55 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	58.23	5,295
89	A Gravedad	Descarga 56 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	48.86	4,770
90	EB 39 (Pedregal)	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	53.15	115
91	A Gravedad	Descarga 29 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	30.90	2,693
92	A Gravedad	Descarga 35 / Dren Papantla / Descarga 14	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	77.83	2,637
Total					12,494.43	479,833

Tabla 146. Información de las Cuencas en Matamoros

Cvo.	Subcuenca	Cuenca	Macrocuenca	Superficie (Has)
1	Descarga 1	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	110.60
2	Descarga 2	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	24.50
3	Descarga 3	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	61.24
4	Descarga 4	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	72.71
5	Descarga 5	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	95.50
6	Descarga 6	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	124.55



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Cvo.	Subcuenca	Cuenca	Macrocuena	Superficie (Has)
7	Descarga 6G	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	134.62
8	Descarga 7	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	253.39
9	Descarga 8	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	65.22
10	Descarga 9	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	64.38
11	PTAR Presidentes (Descarga 10)	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	251.00
12	Colector Av. de la Industria / Descarga 11	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	844.63
13	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	754.50
14	Descarga 12 / EBAR9	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	317.58
15	Descarga 13	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	49.07
16	Descarga 14	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	540.85
17	Descarga 15	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	70.18
18	Descarga 16	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	83.86
19	Descarga 17	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	42.07
20	Descarga 18	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	190.32
21	Descarga 19	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	299.99
22	Descarga 20	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	215.06
23	Descarga 20G	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	126.54
24	Descarga 21 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	70.94
25	Descarga 21G / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	41.95
26	Descarga 22 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	171.44
27	Descarga 23 G1 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	984.35
28	Descarga 23 G2 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	383.39
29	Descarga 24 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	81.60
30	Descarga 25 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	126.12
31	Descarga 26 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	100.16
32	Descarga 27 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	399.19
33	Descarga 28 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	48.53
34	Descarga 29 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	30.90
35	Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	1553.61
36	Descarga 32G	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	37.30
37	Descarga 33	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	1029.20
38	Descarga 34	Dren 20 de Noviembre (MD)	PTAR Oeste	425.39
39	Descarga 35 / Dren Papantla / Descarga 14	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	77.83
40	Descarga 36 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	56.13
41	Descarga 37	Dren Emilio Portes Gil (MD)	PTAR Oeste	118.65
42	Descarga 38G	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	13.95
43	Descarga 39G / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	3.43
44	Descarga 40G	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	30.00
45	Descarga 41G	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	118.33



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Cvo.	Subcuenca	Cuenca	Macrocuena	Superficie (Has)
46	Descarga 42	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	68.87
47	Descarga 43G	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	55.24
48	Descarga 44G	Dren Emilio Portes Gil (MD)	PTAR Oeste	71.54
49	Descarga 45G	Dren Emilio Portes Gil (MD)	PTAR Oeste	98.30
50	Descarga 46	Dren 20 de Noviembre (MD)	PTAR Oeste	562.56
51	Descarga 47	Dren Las Vacas (MD)	PTAR Oeste	142.03
52	Descarga 48G	Dren Las Vacas (MD)	PTAR Oeste	211.50
53	Descarga 49	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	39.39
54	Descarga 50	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	19.62
55	Descarga 51	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	98.71
56	Descarga 52	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	46.40
57	Descarga 53	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	33.33
58	Descarga 54 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	11.08
59	Descarga 55 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	58.23
60	Descarga 56 / Dren 20 de Noviembre	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	48.86
61	Descarga 57G / Descarga 30 / PTAR Este	Interceptor Este	PTAR Este	234.04
Total				12,494.45

Tabla 147. Información de las Cuencas de Matamoros

Cvo.	Cuenca	Macrocuena	Superficie (Has)
1	Dren 20 de Nov. (MD)	PTAR Este	1751.39
2	Dren 20 de Nov. (MI)	PTAR Este	834.02
3	Dren 20 de Noviembre (MD)	PTAR Oeste	987.95
4	Dren Emilio Portes Gil (MD)	PTAR Oeste	288.49
5	Dren Fidel Velázquez (MD)	PTAR Oeste	433.71
6	Dren Las Vacas (MD)	PTAR Oeste	353.52
7	Dren Principal (MD)	PTAR Oeste	1146.18
8	Emisor Oeste (MD)	PTAR Oeste	2,818.42
9	Emisor Oeste (MI)	PTAR Oeste	2062.26
10	Interceptor Este	PTAR Este	1,818.55
Total			12,494.49

Tabla 148. Información de las Macrocuencas en Matamoros

Cvo.	Macrocuena	Superficie (Has)
1	PTAR Oeste	8090.53
2	PTAR Este	4,404.83
Total		12,495.37



En las siguientes figuras se presentan los planos de la ciudad de Matamoros con la división por microcuencas, cuencas y macrocuencas que constituyen el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales hasta los sitios de emplazamiento de las PTARs.

SIMBOLOGÍA

- A Gravedad
- 1 EB 1-38 (Delicias)
- 2 EB 2 (3a. y Monterrey)
- 3 EB 3 (Popular)
- 4 EB 4 (Diagonal Cuauhtemoc)
- 5 EB 5 (16 y C. de Ayala)
- 6 EB 6 (1° de Mayo)
- 7 EB 7 (Esperanza)
- 8 EB 8 (Tecnológico)
- 9 EB 9 (Las Águilas)
- 10 EB 10 (Chulavista)
- 11 EB 11 (Nogalar)
- 12 EB 13 (Col. Industrial Norte)
- 13 EB 14 (Conj. Habitacional)
- 14 EB 15 (Fuentes del Valle)
- 15 EB 16 (Expo Oriente)
- 16 EB 17 (Rodríguez)
- 17 EB 18 (Sendero)
- 18 EB 19 (Las Culturas)
- 19 EB 20 (Terrenos de Expo Fiesta)
- 20 EB 21 (La India)
- 21 EB 23 (11 Y C. de Ayala)
- 22 EB 32 (Valle Real)
- 23 EB 33 (Campestre del Río)
- 24 EB 35 (La Amistad)
- 25 EB 36 (Emiliano Zapata)
- 26 EB 37 (Hogares de Matamoros)
- 27 EB 39 (Pedregal)
- 28 EB 40 (Campestre del Río)
- 29 EB 43 (Casa Blanca)
- 30 EB 44 (Vamos Tamaulipas)
- 31 EB 45 (Lázaro Cárdenas)
- 32 EB 49 (Casa Blanca 3)
- 33 EB 50 (Rincón Colonial)
- 34 EB 51 (Lomas de San Juan)
- 35 EB 52 (Los Pinos)
- 36 EB 53 (Las Brisas)
- 37 EB 54 (Integración Familiar)
- 38 EB 55 (Abelardo de la Torre)
- 39 EB 56 (Nuevo Milenio)
- 40 EB 57 (Presidentes 1)
- 41 EB 58 (Fidei Velázquez 2)
- 42 EB 62 (Cima 3)
- 43 EB 63 (Praxedis Baboia)
- 44 EB 71 (San Pedro)
- 45 EB 72 (Leyes de Colonos)
- 46 EB 73 (Presidentes 2)
- 47 EB 75 (Quinta Real)
- 48 EB 76 (Melones)
- 49 EB 77 (El Chortizo)
- 50 EB 78 (Las Brisas del Valle)
- 51 EB 79 (Plaza Sendero)
- 52 EB 81 (Ardorosas del Río)
- 53 EB 82 (Vista del Sol)
- 54 EB 83 (Rinconada de las Brisas)
- 55 EB 84 (Molino del Rey)
- 56 EB 86 (Los Nogales)
- 57 EB 87 (Palmares de las Brisas)
- 58 EB 88 (La Palangana)
- 59 EB 89 (3a y Herman Cortez)
- 60 EB 90 (Melones 2)
- 61 EB 91 (Caracol)
- 62 EB 96 (Unidos Avanzamos)
- 63 EB 99 (Fraoc. Alameda)
- 64 EB-V/L (C Villas de Lago)
- 65 EB X1 (Benjamín Gaona)
- 66 EB X20 (Movimiento 18 de Octubre)

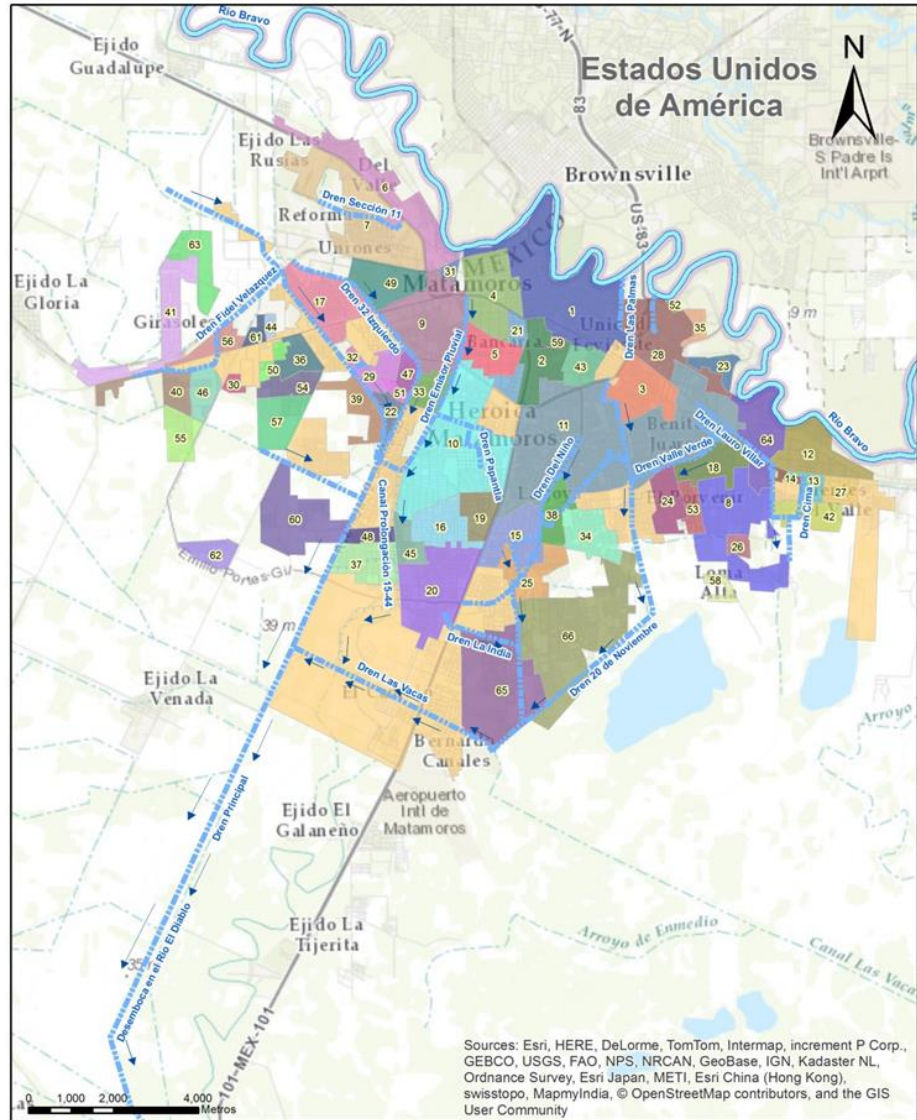


Figura 200. Microcuencas de aportación en Matamoros



SIMBOLOGÍA

- Descarga 1
- Descarga 2
- Descarga 3
- 4 Descarga 4
- Descarga 5
- Descarga 6
- Descarga 6G
- Descarga 7
- Descarga 8
- Descarga 9
- Descarga 10/PTAR Presidentes
- Descarga 11/Colector Av. de la Industria
- Descarga 12 / EBAR9
- Descarga 13
- Descarga 14
- Descarga 15
- Descarga 16
- Descarga 17
- Descarga 18
- Descarga 19
- Descarga 20
- Descarga 20G
- Descarga 21 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 21G / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 22 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 23 G1 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 23 G2 / EBAR 11 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 24 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 25 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 26 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 27 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 28 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 29 / PTAR Este
- Descarga 30 / PTAR Este
- Descarga 32G
- Descarga 33
- Descarga 34
- Descarga 35 / Dren Papantla / Descarga 14
- Descarga 36 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 37
- Descarga 39G
- Descarga 39G / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 40G
- Descarga 41G
- Descarga 42
- Descarga 43G
- Descarga 44G
- Descarga 45G
- Descarga 46
- Descarga 47
- Descarga 48G
- Descarga 49
- Descarga 50
- Descarga 51
- Descarga 52
- Descarga 53
- Descarga 54 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 55 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 56 / Dren 20 de Noviembre
- Descarga 57G / Descarga 30 / PTAR Este

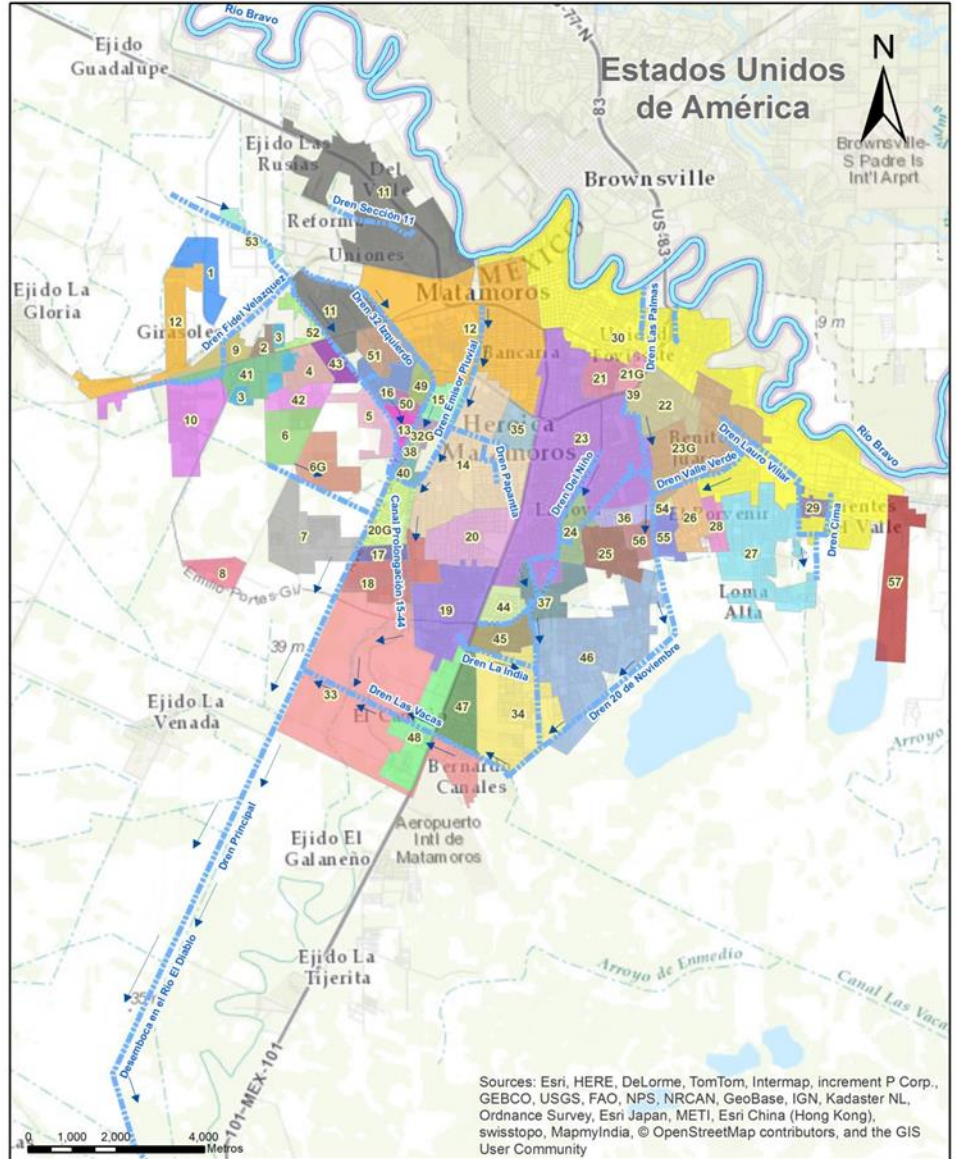


Figura 201. Subcuentas de aportación en Matamoros

SIMBOLOGÍA

- Dren 20 de Nov. (MD)
- Dren 20 de Nov. (MI)
- Dren 20 de Noviembre (MD)
- Dren Emilio Portes Gil (MD)
- Dren Fidel Velazquez (MD)
- Dren Las Vacas (MD)
- Dren Principal (MD)
- Emisor Oeste (MD)
- Emisor Oeste (MI)
- Interceptor Este
- Flujo de Drenes
- Canal
- Río Bravo
- Planimetría

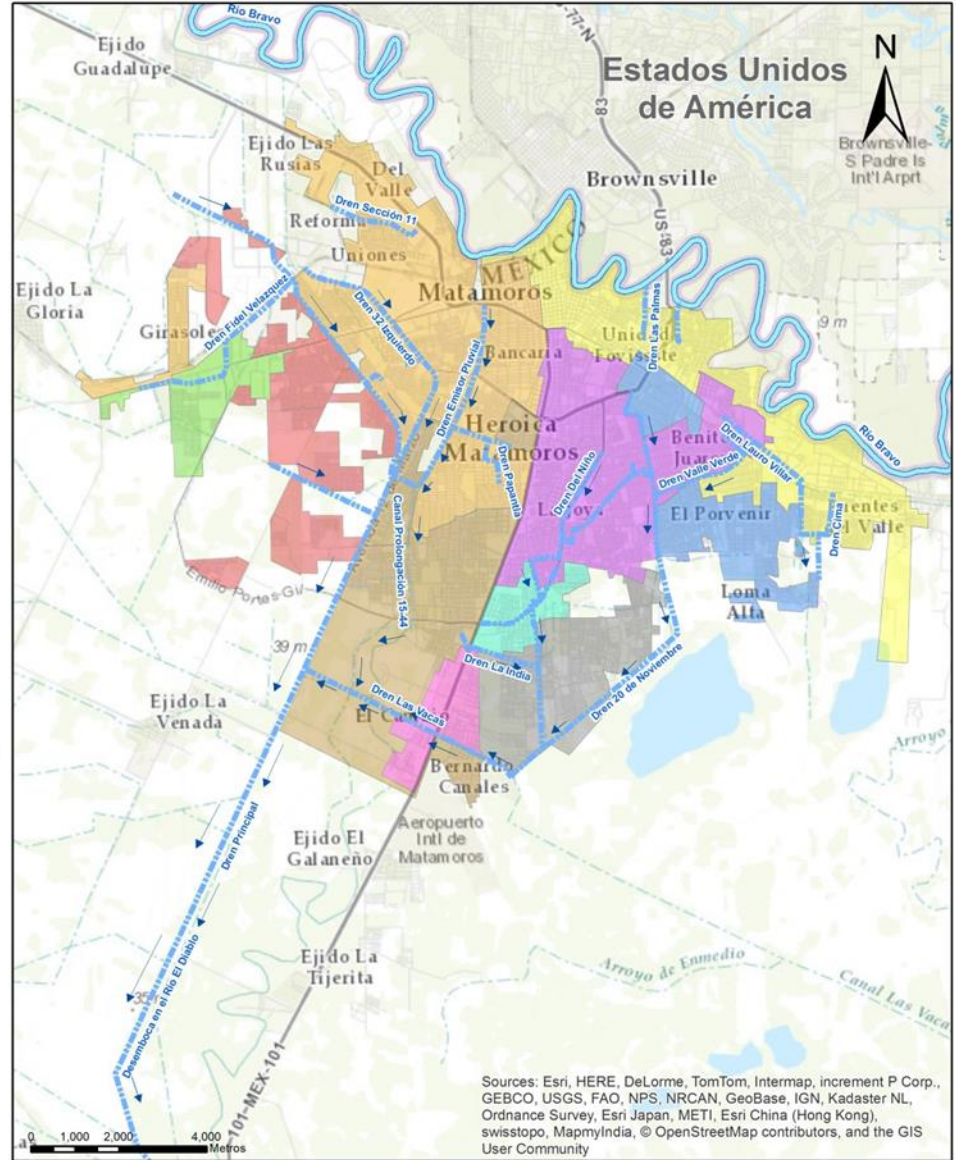


Figura 202. Cuencas de aportación en Matamoros

Las únicas cuencas que van hacia PTAR son las denominadas “Interceptor Este” y Emisor Oeste (MD)”, todas las demás descargan como ya se ha mencionado a los cuerpos receptores que cruzan la ciudad como son los drenes pluviales del sistema de riego del DR-026, lo cual genera serios problemas de contaminación que atentan contra la salud de los habitantes, disminuyendo la calidad de vida de la población asentada en las inmediaciones de los canales.

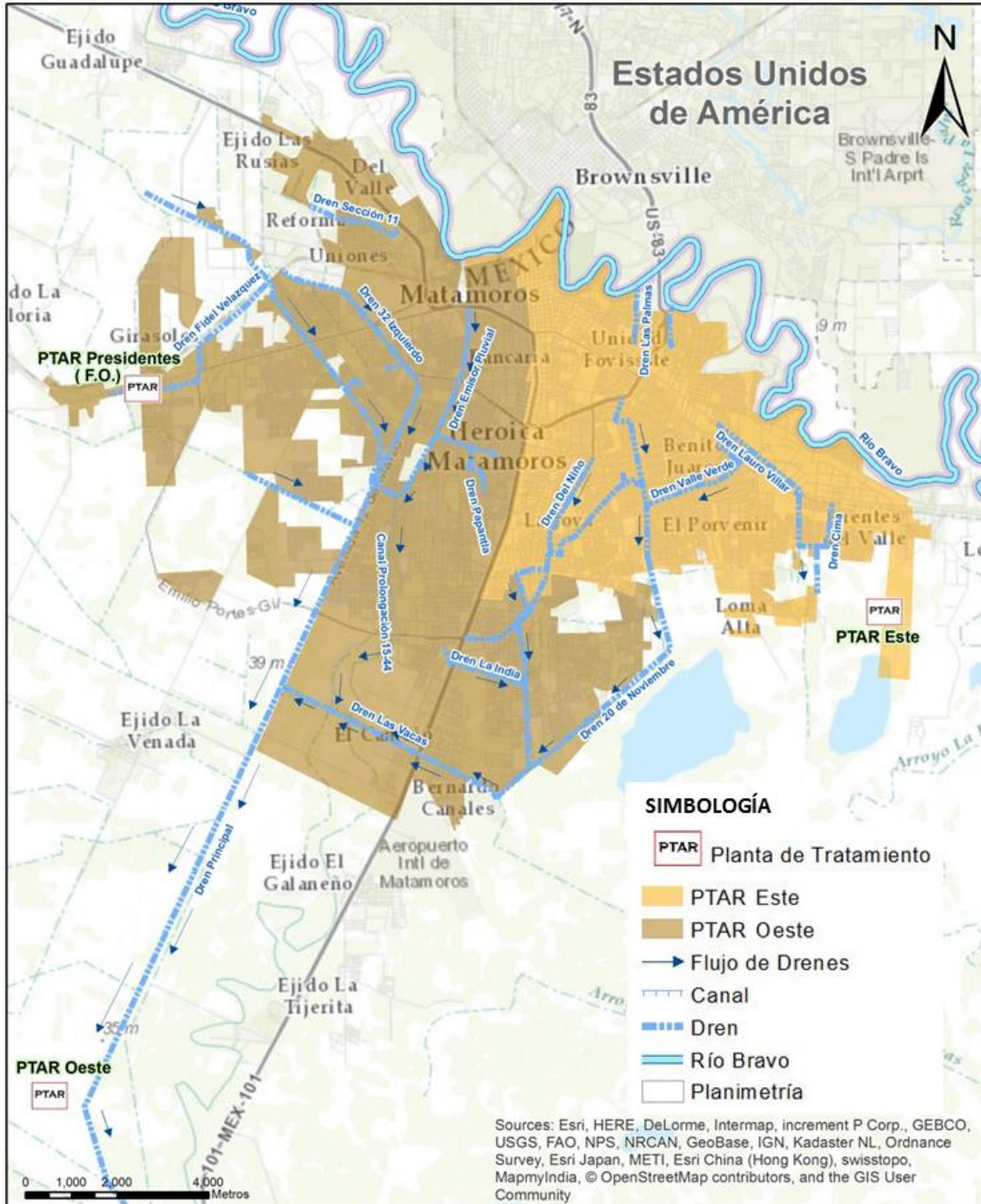


Figura 203. Macrocuencas de aportación en Matamoros

Para un mejor entendimiento de la manera en la que funciona el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales de la ciudad de Matamoros a cargo de la JAD e elaboraron unos diagramas denominados “Diagramas de Recolección” que esbozan las conexiones entre los elementos del sistema de alejamiento de cada cuenca de aportación.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

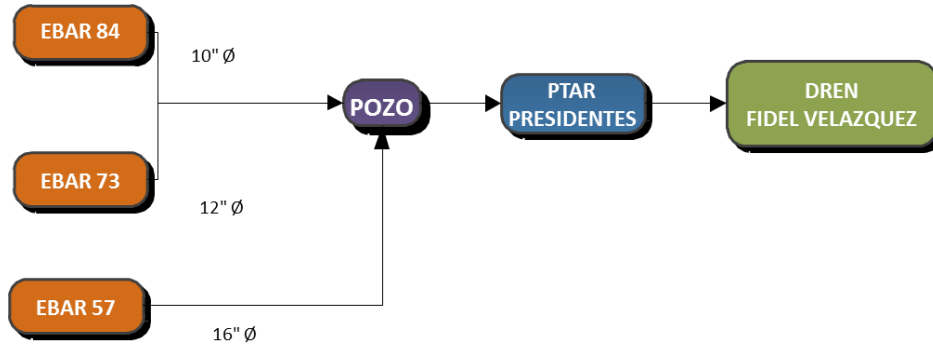


Figura 204. Diagrama de recolección de la PTAR Presidentes

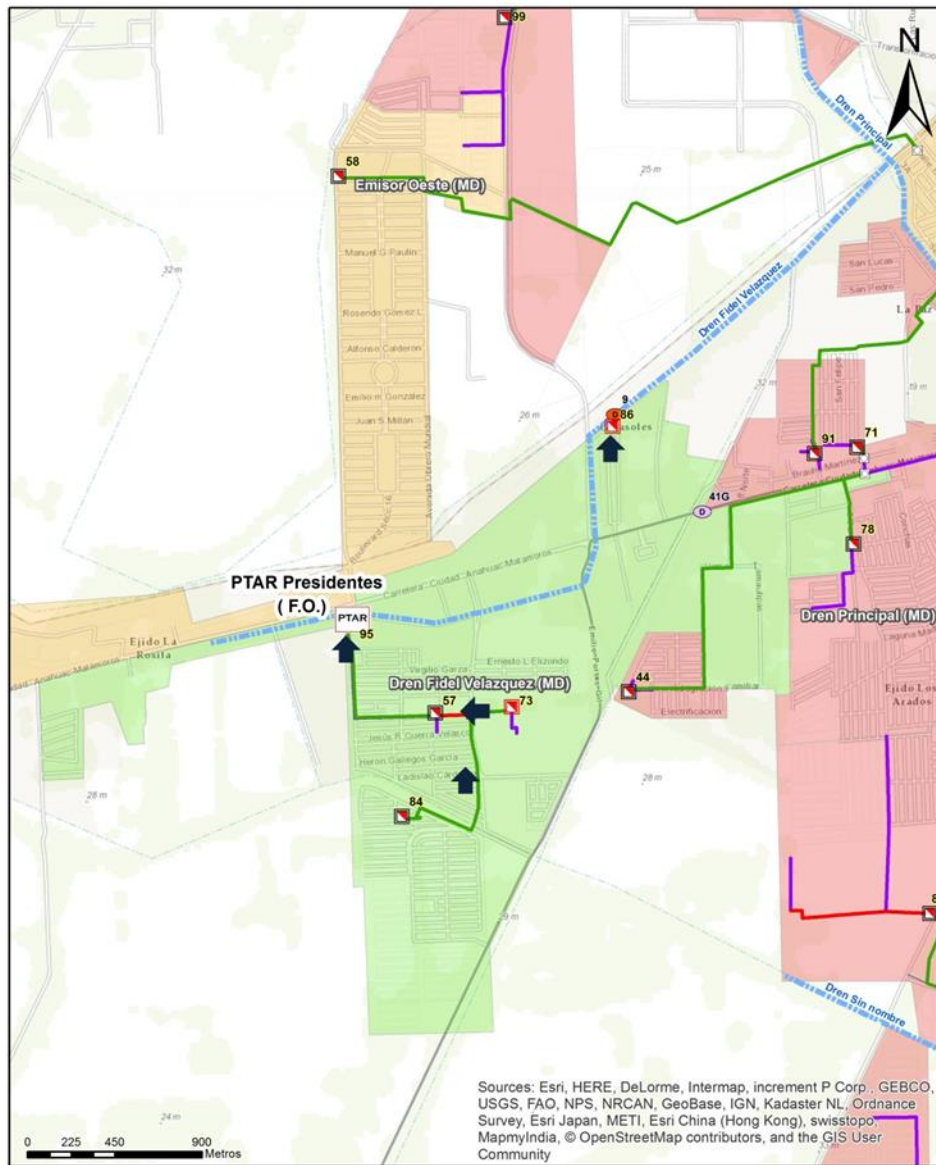


Figura 205. Sistema de la PTAR Presidentes (fuera de operación)

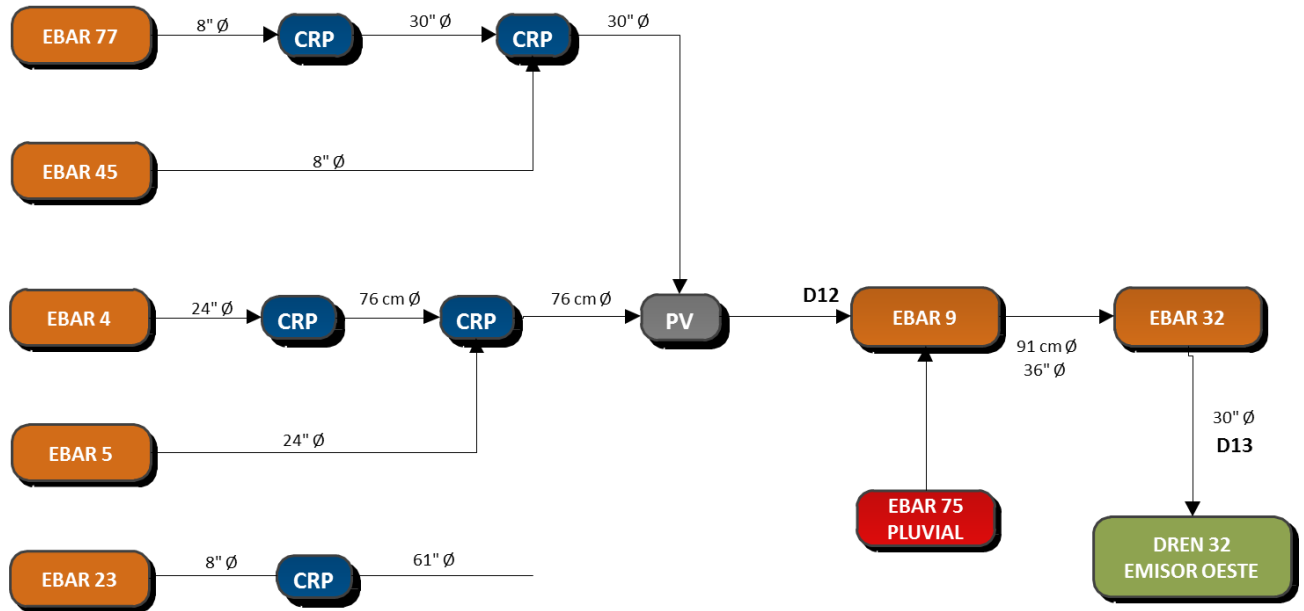


Figura 206. Diagrama de recolección de la EB 32

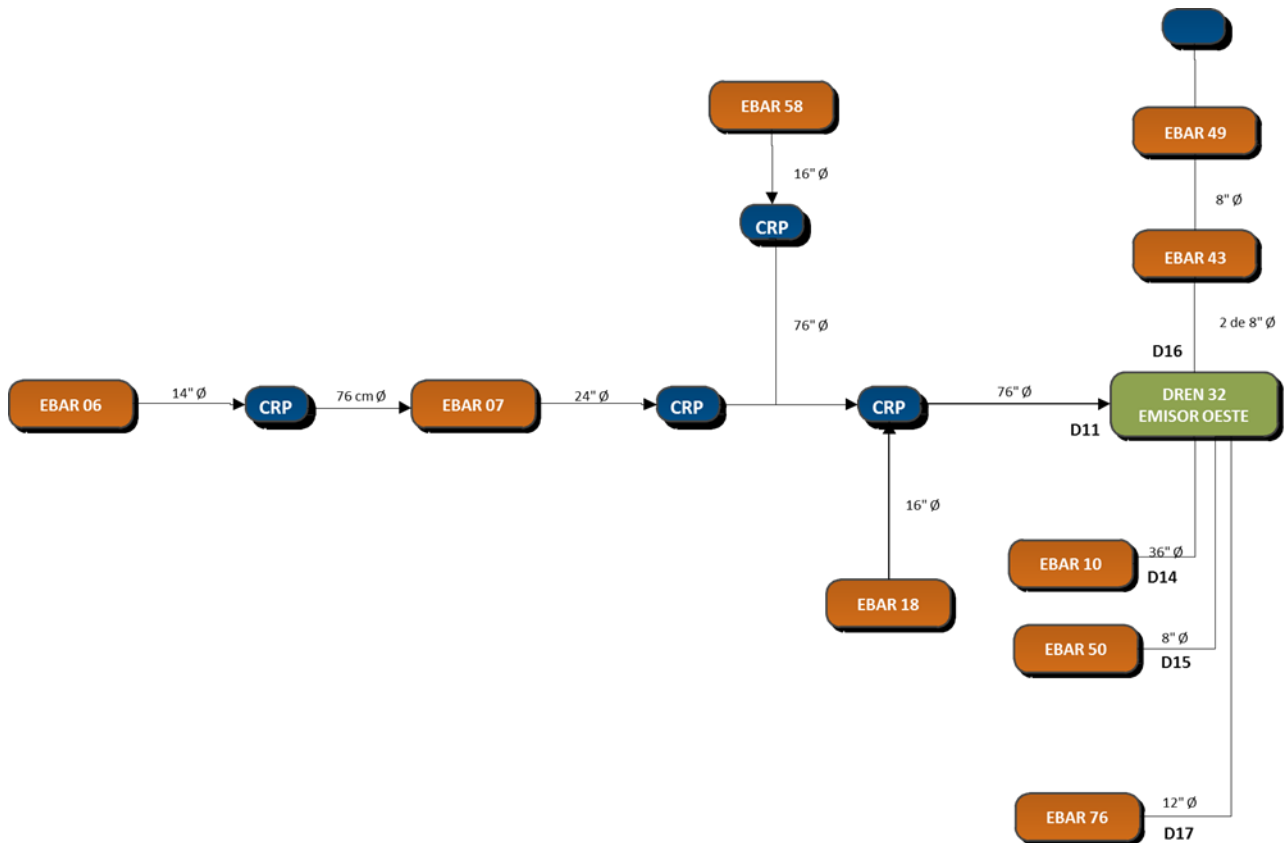


Figura 207. Diagrama de recolección de las EBARs que descargan al Dren 32 (PTAR Oeste)

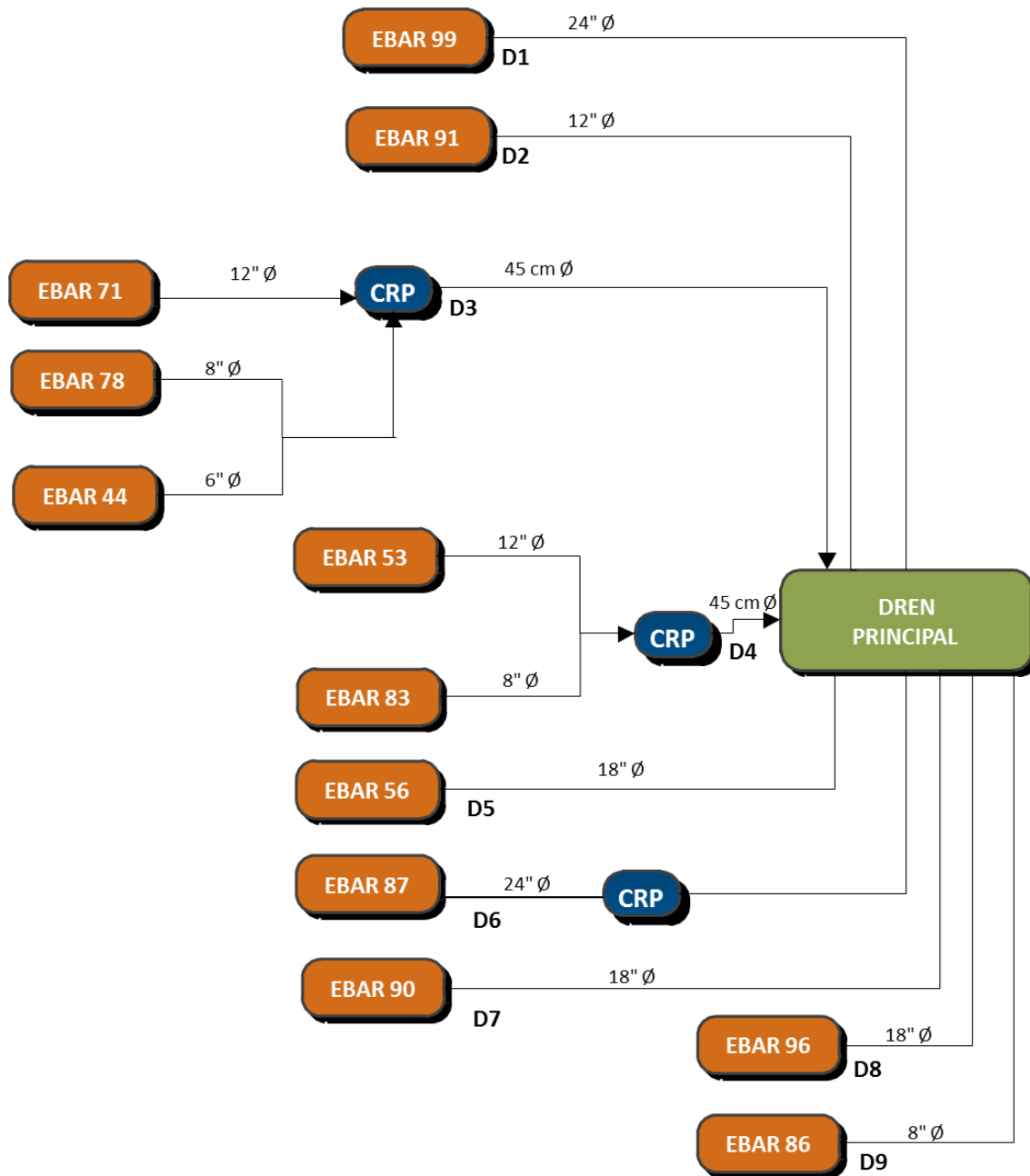


Figura 208. Diagrama del Dren Principal



Figura 209. Sistema de la EB 32 y Dren Principal

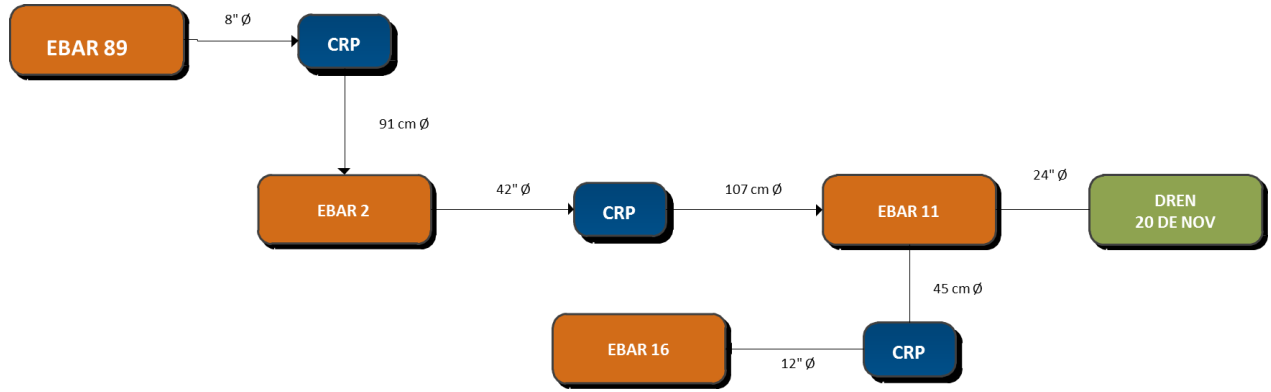


Figura 210. Diagramas de recolección de la EB 11

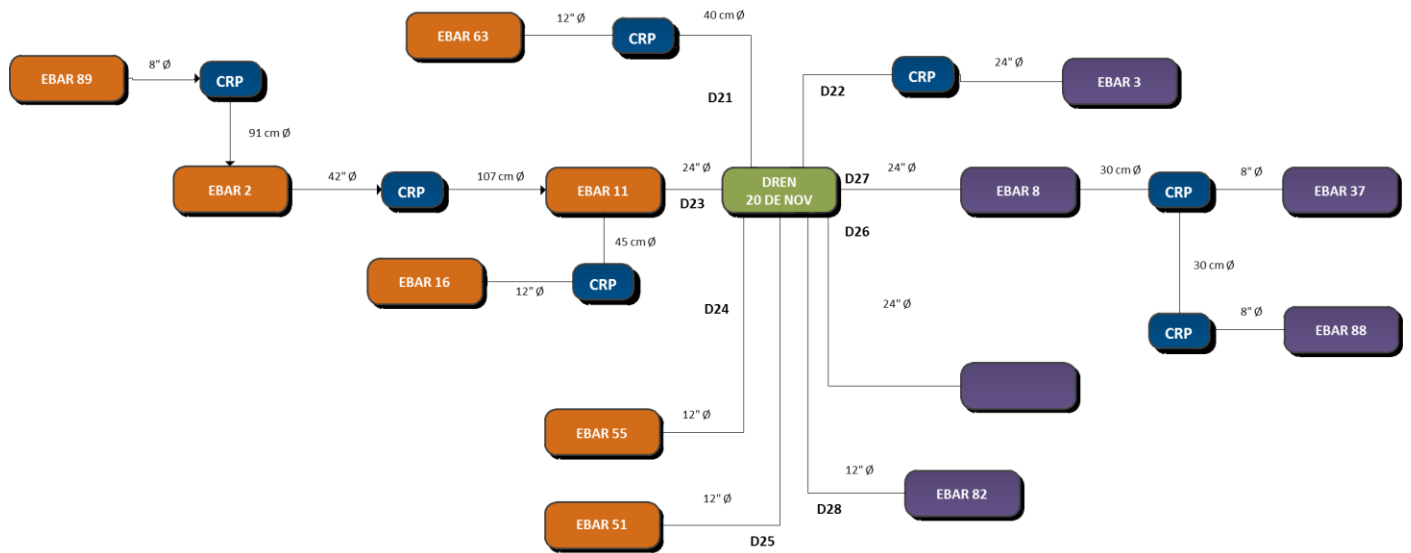


Figura 211. Diagrama de recolección de EBs que descargan al Dren 20 de Noviembre

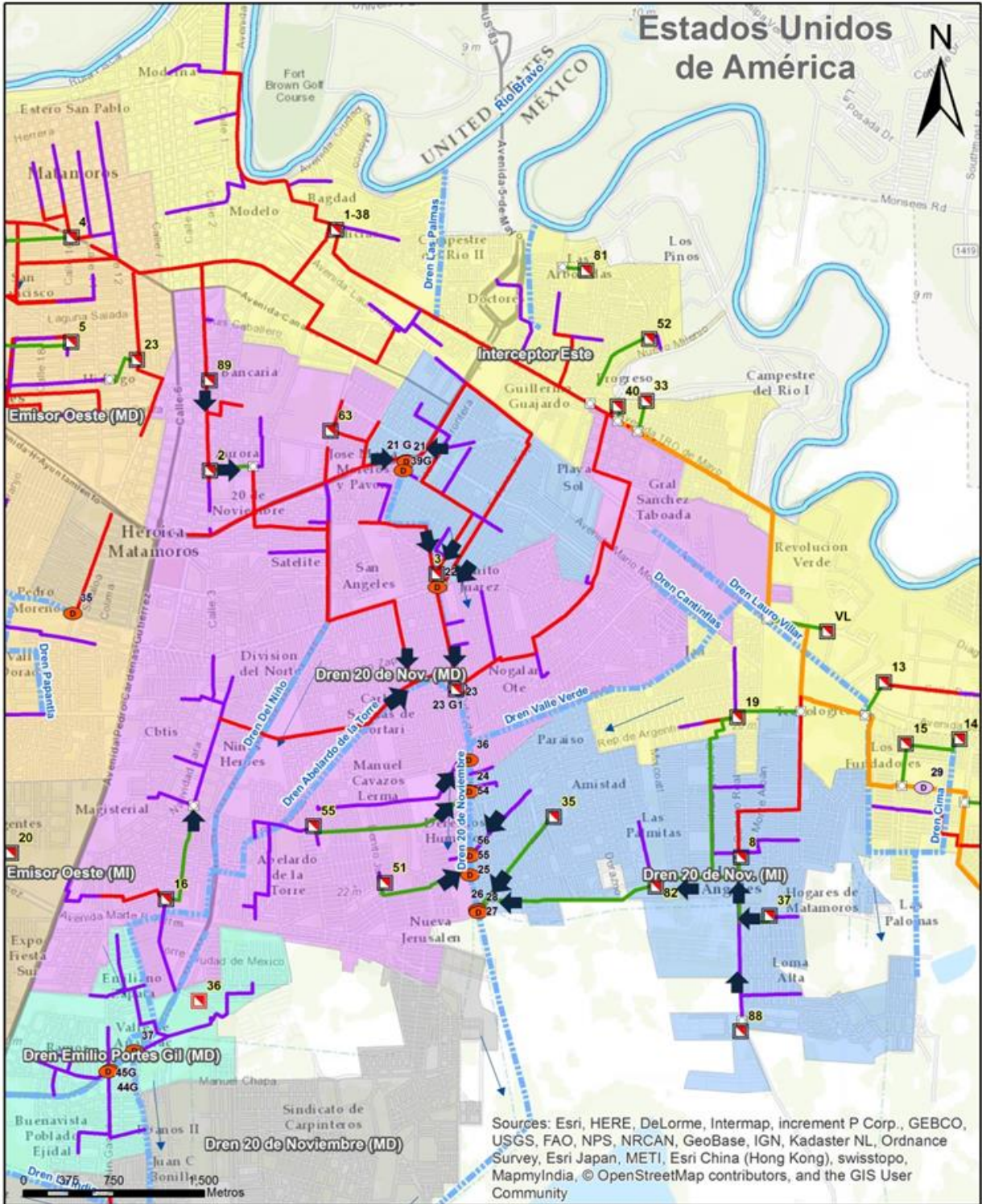


Figura 212. Sistema de la EB No. 11 y descargas de las EB al Dren 20 de Noviembre



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

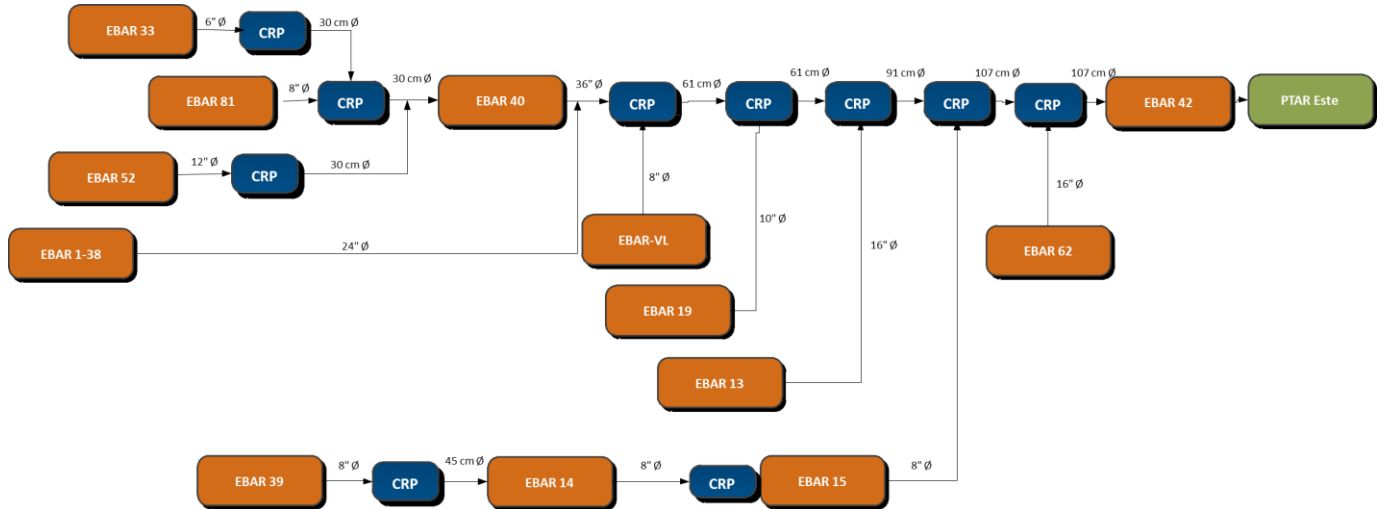


Figura 213. Diagrama de recolección de la EB 42

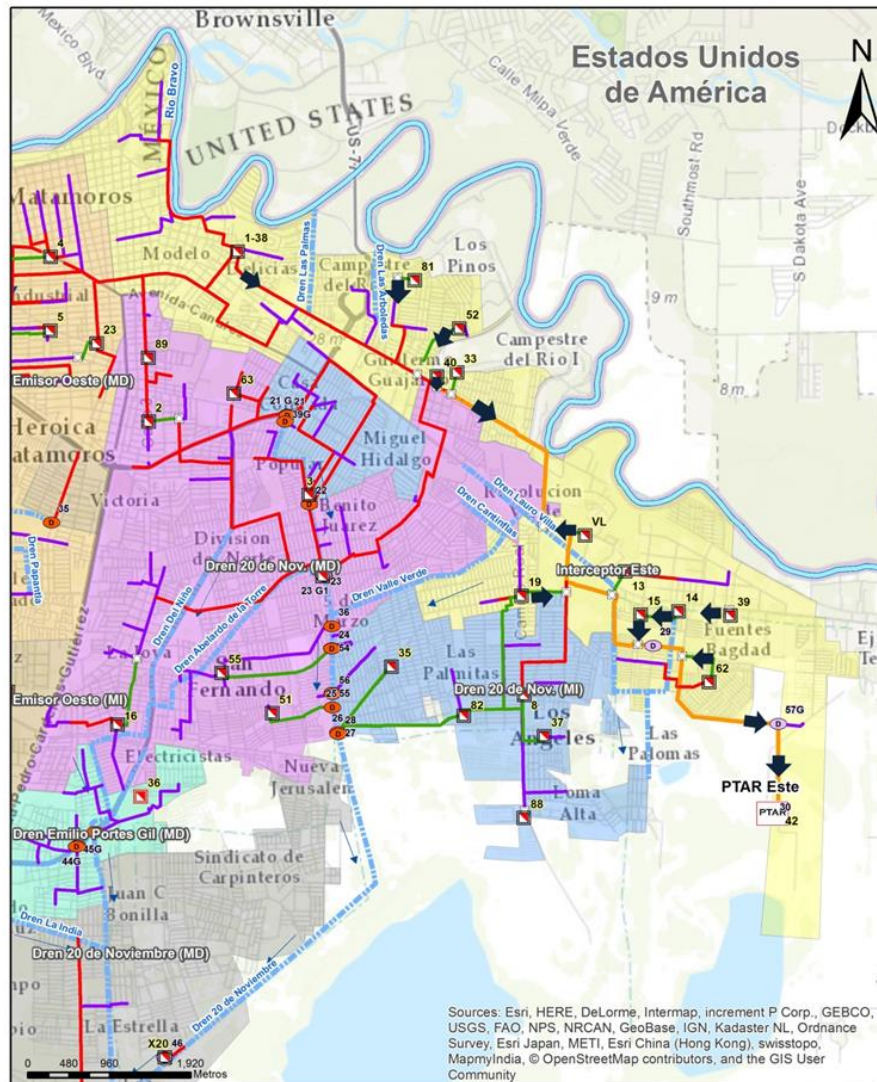


Figura 214. Sistema de la EB 42 que descarga en la PTAR Este



Por último a lo largo de los colectores, subcolectores, interceptores y emisores se tienen los pozos de visita que son las estructuras de acceso a los conductos, los cuales sirven principalmente para darle mantenimiento al drenaje, existiendo en los 151.6 Km de tubos principales que opera la JAD para recolectar y alejar el agua residual hasta las EBs y PTARs una cantidad de **2,560 pozos de visita**.

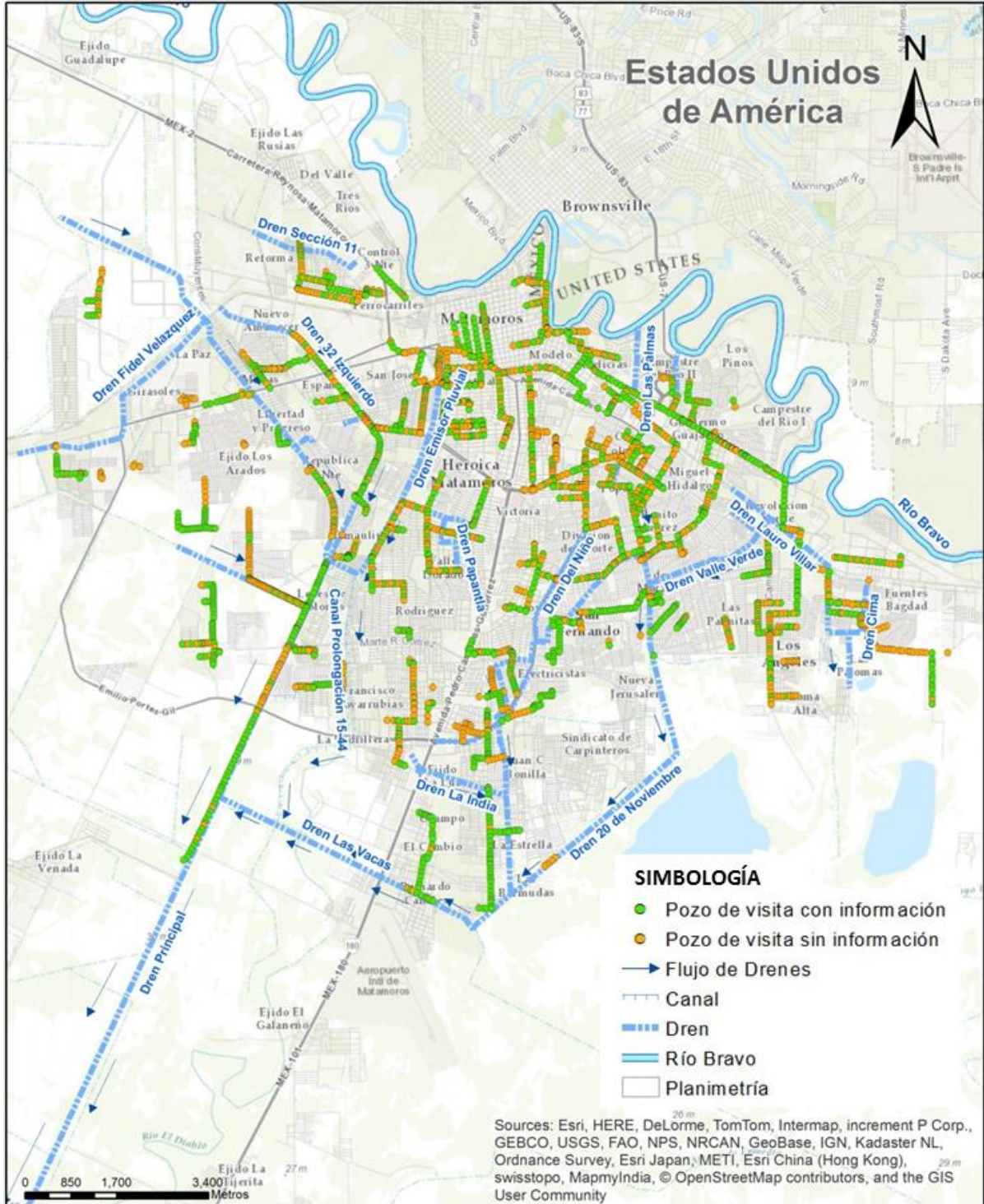


Figura 215. Pozos de vista en las líneas principales de alcantarillado de Matamoros



Es importante señalar que la JAD antes de este estudio contaba con muy poca información concentrada acerca de las profundidades de las plantillas o arrastres en los pozos, ya que mucha de ella se encontraba en planos propios de los proyectos de fraccionamientos o colonias y en muchos casos ni siquiera en ese tipo de planos, por lo que les fue necesario llevar a cabo trabajos de campo para determinar cuando menos la profundidad del pozo de visita, sin que eso asegure que es la profundidad a la que llegan todos los tubos que convergen en cada pozo de visita, ya que como se mencionó en párrafos anteriores más del 80% de los pozos están azolvados e inundados, lo que impide obtener con precisión la profundidad del pozo, como las profundidades de los tubos que llegan a los pozos de visita, así como el diámetro de los tubos, por lo mismo de que los pozos funcionan ahogados.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la cantidad de pozos existentes en los colectores y subcolectores, así como de los que se pudieron obtener cuando menos un valor de profundidad.

Tabla 149. Pozos de visita de las líneas principales con información de profundidades

Conductos	Status de PVs		Total
	Con información	Sin información	
Interceptores	141	86	227
Colectores	643	579	1,222
Subcolectores	640	471	1,111
Suma	1,424	1,136	2,560

Plantas de bombeo

Como se mencionó en párrafos anteriores el sistema de alcantarillado sanitario como el pluvial requieren de una gran cantidad de estaciones de bombeo con las cuales se eleve el agua hasta un pozo de visita a partir del cual el agua fluya por gravedad y en otros casos para descargar a los cuerpos receptores.

En la actualidad cuentan con 70 estaciones de bombeo de las cuales 60 se encuentran operando de manera constante. En la siguiente figura se presenta un plano de la ciudad de Matamoros con la localización de las 70 estaciones de bombeo agrupadas por Zona Este y Oeste.

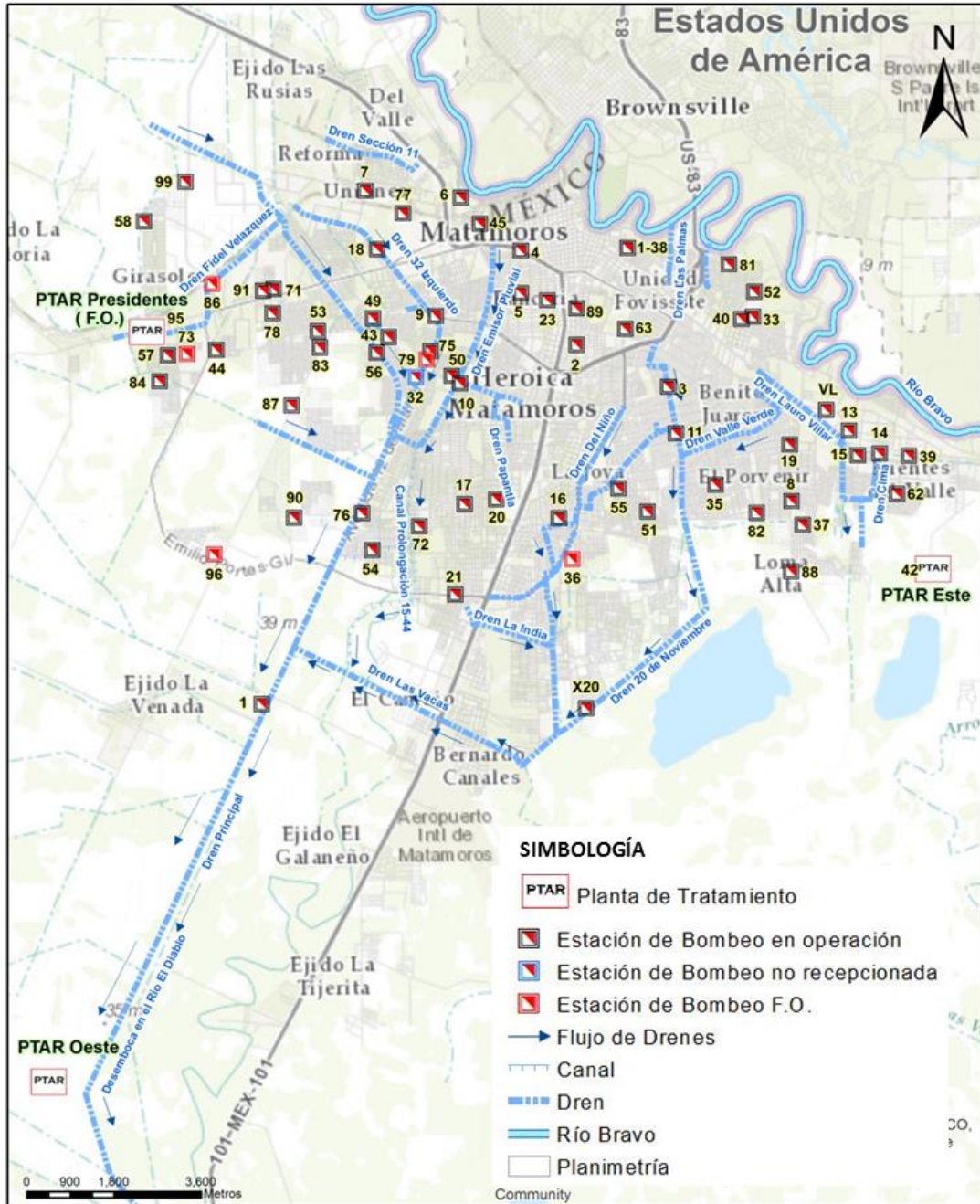


Figura 216. Estaciones de bombeo de aguas residuales

En la figura anterior se observa que existe un número importante de estaciones de bombeo, las cuales se requieren dada la topografía de la zona, con el fin de evitar que se profundicen más los drenajes y se haga difícil las conexiones de los albañales a los mismos, requiriendo de madriñas que intercepten dichas descargas y posteriormente las viertan en un pozo aguas abajo. Sin embargo, se requiere de analizar la permanencia de alguna de ellas. En la siguiente tabla se presenta información relevante de las plantas de bombeo de aguas residuales con las que cuenta la JAD para la operación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Matamoros.



Tabla 150. Localización de las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales

No.	ID	Nombre	Dirección	X	Y	Elevación
1	EBAR 1-38	Las Delicias	Av. del Carmen entre Miquihuana y Tampico Col. Las Delicias	651257.0106	2862760.0094	9.19
2	EBAR 2	3a. y Monterrey	Calle 3ra y Monterrey	650207.1918	2860751.1452	9.66
3	EBAR 3	Popular	Calle Zapata Col. Popular	652099.2380	2859887.1284	7.29
4	EBAR 4	Diagonal Cuauhtémoc	Calle 16 y Diagonal Col. Diagonal Cuauhtémoc	649051.2831	2862699.3136	8.91
5	EBAR 5	16 y Calixto de Ayala	16 y Calixto de Ayala	649049.3172	2861824.6315	7.65
6	EBAR 6	1a. de Mayo	Calle 1° de Mayo	647815.7249	2863795.7077	10.55
7	EBAR 7	Esperanza	Av. Uniones y Prol. De Av. Uniones	645844.3686	2863938.5462	10.34
8	EBAR 8	Tecnológico	Av. Camino Real y Tulum Col. Tecnológico	654640.2868	2857521.4158	6.04
9	EBAR 9	Las Águilas	Av. 12 de Marzo y Leyes de Reforma	647290.4419	2861350.6036	7.01
10	EBAR 10	Chulavista	Av. San Fernando y Villagrán	647795.5884	2859958.8057	8.20
11	EBAR 11	Nogalar	Miguel Hidalgo y Prol Prioridades Col. Independencia	652261.0716	2858923.0586	6.56
12	EBAR 12	Villas de Santa Anita	Génova y Santa María	646815.2005	2859707.9487	6.84
13	EBAR 13	Cd. Industrial Norte	Carr. Playa km 7 Cd. Industrial	655829.8195	2858983.3179	6.90
14	EBAR 14	Conj. Habitacional	Carr. L Villar km 8 1/2 Conjunto Hab. Cd. Ind.	656461.8443	2858510.7970	5.90
15	EBAR 15	Fuentes del Valle	Carr. L.V km 7.5 Patriot. y Libertad Col. Fuentes del Valle	656012.1634	2858470.0146	6.29
16	EBAR 16	Expo Oriente	Blvd de las Torres y San Fernando Col. Expo Oriente	649839.4579	2857172.1458	6.73
17	EBAR 17	Rodríguez	A. Obregón F Chopin Straus Col. Ébanos	647891.0094	2857462.0780	9.11
18	EBAR 18	Sendero		646080.6828	2862729.8730	7.12
19	EBAR 19	Las Culturas	Calle Otomí y República Argentina Col. Las Culturas	654608.2091	2858692.7647	6.91
20	EBAR 20	Terrenos de Expo Fiesta	Av. Jorge Negrete entre Independencia y Av. Pedro Col. Expo Fiesta Norte	648545.1401	2857559.1190	9.46
21	EBAR 21	La India	Calle Tulipán y Jazmín Fe. Tanque Col Jardines del Sur	647696.7684	2855587.5177	6.96
22	EBAR 23	11 y Calixto de Ayala		649596.7480	2861675.8147	8.32
23	EBAR 32	Valle Real		646887.5246	2860085.8804	8.35
24	EBAR 33	Campestre del Río	Blas aChumacero Col. Campestre del Río I	653849.2678	2861333.6394	6.23
25	EBAR 35	La Amistad	Calle Guayabito y Diagonal Amistad Col. 14 de Febrero	653074.2675	2857858.7329	6.66
26	EBAR 36	Emiliano Zapata	Surinam y Camino Vecinal	649605.9605	2855995.7783	7.20
27	EBAR 37	Hogares de Matamoros	Calle Cholula Col. Hogares de Matamoros	654875.5023	2857034.7204	5.65
28	EBAR 40	Campestre del Río		653609.1858	2861286.5154	8.39
29	EBAR 42	PTAR Este		657640.5517	2856173.6325	5.08
30	EBAR 43	Casa Blanca		646319.1532	2860914.2738	8.67
31	EBAR 44	Vamos Tamaulipas		642762.2187	2860644.2559	9.09



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	Dirección	X	Y	Elevación
32	EBAR 45	Lázaro Cárdenas		648206.9469	2863260.0896	10.39
33	EBAR 49	Casa Blanca 3		645996.3728	2861302.1293	8.85
34	EBAR 50	Rincón Colonial		647624.3606	2860115.3156	8.07
35	EBAR 51	Lomas de San Juan	Calle Benito Juárez Col. Lomas de San Juan	651667.8444	2857308.5166	7.71
36	EBAR 52	Los Pinos	Calle Sauces esq. Donaciones Col. Los Pinos	653873.1924	2861850.7889	6.70
37	EBAR 53	Las Brisas		644859.8199	2861038.0324	7.46
38	EBAR 54	Integración Familiar		645983.6215	2856514.5858	8.36
39	EBAR 55	Abelardo de la Torre	Calle Francisco González Yáñez Col. Abelardo de la Torre	651069.1461	2857783.5711	7.06
40	EBAR 56	Nuevo Milenio		646072.5108	2860589.3269	8.30
41	EBAR 57	Presidentes I		641761.0862	2860535.9017	10.73
42	EBAR 58	Fracc. Fidel Velázquez		641261.3742	2863304.8739	8.80
43	EBAR 62	Cima 3	Calle Miguel Hidalgo Esq. Av. Constitución No. 300 Col. Hacienda La Cima III	656820.8935	2857674.6107	5.80
44	EBAR 63	Praxedis Balboa	Av. Del Maestro esq. José Sucre Col. Praxedis Balboa	651213.7417	2861083.1962	7.88
45	EBAR 71	San Pedro		643942.3067	2861906.1647	9.79
46	EBAR 72	Leyes de Colonos		646957.6846	2857001.8574	9.15
47	EBAR 73	Presidentes II		642157.0559	2860566.8020	10.15
48	EBAR 75	Quinta Real		647186.0938	2860628.3408	6.95
49	EBAR 76	Las Misiones		645772.1557	2857269.5254	7.77
50	EBAR 77	El Chorizo		646617.5174	2863471.9846	10.54
51	EBAR 78	Brisas del Valle		643924.8780	2861406.6004	9.58
52	EBAR 79	Plaza Sendero		647090.8235	2860248.9887	8.07
53	EBAR 81	Arboledas del Río	Calle Fresno y Canelo Fracc. Arboledas del río I	653346.8361	2862419.3863	7.85
54	EBAR 82	Vista del Sol	Calle Congo de oro Col. Vista del Sol	653927.7887	2857278.3684	5.75
55	EBAR 83	Rinconada de las Brisas		644903.4268	2860694.9691	7.18
56	EBAR 84	Molinos del Rey		641588.9524	2860001.6403	10.37
57	EBAR 86	Los Nogales		642678.2965	2862014.1629	7.87
58	EBAR 87	Palmares de las Brisas		644319.5631	2859500.7012	7.87
59	EBAR 88	La Palangana	Camino real s/n Col. Valle de la Palangana	654634.6585	2856070.9716	5.75
60	EBAR 89	3a y Hernán Cortés	3ra. Y Hernán Cortés Col. Euskadi	650203.5610	2861503.6340	10.07
61	EBAR 90	Las Misiones II		644365.0530	2857182.9925	7.25
62	EBAR 91	El Caracol		643722.6105	2861873.6399	9.72
63	EBAR 96	Unidos Avanzamos		642718.5095	2856418.2648	8.23



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	Dirección	X	Y	Elevación
64	EBAR 98	Valle Real		646888.3237	2860084.8494	8.34
65	EBAR 99	Fracc. Alameda		642119.6998	2864125.0980	7.84
66	EBAR X20	18 de Octubre		650400.5404	2853241.8926	4.31
67	EBAR-VL	EBAR Villas de Lago		655359.3589	2859408.1060	8.05
68	EBAR 39	Pedregal	Av. Lauro Villar y Av. Pedregal	657073.3885	2858459.1705	5.96
69	EBAR 95	Tratadora Presidentes		641333.5228	2861017.9354	8.67
70		Rebombeo		643695.9224	2853324.9374	6.77

Tabla 151. Información técnica de las Estaciones de Bombeo

No.	ID	Nombre	Tipo	Status	Sector	Capacidad (m ³)	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)
1	EBAR 1-38	Las Delicias	EBAR Combinada / Pluvial	Operando	Oriente	5.65	4	200	180
2	EBAR 2	3a. y Monterrey	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		2	54	
3	EBAR 3	Popular	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	17.34	2	25	
4	EBAR 4	Diagonal Cuauhtémoc	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	17.3	3	105	120
5	EBAR 5	16 y Calixto de Ayala	EBAR Combinada	Operando	Poniente	19.6	6	210	135
6	EBAR 6	1a. de Mayo	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente	7.1	2	22.6	35
7	EBAR 7	Esperanza	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente	12.3	2	35	90
8	EBAR 8	Tecnológico	EBAR Combinada / Pluvial	Operando	Oriente	802.25	4	100	240
9	EBAR 9	Las Águilas	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente	13.8	3	105	200
10	EBAR 10	Chulavista	EBAR Combinada	Operando	Poniente	50.3	7	375	140
11	EBAR 11	Nogalar	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	38.4	4	300	945
12	EBAR 12	Villas de Santa Anita	EBAR Sanitaria	F.O.	Poniente	30.5			
13	EBAR 13	Cd. Industrial Norte	EBAR Combinada / Pluvial	Operando	Oriente	51.5	3	22.5	
14	EBAR 14	Conj. Habitacional	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	7.2	1	22.5	
15	EBAR 15	Fuentes del Valle	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	5.4	2	7.5	
16	EBAR 16	Expo Oriente	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	12.6	3	30	80
17	EBAR 17	Rodríguez	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	7	3	48	45
18	EBAR 18	Sendero	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	72	----
19	EBAR 19	Las Culturas	EBAR Sanitaria / Pluvial	Operando	Oriente	22.9	3	25	40
20	EBAR 20	Terrenos de Expo Fiesta	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	2.5	2	30	



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	Tipo	Status	Sector	Capacidad (m ³)	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)
21	EBAR 21	La India	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	35.59	3	189	125
22	EBAR 23	11 y Calixto de Ayala	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		2	15	----
23	EBAR 32	Valle Real	EBAR Sanitaria	No Recepcionada	Poniente				
24	EBAR 33	Campestre del Río	EBAR Combinada	Operando	Oriente	28.27 / 44.53	2	75	
25	EBAR 35	La Amistad	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	223.76	3	25	
26	EBAR 36	Emiliano Zapata	EBAR Sanitaria	F.O.	Oriente	14.19	3	15	27
27	EBAR 37	Hogares de Matamoros	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	6.15	2	9	38
28	EBAR 40	Campestre del Río	EBAR Sanitaria / Pluvial	Operando	Oriente	5.3	3	15	
29	EBAR 42	PTAR Este	EBAR Combinada	Operando	Oriente		7	75	
30	EBAR 43	Casa Blanca	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente	13.1		10	
31	EBAR 44	Vamos Tamaulipas	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		4	48.9	----
32	EBAR 45	Lázaro Cárdenas	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente	11.9		22.6	35
33	EBAR 49	Casa Blanca 3	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente	3.13	2	22.6	----
34	EBAR 50	Rincón Colonial	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		2	15	----
35	EBAR 51	Lomas de San Juan	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	85.58	2	30	0
36	EBAR 52	Los Pinos	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	28.27	3	11.3	17
37	EBAR 53	Las Brisas	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		----	36	----
38	EBAR 54	Integración Familiar	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	108	----
39	EBAR 55	Abelardo de la Torre	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	12.56	3	65	174
40	EBAR 56	Nuevo Milenio	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	54	----
41	EBAR 57	Presidentes I	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	50	----
42	EBAR 58	Fracc. Fidel Velázquez	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	30.1	----
43	EBAR 62	Cima 3	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	14.32	3	36	
44	EBAR 63	Praxedis Balboa	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	11.1	3	11.3	
45	EBAR 71	San Pedro	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		2	15	----
46	EBAR 72	Leyes de Colonos	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	15	----
47	EBAR 73	Presidentes II	EBAR Sanitaria	F.O.	Poniente		3	37.5	----
48	EBAR 75	Quinta Real	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		5	310	----
49	EBAR 76	Las Misiones	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	72	----
50	EBAR 77	El Chorizo	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		2	18.8	----
51	EBAR 78	Brisas del Valle	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente	18.1	2	18.8	20
52	EBAR 79	Plaza Sendero	EBAR Sanitaria	F.O.	Poniente		6	345	----
53	EBAR 81	Arboledas del Río	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	3.14	2	6	10



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	Tipo	Status	Sector	Capacidad (m ³)	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)
54	EBAR 82	Vista del Sol	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	9.35	3	7.5	20
55	EBAR 83	Rinconada de las Brisas	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	50	-----
56	EBAR 84	Molinos del Rey	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	45	-----
57	EBAR 86	Los Nogales	EBAR Sanitaria	F.O.	Poniente		2	10	-----
58	EBAR 87	Palmares de las Brisas	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		3	108	-----
59	EBAR 88	La Palangana	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	13.85	3	7.5	18
60	EBAR 89	3a y Hernán Cortés	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	2.07	1	1	-----
61	EBAR 90	Las Misiones II	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente		4	25	-----
62	EBAR 91	El Caracol	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente	12.6		15	32
63	EBAR 96	Unidos Avanzamos	EBAR Sanitaria	F.O.	Poniente		3	72	-----
64	EBAR 98	Valle Real	EBAR Sanitaria	F.O.	Poniente	--	--	---	--
65	EBAR 99	Fracc. Alameda	EBAR Sanitaria	Operando	Poniente				
66	EBAR X20	18 de Octubre	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente		3	25	-----
67	EBAR-VL	EBAR Villas de Lago	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente				
68	EBAR 39	Pedregal	EBAR Sanitaria	Operando	Oriente	68.68	2	9	180
69	EBAR 95	Tratadora Presidentes	EBAR Sanitaria	F.O.	Pendiente	---	2	20	-----
70		Rebombeo	EBAR Sanitaria	No Especificado	Poniente	---	---	---	---

En las tablas anteriores se presentó parte de la información de las estaciones de bombeo que la JAD proporcionó, y en el siguiente plano se presenta las cuencas de aportación de cada una de ellas, en el entendido de que 6 cuencas agrupan a un número determinados de zonas de influencia de plantas de bombeo, tal es el caso de la cuenca C-Delicias que agrupa a 12 zonas incluyendo la de la propia EBAR 1-38 Delicias, que son: EBAR 13, 14, 15, 19, 33, 40, 42, 52, 62, 81 y Villas de Lago; la cuenca C-11 Nogalar que agrupa a 5 zonas incluyendo la propia EBAR -11, que son: EBAR 16, 2, 63 y 89; la cuenca C-9 Las Águilas que agrupa a 5 zonas incluyendo la propia EBAR -9, que son: EBAR 23, 11, 4, 45 y 5; la cuenca C-57 Presidentes 1 que agrupa a 3 zonas incluyendo la propia EBAR-57, que son: 73 y 84; la cuenca C-17 Rodríguez que agrupa a 2 zonas que son la EBAR 17 y la 20 y por último la cuenca C-8 Tecnológico que agrupa a 2 zonas que son la EBAR 8 y la 37.



SIMBOLOGÍA

- A Gravedad
- 1 EB 1-38 (Delicias)
- 2 EB 2 (3a. y Monterrey)
- 3 EB 3 (Popular)
- 4 EB 4 (Diagonal Cuatremoc)
- 5 EB 5 (16 y C. de Ayala)
- 6 EB 6 (1° de Mayo)
- 7 EB 7 (Esperanza)
- 8 EB 8 (Teológico)
- 9 EB 9 (Las Águilas)
- 10 EB 10 (Chulavista)
- 11 EB 11 (Nogalar)
- 12 EB 13 (Cd. Industrial Norte)
- 13 EB 14 (Conj. Habitacional)
- 14 EB 15 (Fuentes del Valle)
- 15 EB 16 (Expo Oriente)
- 16 EB 17 (Rodríguez)
- 17 EB 18 (Sendero)
- 18 EB 19 (Las Culturas)
- 19 EB 20 (Terrenos de Expo Fiesta)
- 20 EB 21 (La India)
- 21 EB 23 (11 Y. C. de Ayala)
- 22 EB 32 (Valle Real)
- 23 EB 33 (Campestre del Río)
- 24 EB 35 (La Amistad)
- 25 EB 36 (Emiliano Zapata)
- 26 EB 37 (Hogares de Matamoros)
- 27 EB 39 (Pedregal)
- 28 EB 40 (Campestre del Río)
- 29 EB 43 (Casa Blanca)
- 30 EB 44 (Vamos Tamaulipas)
- 31 EB 45 (Lázaro Cárdenas)
- 32 EB 49 (Casa Blanca 3)
- 33 EB 50 (Rincón Colonial)
- 34 EB 51 (Lomas de San Juan)
- 35 EB 52 (Los Pinos)
- 36 EB 53 (Las Brisas)
- 37 EB 54 (Integración Familiar)
- 38 EB 55 (Abelardo de la Torre)
- 39 EB 56 (Nuevo Milenio)
- 40 EB 57 (Presidentes 1)
- 41 EB 58 (Fidel Velázquez 2)
- 42 EB 62 (Cima 3)
- 43 EB 63 (Praxedis Balcas)
- 44 EB 71 (San Pedro)
- 45 EB 72 (Leyes de Colonos)
- 46 EB 73 (Presidentes 2)
- 47 EB 75 (Quinta Real)
- 48 EB 76 (Millones)
- 49 EB 77 (El Chorizo)
- 50 EB 78 (Las Brisas del Valle)
- 51 EB 79 (Plaza Sendero)
- 52 EB 81 (Arboledas del Río)
- 53 EB 82 (Vista del Sol)
- 54 EB 83 (Rinconada de las Brisas)
- 55 EB 84 (Molino del Rey)
- 56 EB 86 (Los Nogales)
- 57 EB 87 (Palmares de las Brisas)
- 58 EB 88 (La Palangana)
- 59 EB 89 (3a y Hernán Cortez)
- 60 EB 90 (Millones 2)
- 61 EB 91 (Caracol)
- 62 EB 96 (Unidos Avanzamos)
- 63 EB 99 (Fracc. Alameda)
- 64 EB-VL (C Villias de Lago)
- 65 EB X1 (Benjamín Gaona)
- 66 EB X20 (Movimiento 18 de Octubre)

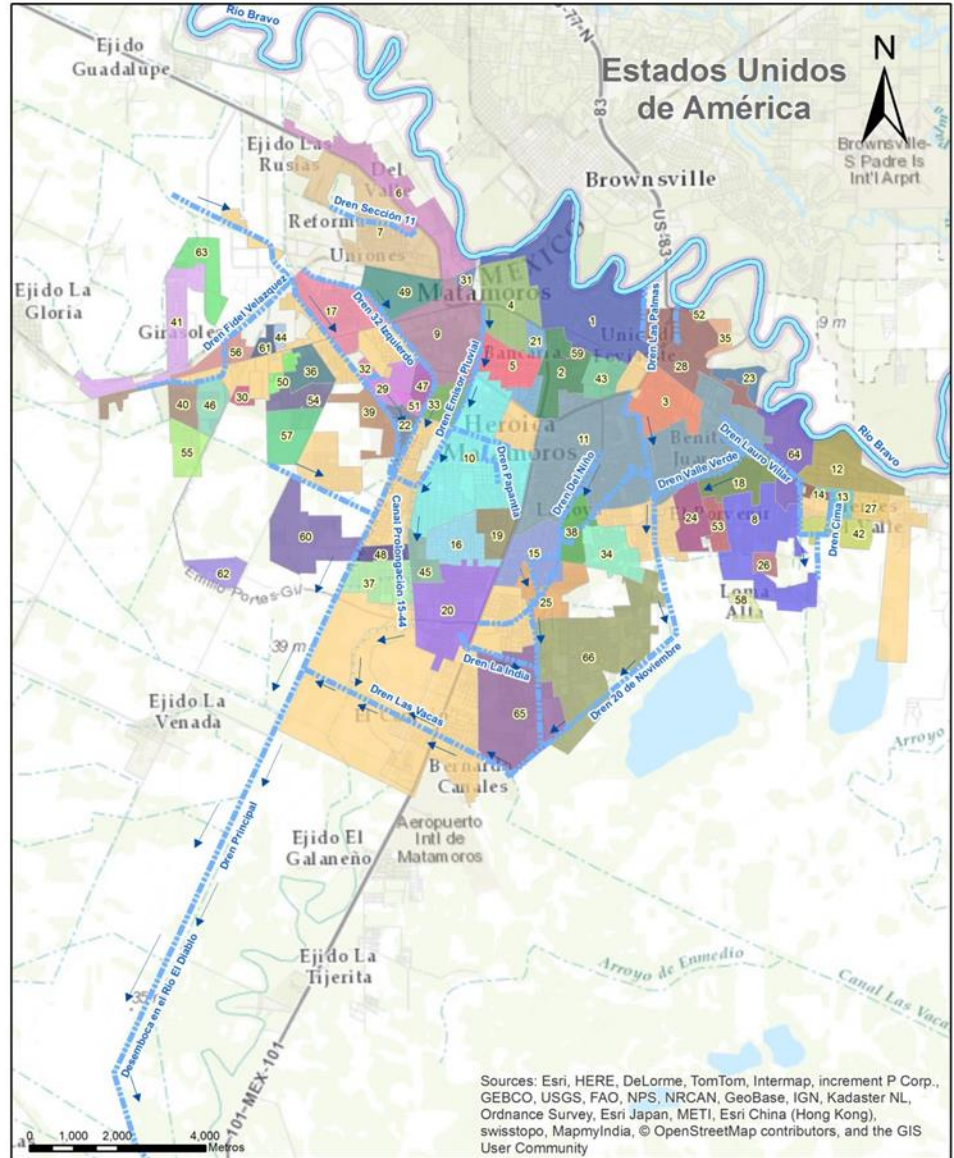


Figura 217. Zonas de cobertura o aportación de las estaciones de bombeo de aguas residuales

En las siguientes tablas se presenta información de las superficies de la mancha urbana que aporta las aguas residuales que se generan dentro de ellas a las estaciones de bombeo e información de los equipos de bombeo instalados en cada estación.

Tabla 152. Superficies de aportación a las Estaciones de bombeo de aguas residuales

No	EBAR	Superficie (Ha)
1	EBAR-VL	189.56
2	EBAR 1-38	515.50
3	EBAR 10	618.68



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No	EBAR	Superficie (Ha)
4	EBAR 11	1,054.25
5	EBAR 13	145.58
6	EBAR 14	37.20
7	EBAR 15	14.04
8	EBAR 16	164.92
9	EBAR 17	129.69
10	EBAR 18	209.84
11	EBAR 19	133.92
12	EBAR 2	145.06
13	EBAR 20	85.37
14	EBAR 21	265.60
15	EBAR 23	66.61
16	EBAR 3	216.81
17	EBAR 32	49.07
18	EBAR 33	46.25
19	EBAR 35	90.09
20	EBAR 36	277.63
21	EBAR 37	26.48
22	EBAR 4	217.91
23	EBAR 40	245.38
24	EBAR 42	287.19
25	EBAR 43	72.62
26	EBAR 44	18.56
27	EBAR 45	14.63
28	EBAR 49	11.24
29	EBAR 5	116.04
30	EBAR 50	70.18
31	EBAR 51	96.57
32	EBAR 52	21.42
33	EBAR 53	72.71
34	EBAR 54	108.26
35	EBAR 55	137.73
36	EBAR 56	95.50
37	EBAR 57	61.00
38	EBAR 58	129.51
39	EBAR 6	83.05
40	EBAR 62	112.35
41	EBAR 63	70.94
42	EBAR 7	291.36
43	EBAR 71	14.17
44	EBAR 72	59.05



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No	EBAR	Superficie (Ha)
45	EBAR 73	71.64
46	EBAR 75	40.33
47	EBAR 76	42.07
48	EBAR 77	145.38
49	EBAR 78	28.52
50	EBAR 79	18.68
51	EBAR 8	278.72
52	EBAR 81	4.93
53	EBAR 82	48.53
54	EBAR 83	68.87
55	EBAR 84	86.04
56	EBAR 86	6.09
57	EBAR 87	124.55
58	EBAR 88	29.67
59	EBAR 89	8.93
60	EBAR 9	317.58
61	EBAR 90	253.39
62	EBAR 91	24.50
63	EBAR 96	65.22
64	EBAR 99	110.60
65	EBAR X1	79.70
66	EBAR X20 18	855.26
67	Rebombeo	211.50
Suma		9,810.20

Tabla 153. Equipos instalados en la estaciones de bombeo de aguas residuales

No.	ID	Nombre	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)	No. Bomba	Tipo	Status	Marca	Potencia (hp)
1	EBAR 1-38	Las Delicias	4	150	400	1	Sumergible	En Operación	ABS	100
						2	Sumergible	En Operación	ABS	100
						3			ABS	100
						4			ABS	100
2	EBAR 2	3a. y Monterrey	2	54		1	----	----	----	18
						2	----	----	----	36
3	EBAR 3	Popular	2	25		1	Sumergible	En Operación	NABOHI / BARNES	25
						2	----	----	----	----
4	EBAR 4	Diagonal Cuauhtémoc	3	105	360	1	Sumergible	En Operación	FLYGT	35
						2	Sumergible	En Operación	FLYGT	35
						3	Sumergible	En Operación	FLYGT	35



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)	No. Bomba	Tipo	Status	Marca	Potencia (hp)
5	EBAR 5	16 y Calixto de Ayala	6	210	810	1	Sumergible	En Operación		35
						2	Sumergible	En Operación		35
						3	Sumergible	En Operación		35
						4	Sumergible	En Operación		35
						5	Sumergible	En Operación		35
						6	Sumergible	En Operación		35
6	EBAR 6	1a. de Mayo	2	22.6	70	1	Sumergible	En Operación		11.3
						2	Sumergible	En Reparación / Sin Reparar		11.3
7	EBAR 7	Esperanza	2	35 / 70	90	1	Sumergible	En Operación		35
						2	-----	En Operación	-----	35
8	EBAR 8	Tecnológico	4	150	240	1	Sumergible	F.O. / En Operación	ABS	75
						2	Sumergible	En Operación	ABS	75
						3	-----	-----	-----	-----
						4	-----	-----	-----	-----
9	EBAR 9	Las Águilas	3	105	320	1	Sumergible	En Operación		69
						2	Sumergible	En Operación		36
						3	-----	En Operación	-----	35
10	EBAR 10	Chulavista	7	375	1,580	1	Sumergible	En Operación		45
						2	Sumergible	En Operación		45
						3	Sumergible	En Operación		45
						4	Sumergible	En Operación		60
						5	Sumergible	En Operación		60
						6	Sumergible	En Operación		60
						7	Sumergible	En Operación		60
11	EBAR 11	Nogalar	4	300	945	1	Vertical	En Operación	US	125
						2	Vertical	En Operación	US	100
						3	Vertical	En Operación	US	75
						4	-----	-----	-----	-----
12	EBAR 12	Villas de Santa Anita								
13	EBAR 13	Cd. Industrial Norte	3	45		1	Sumergible	En Operación	FLYGT	15
						2	Sumergible	En Operación	FLYGT	15
						3	-----	-----	FLYGT	15
14	EBAR 14	Conj. Habitacional	1	22.5		1	Sumergible	En Operación	ABS / BARNES	7.5
						2	Sumergible	En Operación	ABS	7.5



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)	No. Bomba	Tipo	Status	Marca	Potencia (hp)
						3	Sumergible	En Operación	ABS	7.5
15	EBAR 15	Fuentes del Valle	2	7.5 / 18.8		1	Sumergible	En Operación	BARNES	7.5
						2	-----	-----	BARNES	11.3
16	EBAR 16	Expo Oriente	3	30	80	1	Sumergible	En Operación	BARNES	30
						2	-----	-----	-----	-----
						3	-----	-----	-----	-----
17	EBAR 17	Rodríguez	3	48	90	1	Sumergible	En Operación	BARNES	18
						2	Sumergible	En Operación	BARNES	18
						3	Sumergible	En Operación	BARNES	12
18	EBAR 18	Sendero	3	72	-----	1	-----	En Operación	-----	24
						2	-----	En Operación	-----	24
						3	-----	Sin Reparar	-----	24
19	EBAR 19	Las Culturas	3	60	120	1	Sumergible	En Operación	FLYGT	15
						2	Sumergible	En Operación	FLYGT	15
						3	-----	-----	FLYGT	15
						4	-----	-----	FLYGT	15
20	EBAR 20	Terrenos de Expo Fiesta	2	12		1	Sumergible	En Operación	BARNES	7.5
						2	-----	-----	BARNES	4.5
21	EBAR 21	La India	3	189	375	1	Sumergible	F.O.	FLYGT	47
						2	Sumergible	F.O.	FLYGT	47
						3	Sumergible	F.O.	FLYGT	47
						4	Sumergible	En Operación	BARNES	48
22	EBAR 23	11 y Calixto de Ayala	2	15	-----	1	-----	En Operación	-----	7.5
						2	-----	En Operación	-----	7.5
23	EBAR 32	Valle Real								
24	EBAR 33	Campestre del Río	2	75		1	Sumergible	En Operación	FLYGT / BARNES	25
						2	Sumergible	En Operación	FLYGT / GOULDS	50
25	EBAR 35	La Amistad	3	25		1	Sumergible	En Operación	FLYGT	25
						2	-----	-----	-----	-----
						3	-----	-----	-----	-----
26	EBAR 36	Emiliano Zapata	3	15	27	1	Sumergible	En Operación	NABOHI	15
						2	-----	-----	-----	-----
						3	-----	-----	-----	-----
27	EBAR 37	Hogares de	2	9	38	1	Sumergible	En Operación	BARNES	4.5



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)	No. Bomba	Tipo	Status	Marca	Potencia (hp)
		Matamoros				2	Sumergible	Dañada	BARNES	4.5
28	EBAR 40	Campestre del Río	3	75		1	Sumergible	En Operación	BARNES / FLYGT	25
						2	-----	-----	FLYGT	25
						3	-----	-----	FLYGT	25
29	EBAR 42	PTAR Este	7	525		1	Sumergible	En Operación	FLYGT	75
						2	-----	En Operación	FLYGT	75
						3	-----	En Operación	FLYGT	75
						4	-----	En Operación	FLYGT	75
						5	-----	En Operación	FLYGT	75
						6	-----	En Reparación	FLYGT	75
						7	-----	-----	FLYGT	75
30	EBAR 43	Casa Blanca		10		1	Sumergible	En Operación		10
31	EBAR 44	Vamos Tamaulipas	4	48.9	-----	1		F.O.		11.3
						2		F.O.		11.3
						3		F.O.		11.3
						4		F.O.		15
32	EBAR 45	Lázaro Cárdenas		22.6	70	1	Sumergible	En Operación		11.3
						2	Sumergible	En Operación		11.3
33	EBAR 49	Casa Blanca 3	2	22.6	-----	1	-----	En Operación	-----	11.3
						2	-----	En Operación	-----	11.3
34	EBAR 50	Rincón Colonial	2	15	-----	1	-----	En Operación	-----	7.5
						2	-----	En Operación	-----	7.5
35	EBAR 51	Lomas de San Juan	2	30	180	1	Sumergible	En Operación	BARNES	12
						2	Sumergible	En Operación	BARNES	18
36	EBAR 52	Los Pinos	3	11.3	17	1	Sumergible	En Operación	BARNES	11.3
						2	-----	-----	-----	-----
						3	-----	-----	-----	-----
37	EBAR 53	Las Brisas	-----	36	-----	1	-----	-----	-----	12
						2	-----	-----	-----	12
						3	-----	-----	-----	12
38	EBAR 54	Integración Familiar	3	108	-----	1	-----	En Operación	-----	36
						2	-----	En Operación	-----	36
						3	-----	En Operación	-----	36
39	EBAR 55	Abelardo de la Torre	3	65 / 50	174	1	Sumergible	En Operación	FLYGT	15
						2	Sumergible	En Operación	FLYGT	25



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)	No. Bomba	Tipo	Status	Marca	Potencia (hp)
						3	Sumergible	En Operación	FLYGT	25
40	EBAR 56	Nuevo Milenio	3	54	----	1	----	En Operación	----	18
						2	----	En Operación	----	18
						3	----	En Operación	----	18
41	EBAR 57	Presidentes I	3	50	----	1	----	----	----	20
						2	----	----	----	15
						3	----	----	----	15
42	EBAR 58	Fracc. Fidel Velázquez	3	30.1	----	1	----	En Operación	----	11.3
						2	----	Sin Reparar	----	7.5
						3	----	Sin Reparar	----	11.3
43	EBAR 62	Cima 3	3	235		1	Sumergible	En Operación	BARNES	60
						2	----	----	----	75
						3	----	----	----	100
44	EBAR 63	Praxedis Balboa	3	11.3 / 26.3		1	Sumergible	En Operación	BARNES	11.3
						2	----	----	BARNES	15
						3	----	----	----	----
45	EBAR 71	San Pedro	2	15	----	1		En Operación		7.5
						2		En Operación		7.5
46	EBAR 72	Leyes de Colonos	3	15	----	1	----	En Operación	----	5
						2	----	En Operación	----	5
						3	----	En Operación	----	5
47	EBAR 73	Presidentes II	3	37.5	----	1		En Operación		7.5
						2		En Operación		15
						3		En Operación		15
48	EBAR 75	Quinta Real	5	310	----	1		En Operación		30
						2		En Operación		30
						3		En Operación		75
						4		En Operación		75
						5		En Operación		100
49	EBAR 76	Las Misiones	3	72	----	1	----	----	----	24
						2	----	----	----	24
						3	----	----	----	24
50	EBAR 77	El Chorizo	2	18.8	----	1	----	En Operación	----	7.5
						2	----	En Operación	----	11.3
51	EBAR 78	Brisas del	2	18.8	52	1	Sumergible	En Operación		7.5



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)	No. Bomba	Tipo	Status	Marca	Potencia (hp)
		Valle				2	Sumergible	En Operación		11.3
52	EBAR 79	Plaza Sendero	6	345	----	1	----	En Operación	----	15
						2	----	En Operación	----	15
						3	----	En Operación	----	15
						4	----	En Operación	----	75
						5	----	En Operación	----	75
						6	----	En Operación	----	150
53	EBAR 81	Arboledas del Río	2	6	20	1	Sumergible	En Operación	BARNES	3
						2	Sumergible	En Operación	BARNES	3
54	EBAR 82	Vista del Sol	3	15	20	1	Sumergible	En Operación	BARNES	15
						2	----	----	----	----
						3	----	----	----	----
55	EBAR 83	Rinconada de las Brisas	3	50	----	1	----	En Operación	----	15
						2	----	En Operación	----	15
						3	----	En Operación	----	20
56	EBAR 84	Molinos del Rey	3	45	----	1	----	En Operación	----	15
						2	----	En Operación	----	15
						3	----	En Operación	----	15
57	EBAR 86	Los Nogales	2	10	----	1	----	Sin Reparar	----	5
						2	----	----	----	----
58	EBAR 87	Palmares de las Brisas	3	108	----	1		En Operación		36
						2		En Operación		36
						3		En Operación		36
59	EBAR 88	La Palangana	3	7.5	18	1	Sumergible	En Operación	BARNES	7.5
						2	----	----	BARNES	11.3
						3	----	----	----	----
60	EBAR 89	3a y Hernán Cortés	1	1	----	1	Sumergible	En Operación	BARNES	1
61	EBAR 90	Las Misiones II	4	25	----	1	----	En Operación	----	25
						2	----	----	----	----
						3	----	----	----	----
						4	----	----	----	----
62	EBAR 91	El Caracol		15	96	1	Sumergible	En Operación		5
						2	Sumergible	En Operación		5
						3	Sumergible	En Operación		5
63	EBAR 96	Unidos	3	72	----	1	----	----	----	24



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	No. Equipos	Potencia Total (hp)	Gasto Total (L/s)	No. Bomba	Tipo	Status	Marca	Potencia (hp)
		Avanzamos				2	----	----	----	24
						3	----	----	----	24
64	EBAR 98	Valle Real								
65	EBAR 99	Fracc. Alameda								
66	EBAR X20	18 de Octubre	3	25	----	1	----	----	----	25
						2	----	----	----	----
						3	----	----	----	----
67	EBAR-VL	EBAR Villas de Lago								
68	EBAR 39	Pedregal	2	9	360	1	Sumergible	En Operación	BARNES	4.5
						2	Sumergible	En Reparación	BARNES	4.5
69	EBAR 95	Tratadora Presidentes	2	20	----	1	----	Fuera de Operación	----	20
						2	----	En Operación	----	20
						3	----	----	----	----
						4	----	----	----	----
						5	----	----	----	----
70		Rebombeo								

Es importante comentar que la gran mayoría de las estaciones de bombeo se encuentran en buenas y regulares condiciones, sin embargo, en ninguna de ellas se han realizado estudios de eficiencia de los equipos de bombeo, por lo que se desconoce la eficiencia con la que operan, así como datos básicos de gasto y presión de salida. En las siguientes figuras se presentan las condiciones en las que se encuentran algunas de ellas.

Para mayor detalle de información de la infraestructura de alcantarillado consultar los anexos 10 y 11.





ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS





Figura 218. Estado de conservación de las estaciones de bombeo de aguas negras

Control de Avenidas

Como parte del control de avenidas para el afluente del Río Bravo, principal corriente que hay en Matamoros, existen dos presas de almacenamiento Internacionales, la presa La Amistad, cerca de Ciudad Acuña Coahuila, la presa Falcón, aguas abajo de Nuevo Laredo destinadas al mejor aprovechamiento de las aguas del río Bravo para riego, generación de energía eléctrica, control de avenidas entre otros usos y las presas derivadoras Anzaldúas y Retamal, la primera deriva agua para riego al Distrito 025 a través del canal principal Anzaldúas y la segunda se utiliza para el control de avenidas para protección de Matamoros y Brownsville en Texas las cuales son operadas por la CILA junto con la CONAGUA.

Sin embargo, debido a la lejanía que existe entre las presas y Matamoros es casi nulo el control para las grandes corrientes que se presentan ya que al poniente se ubican más de 50 mil hectáreas de terrenos del municipio rural los cuales drenan sus aguas por medio del Dren Principal para luego transitar en la ciudad, existiendo saturación del dren al llevar una gran cantidad de agua agrícola, que en conjunto con la gran cantidad de tapones hidráulicos a causa de azolves y al incremento de las lluvias torrenciales, ocasiona que llegue a su máxima capacidad existiendo desbordamiento de los drenes provocando grandes inundaciones en varias zonas de la Ciudad.

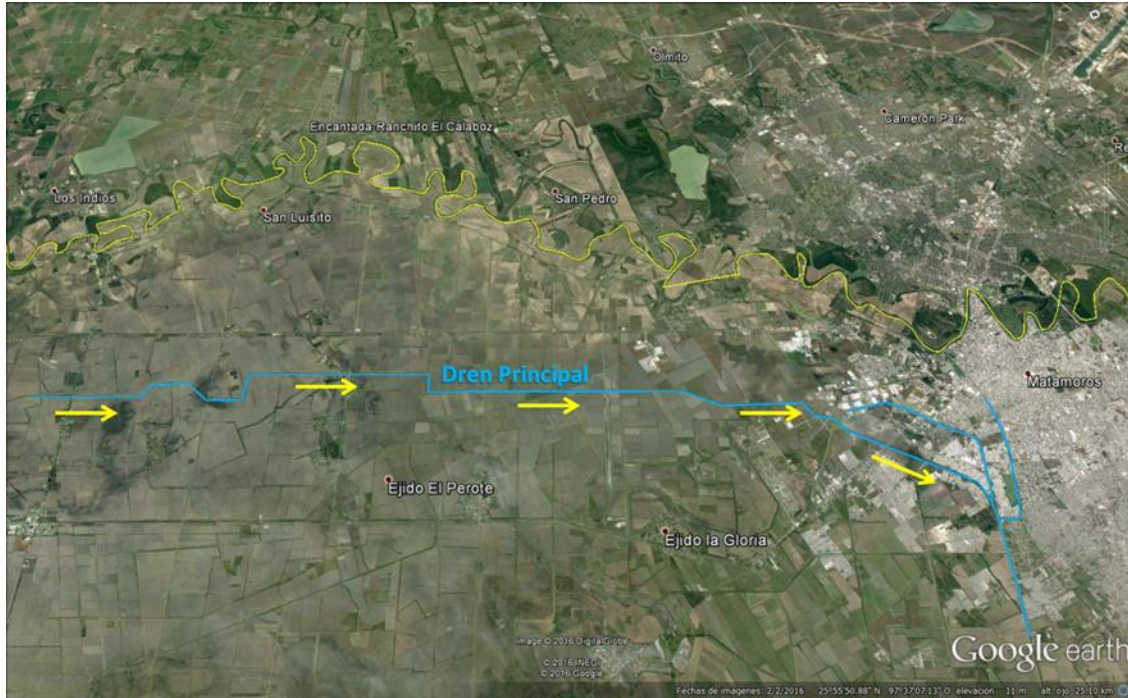


Figura 219. Confluencia del Dren Principal hacia Matamoros

El Dren Emisor Pluvial y el 32 Izquierdo que corresponden paralelamente al Principal, son los que llevan una carga importante de agua pluvial cuando llueve en la ciudad, convergen en un solo punto con el Dren Principal impidiendo que estos descarguen sus aguas. En la siguiente figura se presenta el sistema de Drenes del Distrito de Riego 025 del Módulo I-1.



Figura 220. Sistema de drenaje pluvial en el Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo en el Módulo I-1



Matamoros por su posición geográfica y su proximidad con el Golfo de México, se caracteriza por ser muy vulnerable al embate de una gran variedad de fenómenos naturales, entre ellas fenómenos hidrometeorológicos de gran magnitud tales como: ciclones tropicales, frentes fríos, entrada de aire húmedo los cuales pueden ocasionar lluvias intensas que pueden provocar inundaciones, deslaves u otros efectos de la naturaleza.

No obstante lo anterior, no es necesario el impacto de un evento hidrometeorológico de gran magnitud para que en esta región se presenten riesgos de inundación, ya que la ocurrencia de lluvias atípicas provoca inundaciones repentinas, momentáneas y permanentes en sus modalidades ligeras, moderadas y severas. En la siguiente imagen se presentan las zonas más vulnerables en cuanto a desbordamientos, encharcamientos y calles inundables en Matamoros:

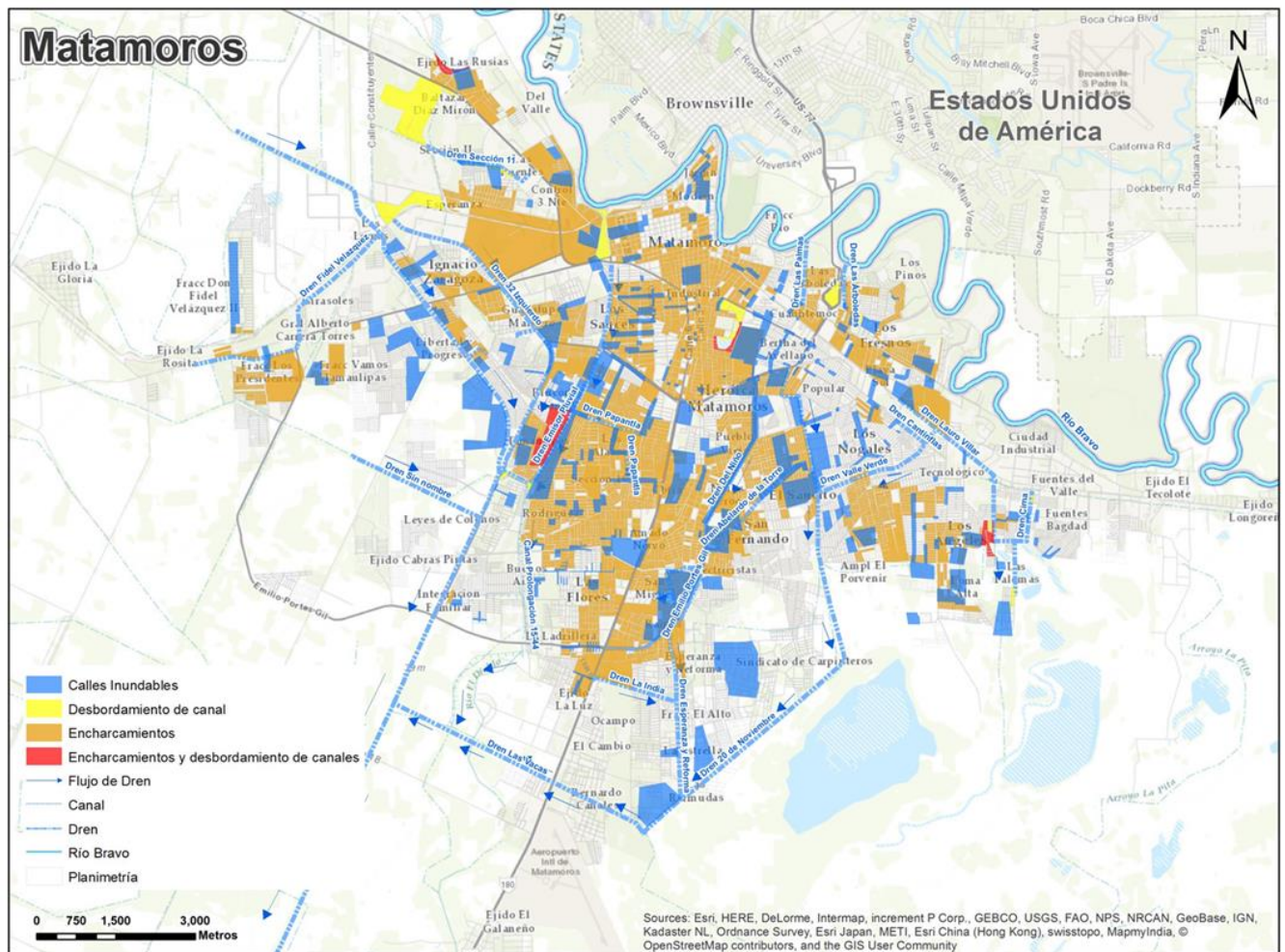


Figura 221. Desbordamientos, encharcamientos y calles inundables en Matamoros.

Es importante remarcar algunas de las causas que han originado que la ciudad de Matamoros tenga un alto porcentaje de áreas y sitios considerados como de alto riesgo por inundaciones, por un lado la problemática de la creciente explosión demográfica, las altas densidades de población; el crecimiento desmedido de la mancha urbana; la falta de planeación y del cumplimiento de la normatividad existente para respetar los usos del suelo y respetar sobre todo aquellas áreas que por sus características topográficas deben



destinarse a otros usos, los cuales incrementan enormemente el grado de riesgo al que están expuestos todos los habitantes en este municipio y por otro lado, la falta de infraestructura de drenaje pluvial ya que es insuficiente y se encuentra en condiciones físicas inadecuadas para desalojar el agua en los tiempos requeridos ya que su función principal era agrícola y al entrar a la ciudad cambia la cantidad de agua que escurre por la forma en la que llueve en la zona.

En un afán de mitigar, reducir y prevenir los efectos del impacto de estos fenómenos hidrometeorológicos se han implementado una serie de acciones, cuya principal finalidad es evitar los asentamientos en sitios considerados como de alto riesgo por inundación, reforzar y adecuar la infraestructura existente, mejorando normas y procurando su aplicación, al mismo tiempo preparar e informar a la población para que sepa cómo actuar antes, durante y después de una contingencia; además cuando es necesario, se construyen obras de protección para evitar el desbordamiento de ríos y por otra parte ampliando los sistemas de monitoreo de niveles de agua y escalas críticas en corrientes recurrentes y obras de almacenamiento.

De acuerdo a lo anterior, se ha propuesto diseñar acciones y programas para mitigar y reducir oportunamente estos riesgos a través del reforzamiento y adecuación de la infraestructura, mejorando normas y procurando su aplicación, al mismo tiempo, preparar e informar a la población para que sepa cómo actuar antes, durante y después de una contingencia, tomando a consideración desincorporar al Dren Principal de la Ciudad y sea solamente de uso agrícola.

En la actualización de Atlas de Riesgo de Matamoros durante el periodo 2011-2013 han identificado algunas zonas de mayor riesgo hidrometeorológico por la presencia de inundaciones, para las cuales elaboran un análisis específico para cada una mencionado a detalle en el apartado 2.4.4 Sistema Pluvial.

Por otra parte, es importante que la JAD establezca una gerencia de drenaje pluvial, encargada exclusivamente de este, en donde se puedan establecer los derechos de vía de estos cauces para evitar invasiones y que los propietarios de los lugares por donde pasen estos drenes no los tapen, para ello debe declararse de utilidad pública y también pueda estudiar el aplicar una cuota dentro del cobro del impuesto predial a fin de que toda la población participe en la solución de este problema además de establecer y los recursos recibidos se mezclen con otro tanto del gobierno del Estado y de la Federación.

Para mayor detalle de la información pluvial y control de avenidas consultar el anexo 13.



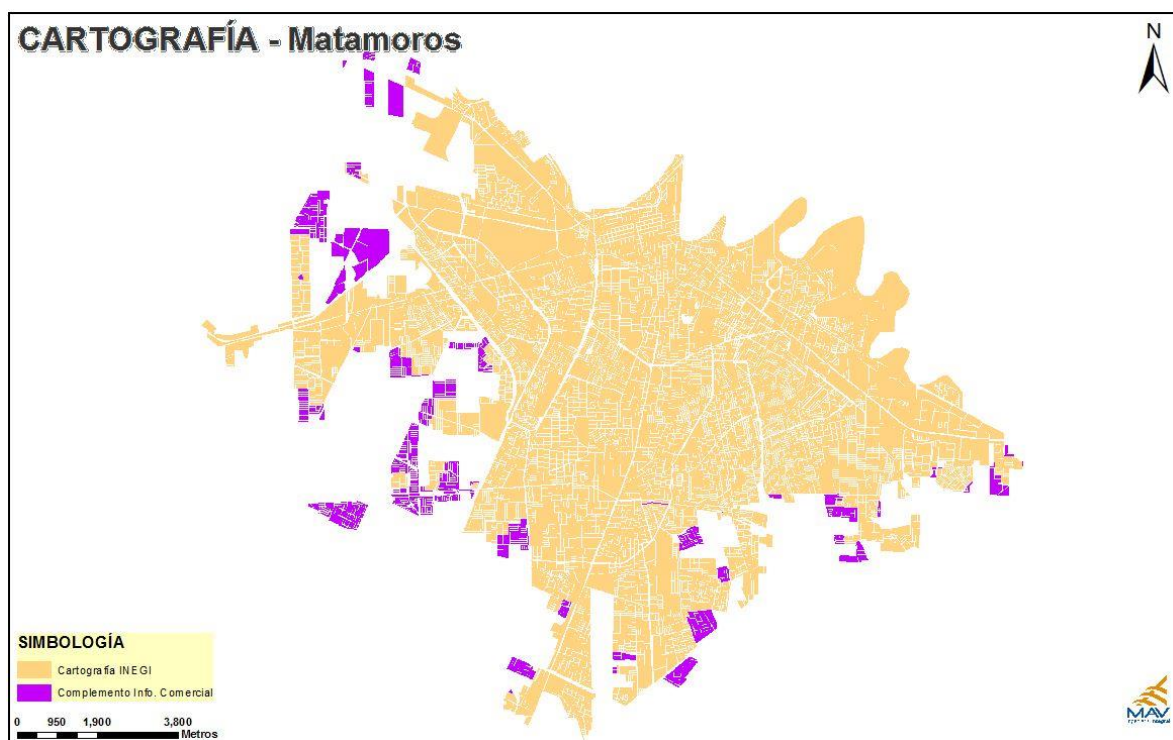
2.4.2.1 Actualización del mapa base del sistema de Alcantarillado y Saneamiento

Conformación de los Planos de Alcantarillado

Con base en la recopilación y análisis de la información existente en la ciudad de Matamoros, se conformaron los planos preliminares en formato digital que se pueden utilizar en AutoCAD, de la misma forma se preparó la información en una plantilla en el software ArcGIS, con información del sistema de agua potable y alcantarillado, proporcionada por la JAD para la actualización del mapa base que se está integrando al Sistema de Información Geográfica (SIG).

Todos los planos de Actualización del Plan Maestro de Matamoros, están representados sobre la siguiente información de referencia:

- **Límite estatal.**- Fuente de información INEGI.
- **Polígono de localidad.**- Fuente de información INEGI.
- **Planimetría (manzanas).**- Se utilizó la planimetría ocupada por el INEGI que corresponde a cartografía geoestadística con clave 702825318444_s con proyección Conforme Cónica de Lambert, tal planimetría se re proyectó a Universal Transversal de Mercator con Datum WGS 1984, Zona 14 N siendo este el sistema de proyección a ocupar en el SIG. Esta información se complementó con manzanas que contienen números de cuenta en el padrón de usuarios, cartografía proporcionada en planos .dwg por el organismo operador, como se muestra en la siguiente figura.



Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

Figura 222. Cartografía de Matamoros



- **Ejes de vialidad (nombres de calles).**- Fuente de información INEGI.
- **Imagen satelital.**- Fuente de información ESRI, empleada en planos temáticos.
- **Imágenes LIDAR.**- Fuente de información COCEF, empleadas para la extracción de elevaciones.

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE ALCANTARILLADO: La representación de la información se encuentra concentrada en archivos Shapefile clasificados como a continuación se menciona:

- **Estructuras:** Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales (EBARS).
- **Red de alcantarillado:** Colectores, Interceptores, Líneas de Presión Sanitarias, Líneas de Presión Pluvial y Red de Atarjeas.
- **Pozos de visita.**
- **Cuencas de aportación:** Cuencas de aportación de las Plantas de Tratamiento.

Estos archivos Shapefile contienen atributos para dichas entidades, en dónde se almacena la información que permite la configuración de cada mapa temático. Todos los archivos Shapefile se encuentran proyectados en el sistema de coordenadas **WGS_1984_UTM_Zone_14N** y la Fuente de información se extrajo de archivos CAD y tablas de información proporcionadas por el organismo operador.

Se conformaron planos en formato JPG y PDF en tamaño carta, con la finalidad de tener mejor comprensión de la información plasmada en el GIS, en la siguiente tabla se encuentra la distribución de estas imágenes o planos en tamaño carta y una imagen ejemplo de los planos elaborados en este tamaño.

Tabla 154. Composición de planos y shape de alcantarillado

PLANO	SHAPE
01 Plantas de Tratamiento	PTARs
02 Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales	EBARs
03 Colectores	Colectores
04 Interceptores	Interceptores
05 Líneas de presión	LPTUB, LPTUB_Pluvial
06 Líneas de presión sanitarias	LPTUB
07 Líneas de presión pluviales	LPTUB_Pluvial
08 Red de atarjeas	Red Atarjeas
09 Red de alcantarillado	
10 Pozos de visita	PV
11 Cuencas de aportación de las PTARS	Cuencas PTARs



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

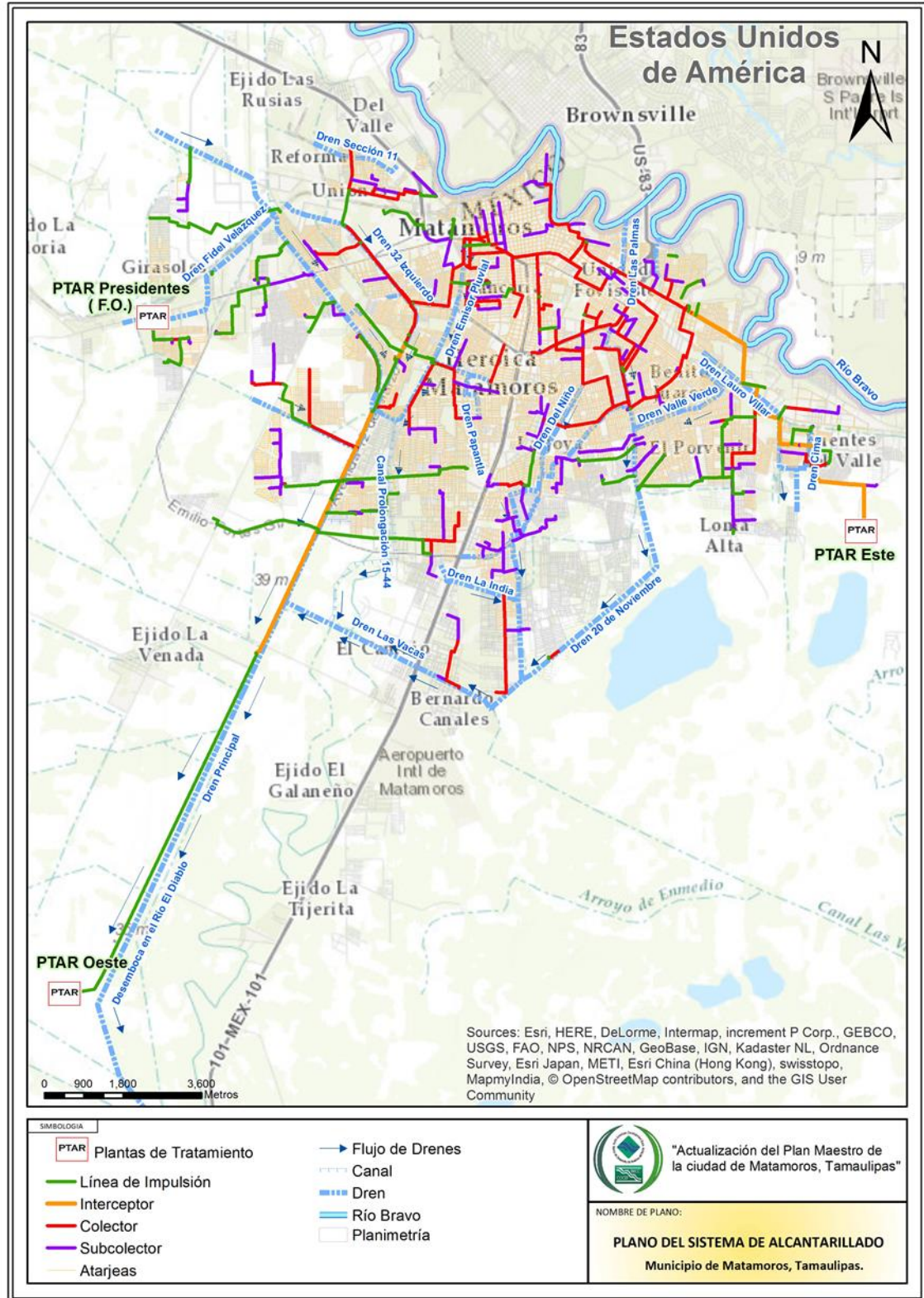


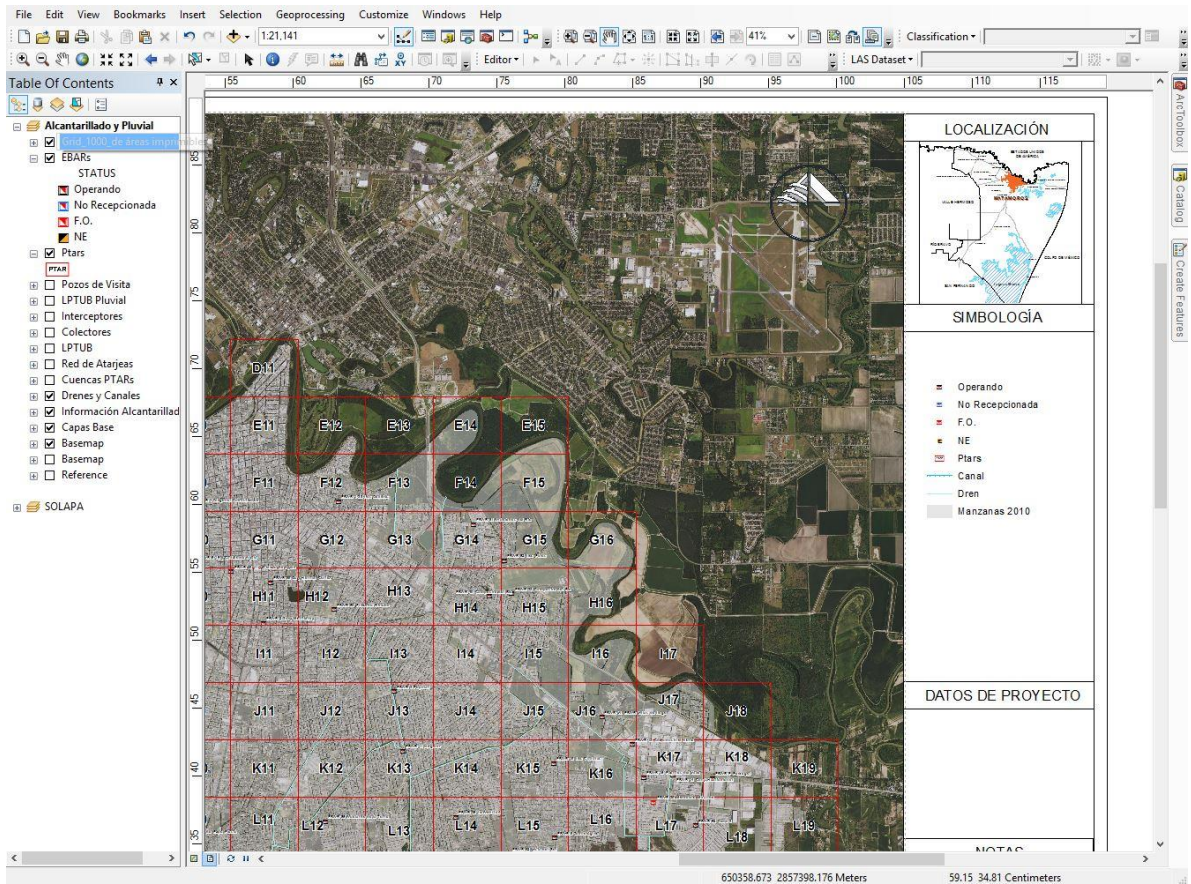
Figura 223. Plano de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Elaborado por: MAV Ingeniería Integral



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Los planos conformados para la plataforma GIS se encuentran en tamaño 1.20x90 m conteniendo la representación de los shapes anteriormente mencionados, mismos que se encuentran ligados a layers (capas) en grupos, en la misma plataforma con la finalidad de hacer manejable la información existente, contiene escala gráfica ajustable a la escala requerida para la visualización de la información y la simbología es dinámica, es decir, aparece según los layers (capas) que se tengan encendidas, como se muestra a continuación.



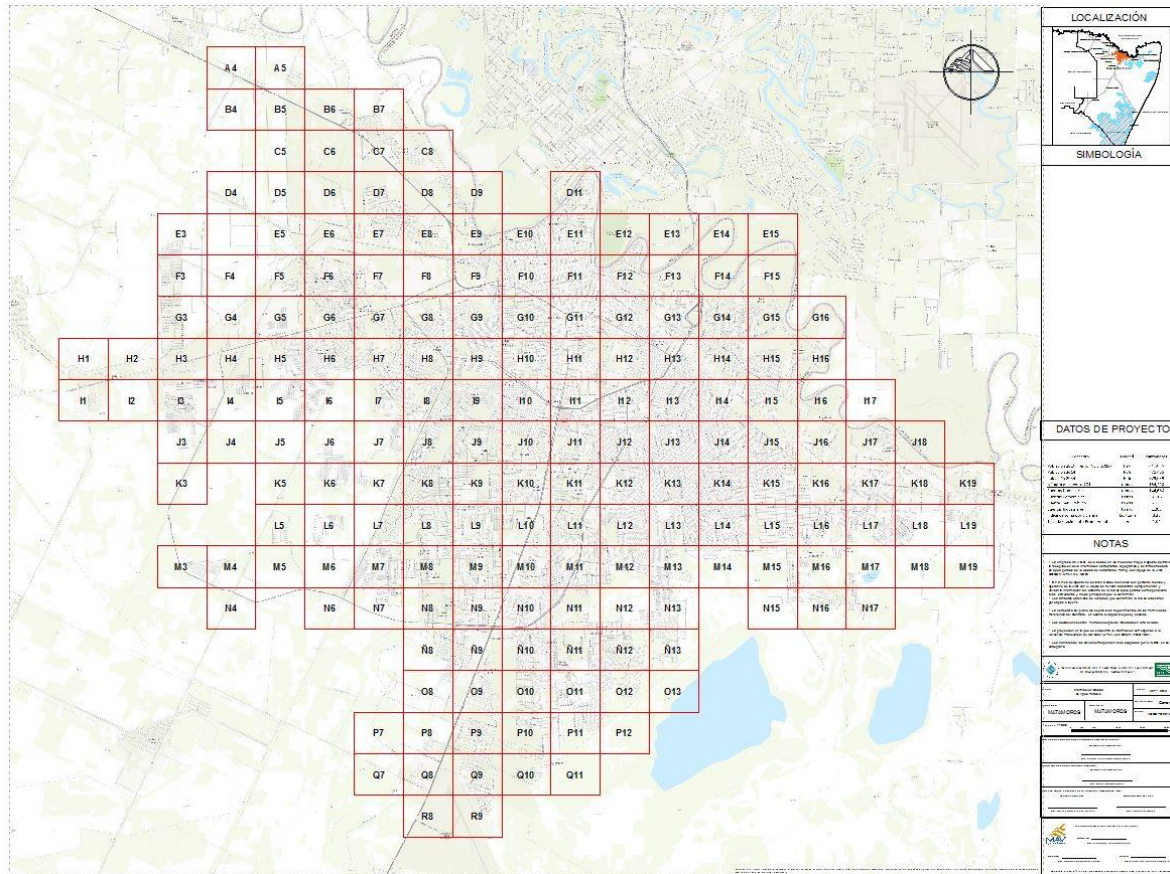
Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

Figura 224. Plano de Alcantarillado en shape

El espacio de dibujo de la plantilla está diseñado para ser ajustado a 190 áreas de impresión escala 1:1,000 que conforman un grid, como se muestra a continuación.



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**



Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

Figura 225. División del plano de Alcantarillado en Shape

Los planos CAD se encuentran distribuidos en 6 planos los cuales se mencionan en la siguiente tabla haciendo referencia al shape de donde proviene la información.

Tabla 155. Composición de planos y shapes de alcantarillado

PLANO	SHAPE
01 Plantas de Tratamiento	Ptars
02 Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales	EBARs
03 Colectores, Interceptores y Líneas de impulsión.	Colectores
04 Red de Atarjeas	Red_Atarjeas
05 Pozos de visita	PV
06 Cuencas de aportación de las Plantas de Tratamiento	Cuencas PTARs

La visualización de la información se conformó en 90x120 m. en escala 1:1,000 conteniendo la representación de la información trasladada del SIG a CAD, esta información se encuentra ordenada por grupos de layers (capas), en el mismo CAD, con la finalidad de hacer manejable la información existente, como se muestra a continuación.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

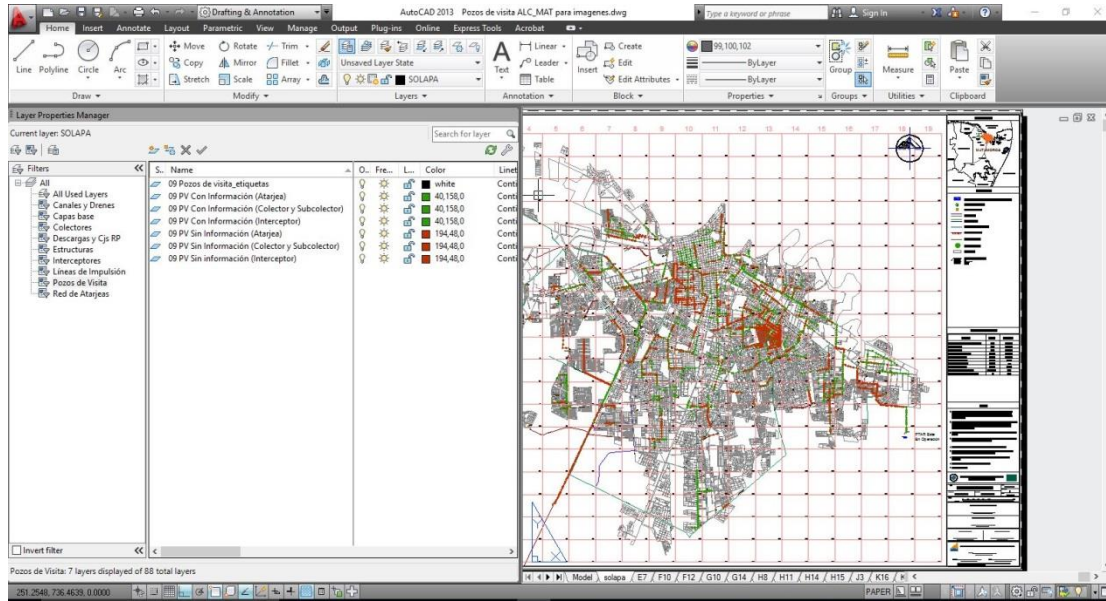
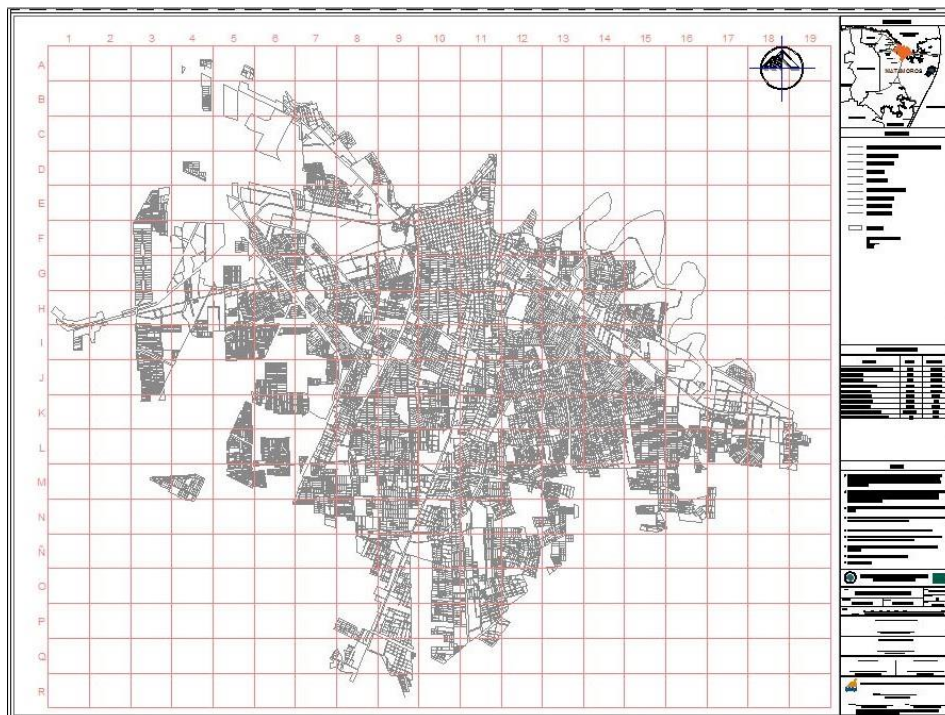


Figura 226. Plano de alcantarillado en dwg

Contiene escala gráfica ajustable a la escala requerida para la visualización de la información y la simbología que se muestra en cada plano es la información que se representa en él.

El espacio de dibujo de la plantilla está diseñado para ser ajustado a 361 áreas de impresión con escala 1:1,000 que conforman un grid, como se muestra a continuación.

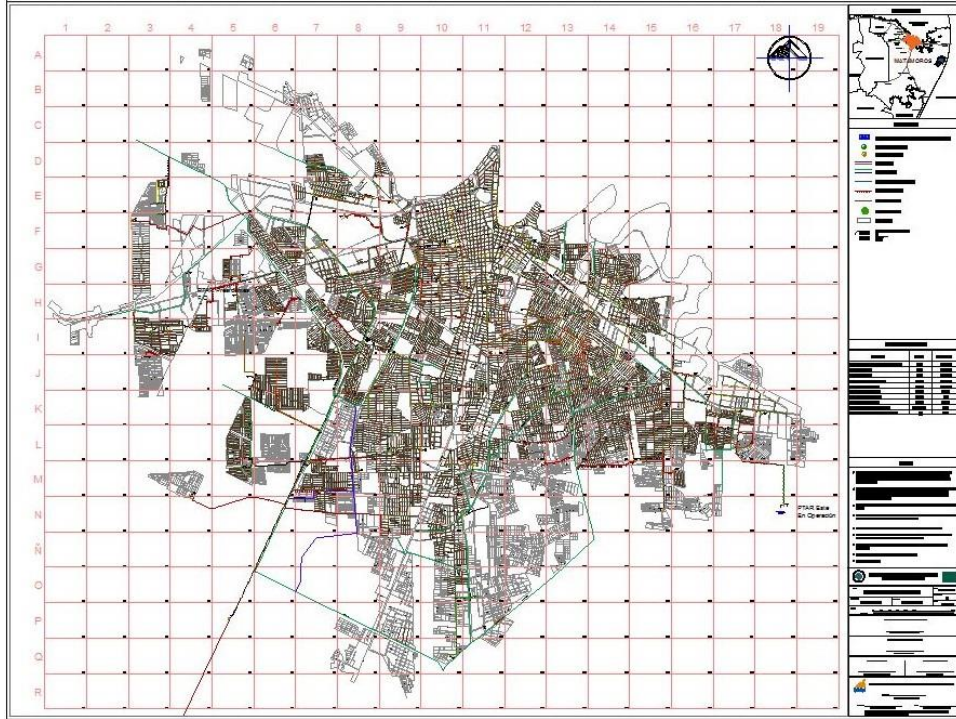


Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

Figura 227. División del plano de alcantarillado en dwg



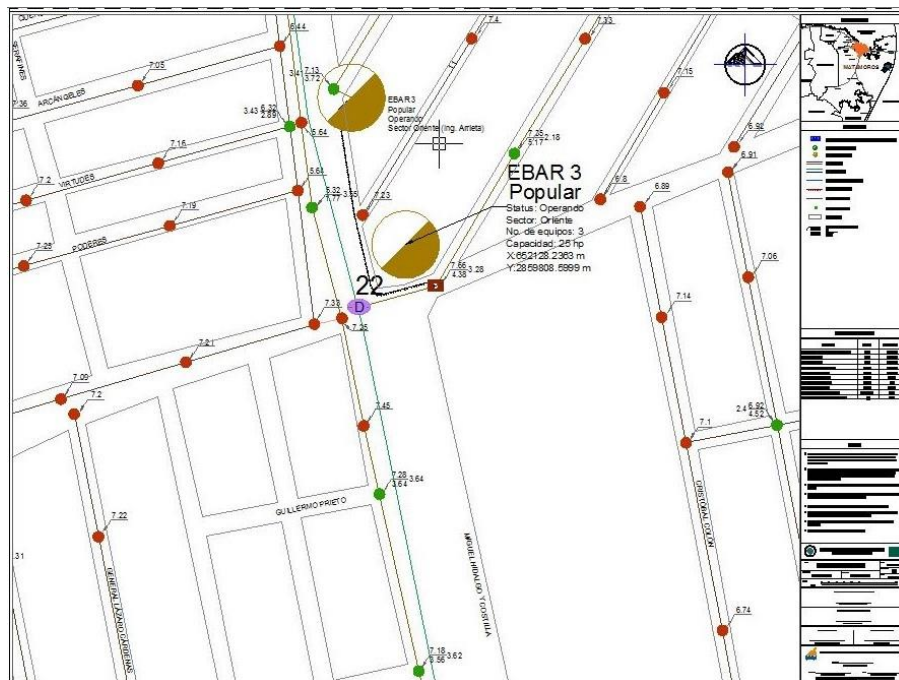
ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

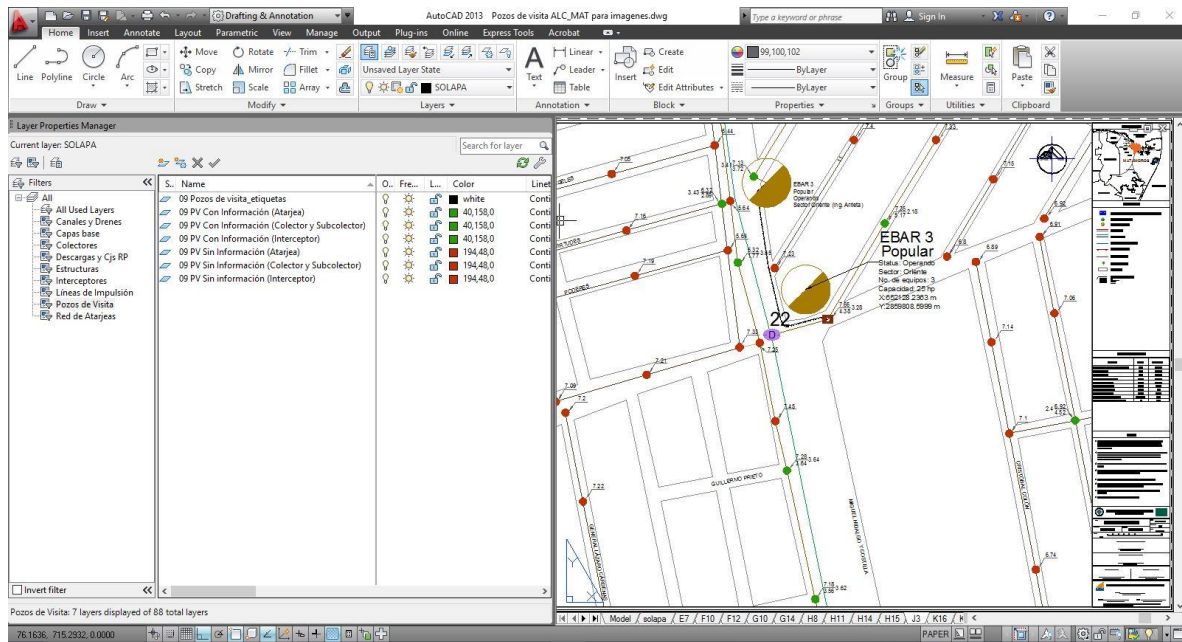


Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

Figura 228. Vista del área de impresión de los planos dwg

Cada plano contiene las vistas de cada una de las áreas de impresión en donde contiene información según sea el plano, es decir, en la parte inferior del plano CAD se encuentran estas vistas correspondiendo el nombre de la vista al área de impresión, para mayor detalle de los planos elaborados de GIS y CAD de alcantarillado consultar el anexo 11.





Elaborado por: MAV Ingeniería Integral

Figura 229. Plano de Alcantarillado de un mosaico en CAD

2.4.2.2 Caudal de Aguas Residuales

En cuanto al caudal de aguas residuales que se genera en la ciudad de Matamoros y en específico en las macrocuencas de las PTAR y cuencas de los principales colectores y descargas de líneas de impulsión, la JAD en los últimos años no ha realizado ni contratado trabajos de aforo, muestreo y análisis de la calidad del agua que se vierte a los drenes como a las PTARs, por lo que no existe información al respecto.

Las únicas fuentes de información de este tipo corresponde a los estudios de Ingeniería Básica de la PTAR Este, en donde señalan que no se ejecutaron trabajos de aforo en virtud de que existía información de medición de caudales realizada en estudios de planeación elaborados por Montgomery Watson en el año de 1998, y la Ingeniería Básica de la PTAR Oeste que hace referencia a los mismos estudios de Montgomery Watson ejecutados en el año de 1998 y a un estudio desarrollado por la JAD con el apoyo de la CEAT en el 2008, quedando ambos datos ya muy rezagados para utilizarse y compararse con los resultados obtenidos en este estudio respecto al caudal aportado teóricamente, determinado a través de los cálculos del consumo y la demanda de agua con los datos de los consumos unitarios corregidos por usuario (Balance de Agua) y las pérdidas físicas, así como la aplicación de los dos criterios para la obtención del caudal aportado, los cuales se describen ampliamente en el siguiente apartado.

En este sentido se presenta a continuación el cálculo que se llevó a cabo para determinar las **aportaciones por macrocuenca o zonas de aportación de las plantas de tratamiento de aguas residuales**, con la finalidad de exponer los fundamentos y elementos que se utilizaron para su determinación, mismos que se deben replicar para cualquier polígono de interés del que se requiera saber la aportación de agua residual. Dicha determinación partió de la información que se recopiló tanto en dependencias (INEGI), como en el propio



JAD, así como la que se obtuvo del balance que se realizó en el presente estudio, la cual se enlista a continuación:

- a) Zonificación de la infraestructura de las macrocuencas.
- b) Padrón de usuarios geolocalizado por manzanas, del área Comercial de la JAD.
- c) Información de los microdatos por manzana de Matamoros del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI.
- d) Registros de consumos de agua potable de un año (mayo 2014 a abril 2015) de todos los usuarios del servicio geolocalizados, tanto los que están bajo el régimen de servicio medido como los de cuota fija.
- e) Consumos unitarios corregidos para cada uno de los diferentes usuarios del servicio, obtenidos a partir de los consumos facturados sin corregir (autorizados medidos y no medidos), más todos los consumos no controlados por la JAD entre los que se encuentran las pérdidas comerciales (error de precisión de micromedidores, error por la incidencia en toma de lecturas, error de estimación de cuota fija, consumos no medidos autorizados, entre otros) y las pérdidas aparentes (clandestinaje), considerando este ajuste **al 100% del consumo corregido como aportación**.
- f) Porcentaje de pérdidas físicas en el sistema de distribución, el cual resultó del 42.8% (ver apartado 2.2), en caso de considerarse **el 80% de la demanda como aportación**.

La información mencionada construida en bases de datos se ligó a un punto (centroides de cada manzana) utilizando el software ArcGIS como Sistema de Información Geográfico, para determinar por manzana cualquier dato requerido como: población, viviendas, número de cuentas, número de tomas y aportaciones. A partir de los cuales se puede obtener los mismos datos para cualquier polígono de interés, de acuerdo con el siguiente procedimiento de cálculo:

- ✓ Definición de los polígonos de las macrocuencas o zonas de aportación de las plantas de tratamiento de las aguas residuales en la ciudad de Matamoros.
- ✓ Determinación del número de habitantes por manzana de cada macrocuenca al 2010.
- ✓ Proyección de la población al 2014 con las tasas de crecimiento obtenido de la CONAPO.
- ✓ Determinación del número y tipo de usuarios no domésticos por manzana de cada macrocuenca.
- ✓ Determinación de los consumos facturados de cada tipo de usuario por manzana de cada macrocuenca.
- ✓ Ajuste a los consumos facturados de cada tipo de usuario por manzana de cada macrocuenca, calculados a partir de los resultados del Balance de Agua, donde se determinaron los consumos reales de los usuarios que incluyen las pérdidas comerciales y aparentes.
- ✓ Determinación por macrocuenca del caudal de agua consumido (sin pérdidas físicas), así como los consumos unitarios de cada tipo de usuario.



- ✓ Determinación de las aportaciones de cada tipo de usuario por manzana de cada macrocuenca por los dos criterios de aportación analizados.

En las siguientes tablas y figuras se muestran los resultados obtenidos del procedimiento señalado y en el Anexo 4 se presentan todos los cálculos realizados.

Tabla 156. Población y número de tomas de las macrocuencas de las plantas de tratamiento

Datos Generales				No. Tomas					
No.	Macrocuencas	Superficie (ha)	Población 2014	Total	Domésticas	No Domésticas	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	4,891.4	233,052	72,928	67,613	5,315	4,484	614	217
2	PTAR Oeste	8,407.6	246,799	82,153	78,043	4,110	3,396	511	203
Total		13,299.0	479,851	155,081	145,656	9,425	7,880	1,125	420

En la macrocuenca PTAR Oeste se asienta la mayor cantidad de población, así como la mayor cantidad de usuarios domésticos; sin embargo, la macrocuenca PTAR Este concentra el mayor número de tomas no domésticas, lo que significa que en esta zona el índice de hacinamiento por vivienda es menor.

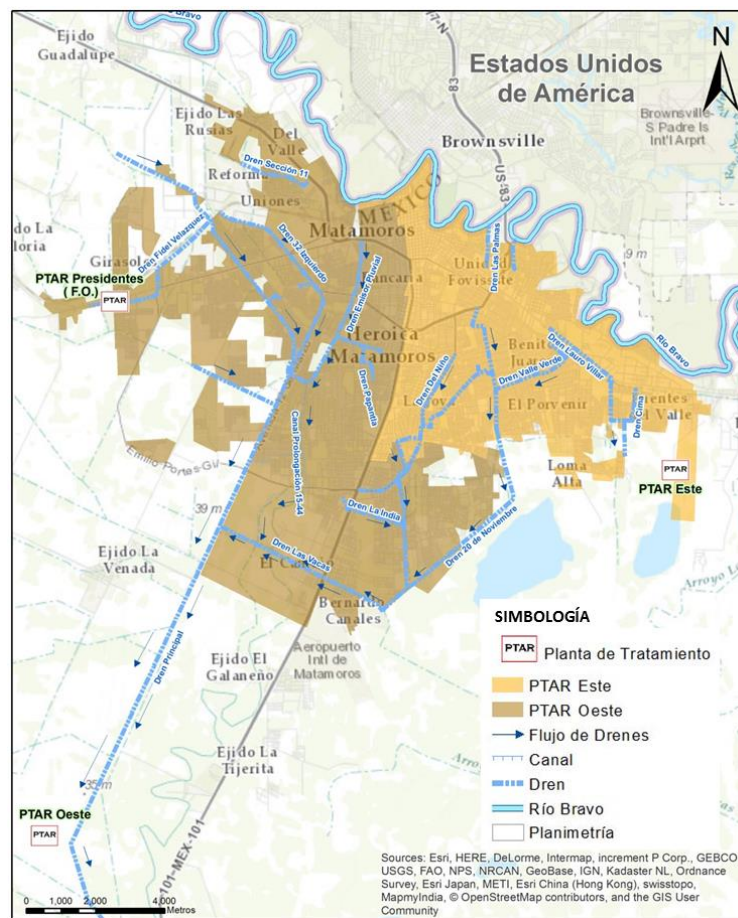


Figura 230. Áreas de influencia de las macrocuencas de las PTARs Este y Oeste



Tabla 157. Régimen de servicio en las macrocuencas de las plantas de tratamiento

Datos Generales		Régimen de Servicio en Usuarios						
No.	Macrocuencas	Tomas	Cuota Fija	Servicio Medido	% Cuota Fija del Total	% Servicio Medido del Total	% Cuota Fija por Macrocuenca	% Servicio Medido por Macrocuenca
1	PTAR Este	72,928	30,811	42,117	19.9%	27.2%	42.2%	57.8%
2	PTAR Oeste	82,153	34,021	48,132	21.9%	31.0%	41.4%	58.6%
Total		155,081	64,832	90,249	41.8%	58.2%		

En la macrocuenca de la PTAR Oeste se concentra el mayor número de tomas con micromedidor con respecto al total de tomas en el sistema y la mayor cobertura de micromedición con respecto al total de tomas dentro de la misma zona, así mismo para la macrocuenca PTAR Este pero con una inferior cantidad de tomas con micromedidor.

En la siguiente tabla se presenta los volúmenes facturados por macrocuenca de las plantas de tratamiento.

Tabla 158. Consumos facturados en las macrocuencas de las plantas de tratamiento

Datos Generales		Consumo Facturado (m ³ /año)					
No.	Macrocuencas	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	21,443,639	18,815,029	2,628,610	1,356,193	974,421	297,996
2	PTAR Oeste	24,519,975	22,136,007	2,383,968	1,020,504	1,179,203	184,261
Total		45,963,614	40,951,036	5,012,578	2,376,697	2,153,624	482,257

En la macrocuenca PTAR Oeste se facturó el mayor volumen de agua y en la macrocuenca PTAR Este se facturó el mayor volumen de agua los usuarios no domésticos.

En la siguiente tabla se presenta los consumos unitarios sin corregir por tipo de usuario doméstico y no doméstico asentados en las 2 macrocuencas de las plantas de tratamiento.

Tabla 159. Consumos unitarios facturados en las macrocuencas de las plantas de tratamiento

Datos Generales		Consumo Unitario Facturado (m ³ /toma/mes)					
No.	Macrocuencas	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	24.5	23.2	41.2	25.2	132.3	114.4
2	PTAR Oeste	24.9	23.6	48.3	25.0	192.3	75.6
Total		24.7	23.4	44.3	25.1	159.5	95.7

En la macrocuenca PTAR Oeste se tiene el mayor consumo unitario por toma y el mayor consumo unitario de los usuarios domésticos y no domésticos; sin embargo, se observa un mayor consumo unitario facturado comercial y servicio público para la macrocuenca PTAR Este.

En la siguiente tabla se presenta los consumos corregidos para cada una de las macrocuencas de las plantas de tratamiento de aguas residuales.



Tabla 160. Consumos facturados corregidos en las macrocuencas de las plantas de tratamiento

Datos Generales		Consumo Ajustado (m ³ /año)					
No.	Macrocuencas	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	16,433,325	14,480,902	1,952,424	1,092,780	653,067	206,577
2	PTAR Oeste	19,006,883	17,253,758	1,753,124	813,013	805,671	134,441
Total		35,440,208	31,734,660	3,705,548	1,905,792	1,458,738	341,018

Una vez hecha la corrección a los volúmenes facturados, por la sobreestimación de los consumos de los usuarios de cuota fija y los errores de precisión de los aparatos de medición, establecida en el Balance de Agua que se realizó al amparo de este Estudio (ver apartado 2.2.), se tiene que el consumo total de toda la ciudad de Matamoros es de **35.44 Hm³/año** y que en la macrocuenca PTAR Oeste se tiene el mayor volumen de agua consumida (**19.01 Hm³/año**) y para la macrocuenca PTAR Este se tiene un volumen de agua consumida (**16.43 Hm³/año**).

Tabla 161. Consumos unitarios corregidos en las macrocuencas de las plantas de tratamiento

Datos Generales		Consumo Unitario Ajustado (m ³ /toma/mes)					
No.	Macrocuencas	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	18.8	17.8	30.6	20.3	88.6	79.3
2	PTAR Oeste	19.3	18.4	35.5	20.0	131.4	55.2
Total		19.0	18.2	32.8	20.2	108.1	67.7

De la misma manera, una vez hecha la corrección a los volúmenes facturados se tiene que en la macrocuenca PTAR Oeste se presenta el mayor consumo unitario por toma (**19.3 m³/toma/mes**), así como el mayor consumo unitario corregido de los usuarios domésticos y no domésticos; sin embargo, en la macrocuenca PTAR Este se tiene el mayor consumo unitario de los usuarios comerciales y servicio público.

En la siguiente tabla se presenta el caudal consumido por los habitantes asentados en cada macrocuenca de las 2 plantas de tratamiento y en la siguiente figura se presenta los consumos unitarios correspondientes a esos consumos por zona.

Tabla 162. Caudal de agua consumida en los macrosector de las plantas de tratamiento

Datos Generales		Consumo Ajustado sin pérdidas (L/s)					
No.	Macrocuencas	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	520.7	458.8	61.9	34.6	20.7	6.5
2	PTAR Oeste	602.3	546.7	55.6	25.8	25.5	4.3
Total		1,123.0	1,005	117	60.4	46.3	10.8

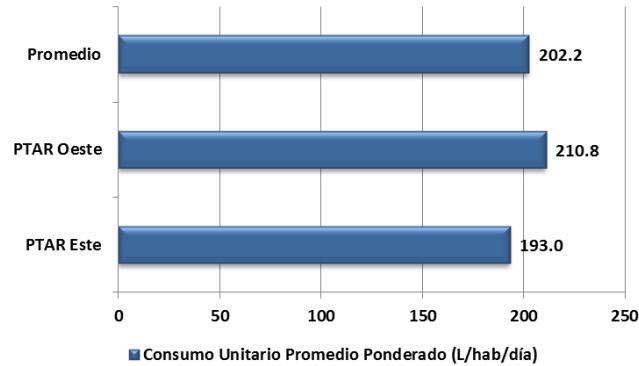


Figura 231. Consumos unitarios promedios ponderados incluyendo todos los usos, en las macrocuenas

El consumo total es de **1,123 L/s**, y en la macrocuena PTAR Oeste se presenta el mayor consumo total (602.3 L/s), así como en la macrocuena PTAR Este se presenta el mayor consumo no doméstico (61.9 L/s). Y en cuanto a los consumos unitarios por habitante (promedio ponderado incluyendo todos los usos), se observa en la figura anterior que el consumo promedio para los habitantes de Matamoros es de **202.2 L/hab/día**, así como en la macrocuena Oeste se presenta el mayor consumo unitario (210.8 L/hab/día) y en la macrocuena PTAR Este se presenta el menor consumo unitario promedio (193 L/hab/día).

Finalmente en la siguiente tabla se presenta la demanda de agua potable (incluyendo pérdidas físicas) que se presenta en cada macrocuena de las plantas de tratamiento de aguas residuales y en la siguiente figura se presenta los consumos unitarios incluyendo pérdidas.

Tabla 163. Demanda de agua potable en las macrocuenas de las plantas de tratamiento

Datos Generales		Demanda (L/s)					
No.	Macrocuenas	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	845.5	745.1	100.5	56.2	33.6	10.6
2	PTAR Oeste	977.9	887.7	90.2	41.8	41.5	6.9
Total		1,823.5	1,632.8	190.7	98.1	75.1	17.6

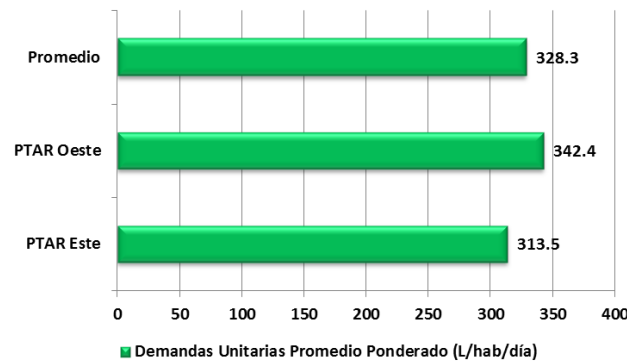


Figura 232. Demandas unitarias promedio ponderado incluyendo todos los usos por macrocuenas



De acuerdo con la tabla anterior la demanda total de agua en la ciudad de Matamoros es de **1,823.5 L/s**, presentándose la mayor demanda de agua en la macrocuenca PTAR Oeste con un caudal de 977.9 L/s y la menor demanda en la macrocuenca PTAR Este con 845.5 L/s.

En cuanto a las demandas unitarias por habitante (promedio ponderado incluyendo todos los usos), se observa en la figura anterior que la demanda promedio para los habitantes de Matamoros es de **328.3 L/hab/día**, así como en la macrocuenca Oeste se presenta la mayor demanda unitaria (342.4 L/hab/día) y en la macrocuenca PTAR Este se presenta la menor demanda unitaria (313.5 L/hab/día).

El cálculo de las aportaciones de aguas residuales de las macrocuencas de las plantas de tratamiento, se realizó a partir del cálculo de la demanda de agua potable, empleando dos criterios de aporte para la obtención de dichas aportaciones en la localidad de Matamoros, los cuales son:

1. Considerando que el agua residual que se genera corresponde al 100% del consumo de agua sin pérdidas físicas, ya que las fugas pueden o no filtrarse al drenaje o quedarse en el subsuelo (propuesto por la CONAGUA)
2. Considerando que el agua residual que se genera corresponde al 80% de la demanda de agua potable incluyendo las pérdidas físicas, en donde se estima que el restante 20% no llega a las alcantarillas por que se evapora (propuesto en los MAPAS de la CONAGUA)

Bajo estos dos criterios se calculó el caudal aportado por la población asentada en la localidad H. Matamoros, Tamps. En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos del primer criterio donde se calculó las aportaciones de aguas residuales correspondiente al 100% del consumo de agua corregido sin pérdidas físicas.

Tabla 164. Aportación de aguas residuales bajo el criterio del 100% del consumo corregido sin pérdidas físicas

Datos Generales		Aportación al 100% del Consumo Ajustado (L/s)					
No.	Macrocuencas	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	520.7	458.8	61.9	34.6	20.7	6.5
2	PTAR Oeste	602.3	546.7	55.6	25.8	25.5	4.3
Total		1,123.0	1,005	117	60.4	46.3	10.8

Como puede observarse en la tabla anterior el cálculo del caudal aportado bajo el criterio de que la aportación de las aguas residuales corresponde al 100% del consumo de agua potable sin pérdidas físicas resultó de **1,123.0 L/s**, presentando la macrocuenca PTAR Este un caudal de **520.7 L/s** y la macrocuenca PTAR Oeste **602.3 L/s**.

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos del segundo criterio donde se calculó las aportaciones de aguas residuales correspondiente al 80% de la demanda de agua potable incluyendo las pérdidas físicas.



Tabla 165. Aportación de aguas residuales bajo el criterio del 80% de la demanda incluyendo las pérdidas físicas

Datos Generales		Aportación al 80% de la Demanda (L/s)					
No.	Macrocuencas	Total	Domésticos	No Domésticos	Comercial	Industrial	Servicio Público
1	PTAR Este	676.4	596.0	80.4	45.0	26.9	8.5
2	PTAR Oeste	782.3	710.2	72.2	33.5	33.2	5.5
Total		1,458.7	1,306	153	78.4	60.1	14.0

Como puede observarse en la tabla anterior el cálculo del caudal aportado bajo el criterio de que la aportación de las aguas residuales corresponde al 80% de la demanda de agua potable incluyendo las pérdidas físicas resultó de **1,458.7 L/s**, presentando la macrocuenca PTAR Este un caudal de 676.4 L/s y la macrocuenca PTAR Oeste 782.3 L/s.

A diferencia del primer criterio se incrementó un total de **335.7 L/s**, de los cuales se incrementaron en la macrocuenca PTAR Este 155.7 L/s y de la macrocuenca PTAR Oeste 180 L/s. En el Anexo 4 se puede consultar los cálculos efectuados para los dos criterios de las aportaciones de las aguas residuales a las PTARs.

La política actual de la CONAGUA debido a que hay un enorme número de PTAR sin operar o estas están muy excedidas en su capacidad comparándolo con el caudal que están tratando, han establecido la imperante necesidad de economizar en los costos destinados al incremento de cobertura de saneamiento en el país, debiéndose de construir PTAR acordes a las aportaciones reales de las poblaciones asentadas en las ciudades.

Por lo anterior, y con la finalidad de ser más objetivos en las determinaciones de las capacidades de proyecto de las PTAR, en este estudio se adoptó para el cálculo de las aportaciones de aguas residuales el criterio que considera que el agua residual que se genera **es similar al 100% del consumo de agua potable sin pérdidas físicas**.

De esta manera, se tiene que la aportación calculada en la localidad H. Matamoros, para el año 2014 es de **1,124 L/s**. y el incremento de este caudal por concepto de infiltración es del orden del **30%**.

Para mayor detalle de los cálculos efectuados en las aportaciones por cuenca consultar los anexos 10 y 11.

2.4.2.3 Analizar el Sistema de Alcantarillado en las condiciones actuales

El cálculo de las aportaciones presentado por macrocuenca de las PTARs sirve como punto de partida para la modelación de alcantarillado, así como expone los fundamentos y elementos empleados para el cálculo de la aportación de aguas residuales por macrocuenca, la cual no es más que la integración de las aportaciones calculadas por manzana dentro de un polígono de interés, siendo estas últimas las que se van a emplear en el modelo de simulación computarizado, distribuyéndolas en los tubos que funcionan como interceptores, colectores y subcolectores que intervengan en la aportación de cada una de las macrocuencas que se analizarán.



Sin embargo, consideramos conveniente en este apartado presentar la situación que prevalece en el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales de Matamoros, porque como se ha mencionado, la cobertura de este sistema es muy bajo ya que la gran mayoría del agua que se genera no llega a las PTAR, tal y como se muestra a continuación. En la siguiente figura se presenta un plano de la ciudad donde se puede observar el área de la zona Este que drena sus aguas residuales a la PTAR Este y el área que no lo hace por falta de infraestructura de recolección (colectores marginales a los drenes).

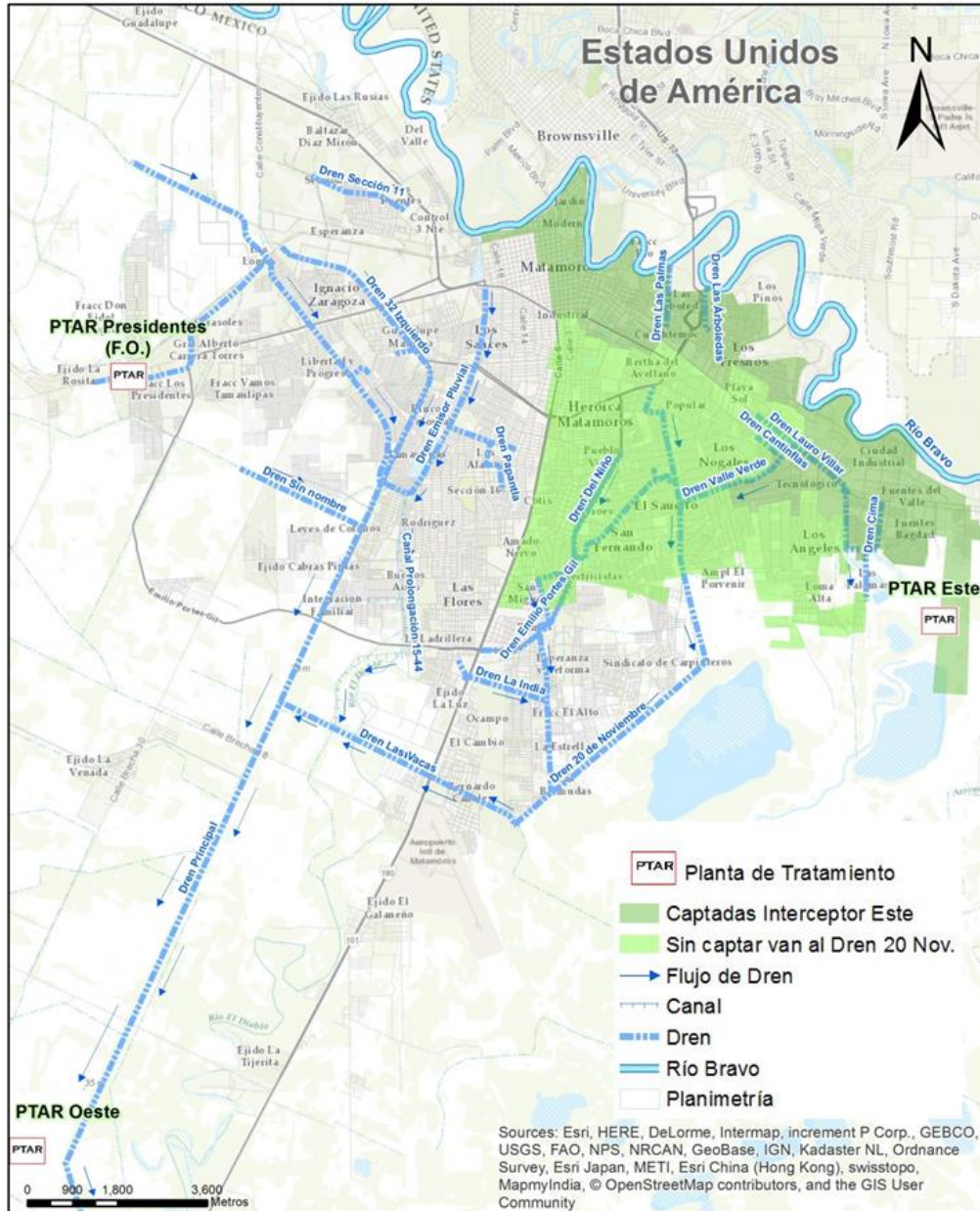


Figura 233. Situación actual de la cobertura de recolección y alejamiento de la macrocuenca Este

En las siguientes tablas se presenta la información de las subcuencas agrupadas que aportan a la PTAR Este, así como las subcuencas agrupadas que descargan sin tratamiento alguno a los drenes pluviales que están dentro del área que debiera de aportar a la mencionada planta de tratamiento.



Tabla 166. Aportaciones que llegan a la PTAR Este

No.	Macrocuencas	Cuencas	Superficie (ha)	Población 2014	Qmed (L/s)	Qinf (L/s)	Qmi (L/s)	Qme (L/s)
1	PTAR Este	Interceptor Este	1,818.6	67,492	185.7	241.4	523.7	785.6

Tabla 167. Aportaciones que son descargadas a los drenes dentro de la macrocuenca PTAR Este

No.	Macrocuencas	Cuencas	Superficie (ha)	Población 2014	Qmed (L/s)	Qinf (L/s)	Qmi (L/s)	Qme (L/s)
1	PTAR Este	Dren 20 de Nov. (MD)	1,751.4	116,503	239.3	311.1	675.2	1,012.7
2	PTAR Este	Dren 20 de Nov. (MI)	834.0	49,137	94.1	122.3	265.4	398.1
Total			2,585.4	165,640	333.4	433.4	940.5	1,410.8

En la siguiente figura se presenta un plano de la ciudad donde se puede observar el área de la zona Oeste que drena sus aguas residuales a la PTAR Oeste y el área que no lo hace por falta de infraestructura de recolección (colectores marginales a los drenes y conexiones al interceptor existente).

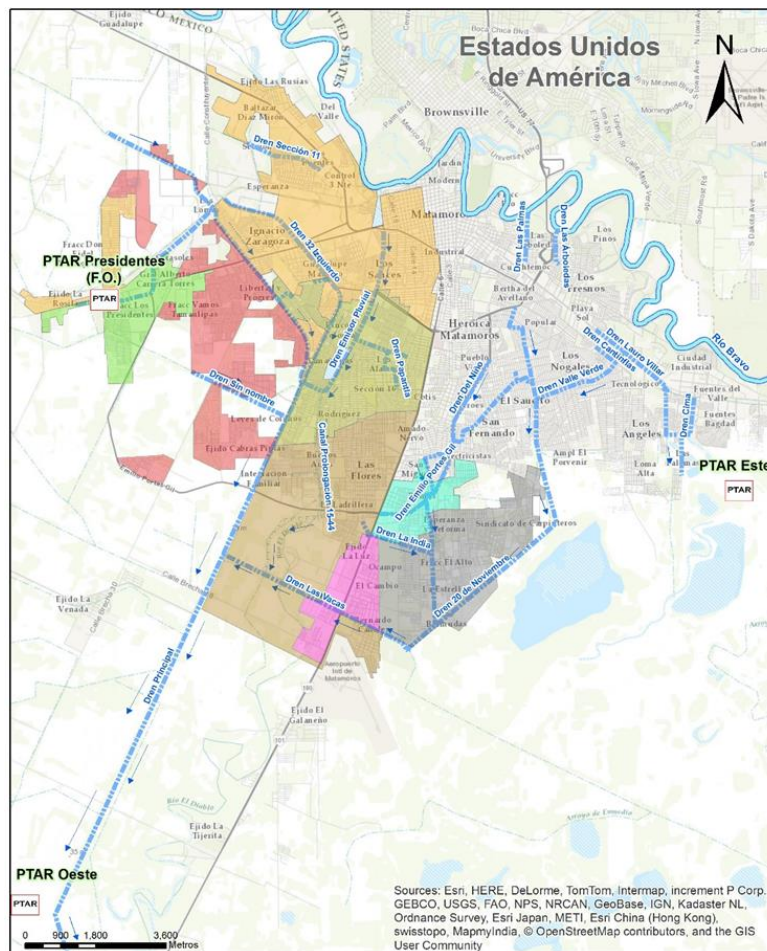


Figura 234. Situación actual de la cobertura de recolección y alejamiento de la macrocuenca Oeste



Tabla 168. Aportaciones que pueden llegar a la PTAR Oeste (cuando entre en operación)

No.	Macrocuencas	Cuencas	Superficie (ha)	Población 2014	Qmed (L/s)	Qinf (L/s)	Qmi (L/s)	Qme (L/s)
1	PTAR Oeste	Emisor Oeste (MI) (EB #32-2014)	2,103.8	75,057	186.8	242.8	526.8	790.3

Tabla 169. Aportaciones que son descargadas a Drenes

No.	Macrocuencas	Cuencas	Superficie (ha)	Población 2014	Qmed (L/s)	Qinf (L/s)	Qmi (L/s)	Qme (L/s)
1	PTAR Oeste	Dren Principal (MD)	1,146.2	41,848	141.4	183.8	398.9	598.4
2	PTAR Oeste	Dren Fidel Velazquez (MD)	433.7	10,303	31.9	41.5	90.0	135.0
3	PTAR Oeste	Dren Emilio Portes Gil (MD)	288.5	7,368	14.2	18.4	40.0	60.0
4	PTAR Oeste	Dren 20 de Noviembre (MD)	988.0	8,104	8.8	11.4	24.8	37.2
5	PTAR Oeste	Dren Las Vacas (MD)	353.5	4,586	6.8	8.8	19.2	28.7
6	PTAR Oeste	Emisor Oeste (MI) (En Proceso Recolección)	1,776.6	32,527	63.6	82.7	179.5	269.2
7	PTAR Oeste	Emisor Oeste (MI) (EB #32)	1,000.4	66,936	150.4	195.6	424.4	636.6
Total			5,986.9	171,674	417.1	542.3	1,176.8	1,765.1

Tabla 170. Aportaciones que son captadas y conducidas a las PTAR (entrando en operación la Oeste)

No.	Macrocuencas	Cuencas	Superficie (ha)	Población 2014	Qmed (L/s)	Qinf (L/s)	Qmi (L/s)	Qme (L/s)
1	PTAR Este	Interceptor Este	1,818.6	67,492	185.65	241.3	523.7	785.6
2	PTAR Oeste	Emisor Oeste (MI) (EB #32-2014)	2,103.8	75,057	186.8	242.8	526.8	790.3
Total			3,922.3	142,549	372.4	484.1	1,050.6	1,575.8

Como se observa en las tablas y figuras anteriores, sólo el 33.2% que representan 372 L/s son recolectados y enviados a las PTARs el resto que es la mayoría (750.6 L/s) actualmente son descargados a los drenes pluviales sin tratamiento alguno, con la aclaración de que para el caso de la macrocuenca de la PTAR Oeste se incrementara en buena medida el caudal que se mande a la PTAR, con la ejecución de algunas obras de conexión entre los colectores, subcolectores y líneas de impulsión que descargan al Dren Principal con el Emisor Oeste en su tramo a gravedad, las cuales algunas ya se encuentran en proceso de ejecución.

Una vez presentado la situación que prevalece en cuanto a la cobertura de recolección y alejamiento de las aguas residuales en la ciudad de Matamoros, daremos inicio a la presentación de los resultados obtenidos de la modelación en condiciones actuales.

En este sentido, se tiene que el objetivo principal de este apartado es el desarrollo de un modelo de alcantarillado computarizado que contenga la estructura actual del sistema de drenaje de la ciudad de Matamoros, Tamps., empleando para ello el software de modelación SewerGEMS, el cual deberá ser alimentado con toda la información proporcionada por la JAD, más la elaborada como parte de los análisis efectuados en el Diagnóstico de la infraestructura.

Antes de iniciar con el análisis del sistema de alcantarillado en condiciones actuales, es importante mencionar y resaltar que la definición de la estructura de interceptores, colectores y subcolectores, no sólo



consistió en la recopilación de la información en planos y la migración de dicha información, de formato dwg a shapefile, si no que fue necesario llevar a cabo reuniones de trabajo con el personal técnico pero sobre todo con el personal operativo de la JAD, con la finalidad de revisar, modificar y ampliar la información plasmada en los planos técnicos de infraestructura dibujados en CAD y reconocidos antes de este Estudio como “planos de catastro de las redes de alcantarillado”. Obteniéndose de las mencionadas reuniones una cantidad de modificaciones e incrementos de tuberías de interceptores, colectores, subcolectores, cárcamos, líneas de presión (impulsión) de aguas residuales, cajas rompedoras de presión y pozos de visita, que enriquecieron los planos de infraestructura, aumentando en consecuencia su confiabilidad y cobertura de manera considerable, ya que fue documentada y plasmada información que solo personal de operación tenía como parte de su conocimiento de las redes, la cual nunca había sido plasmada en papel.

Lo anterior, nos permite asegurar que el resultado que se obtenga en la modelación será más cercano a la realidad, que el que se hubiera alcanzado sin la ejecución de estas reuniones para deliberar y ajustar la información con la parte operativa de la JAD.

Una vez contando con los planos base del catastro de las principales estructuras y líneas de agua potable, se procedió a ingresar la información contenida en los archivos tipo Shapefile directamente al modelo de simulación numérica, bajo las consideraciones que a continuación se describen.

Criterios de Diseño

Los criterios para evaluar el desempeño de los sistemas se definieron a partir de la Normatividad vigente y de los criterios particulares definidos en reuniones con la COCEF, NADBANK, CONAGUA, JAD y MAV.

A continuación se mencionan los criterios empleados para el modelado del sistema de alcantarillado:

Tabla 171. Criterios empleados para la modelación del sistema de agua potable

No.	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Capacidad de los conductos	Gasto máximo extraordinario
2	Capacidad de las Estaciones de bombeo	Gasto máximo instantáneo
3	Capacidad de las líneas de impulsión	Gasto máximo instantáneo
4	Capacidad de las Plantas de Tratamiento	Gasto de Medio
5	Coeficiente de variación máxima instantánea:	$M=1+(14/4+VP)$
6	Coeficiente de Infiltración de aguas freáticas	CI = 1.3 Por el estado del sistema de drenaje que no es hermético (tuberías, juntas, pozos de visita, descargas domiciliarias) se considera un volumen de agua freática y de fugas de agua.
7	Coeficiente de seguridad:	CS = 1.5
8	Aportación de aguas negras (Gasto Medio):	El 100% del consumo de agua potable
9	Gasto con infiltraciones:	1.3 X Gasto Medio
10	Gasto mínimo	0.5 X Gasto Medio
11	Gasto máximo instantáneo	Coef. de Harmón (M) X Gasto con Infiltración.
12	Gasto máximo extraordinario	1.5 X Gasto máximo instantáneo
13	Coeficiente de rugosidad	Fórmula de Manning
14	Tuberías existentes	El valor fluctuó entre 0.009 y 0.016, según el material y su estado de conservación de las mismas



No.	DESCRIPCIÓN	VALOR
15	Tuberías nuevas	Concreto simple hasta 45 cm – 0.013
		Concreto reforzado, de 60 cm y más – 0.014.
		Acero - 0.014
		Polietileno de alta densidad - 0.009
		PVC de hasta 60 cm - 0.009
16	Revisión hidráulica	A tubo lleno (sin azolve)
	Velocidades	
17	Máxima en conductos a presión	2 m/s
18	Máxima a conductos a gravedad:	
19	Concreto reforzado	3.50 m/s
20	Cualquier otro material	8.00 m/s
21	Mínima	0.3 m/s para el Qmin.
	Tirantes:	
22	Pendiente máxima	1.00 cm
23	Pendiente mínima	1.50 cm
24	Pendiente de la tubería	En función de la velocidad
25	Sobre carga	0.50 m abajo del nivel del brocal
	Plantas de Bombeo	
26	Bombas	Sumergibles inatascables., dimensionadas para bombear el gasto máximo instantáneo, con la bomba de mayor capacidad en reserva.
27	Frecuencia de arranques	No más de seis por hora.
28	Cárcamo	Con la capacidad mínima para permitir el enfriamiento adecuado de las bombas (no mayor de 30 minutos).
29	Estructuras	De concreto

Periodo de diseño

El periodo de diseño se entiende como el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, debiendo de ser menor este periodo a la vida útil. El periodo de diseño está vinculado con los aspectos económicos, los cuales están en función del costo del dinero.

La CONAGUA recomienda siempre que sea factible concebir proyectos modulares, que permitan diferir las inversiones el mayor tiempo posible, buscando siempre el máximo rendimiento de la inversión, al disponer de infraestructura con bajos niveles de capacidad ociosa en el corto plazo.

En la siguiente tabla se presenta los periodos de diseño utilizados en este estudio para los componentes de los sistemas de agua potable, que corresponden a los recomendados por la CONAGUA.



Tabla 172. Periodos de Diseño

Elemento	Periodo de diseño (años)
Estación de Bombeo	de 5 a 10
Redes de atarjeas	a saturación
Colectores y emisores	de 5 a 20
Plantas de tratamiento	de 5 a 10

Por lo que toca a la vida útil, la cual es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente, se presenta en la siguiente tabla para algunos elementos del sistema de agua potable, considerando una buena operación y mantenimiento.

Tabla 173. Vida útil de los componentes del sistema de agua potable

Elemento	Periodo de diseño (años)
Estación de Bombeo	
Civil	40
Electromecánica	de 5 a 20
Red de atarjeas	de 15 a 30
Colectores y emisores	de 20 a 40
Planta de tratamiento	
Civil	40
Electromecánica	de 5 a 20

Generalidades

En el presente estudio, se consideraron únicamente tuberías principales de la red de drenaje sanitario, a partir de diámetros de 45 cm, aunque tuvieron que incorporarse tuberías con diámetros desde los 20 cm, por motivos de conectividad con elementos como cárcamos y estaciones de bombeo.

Para analizar las condiciones actuales del sistema de alcantarillado de Matamoros, tuvo que construirse un modelo de simulación numérica. Este modelo toma la información que se recopiló del catastro de la infraestructura de drenaje sanitario existente, y consiste de datos de:

- Pozos de visita.- Ubicación geográfica, cotas de brocal y fondo.
- Conductos.- Diámetros, longitudes, pendientes.
- Cárcamos de bombeo.- Ubicación geográfica, dimensiones, profundidades.
- Drenes.- Ubicación geográfica, trayectorias.
- Plantas de tratamiento.- Ubicación geográfica, caudales de ingreso.
- Topografía.- Curvas de nivel.

Al construir el modelo inicial, con la información original del levantamiento catastral, se encontraron inconsistencias e información faltante.



Tabla 174. Datos de los pozos importados.

Pozos	Candidates	%
Importados	2,595	100
CON elevación de plantilla (fondo)	1,322	51
SIN elevación de plantilla (fondo)	1,273	49

Además de la información faltante, crucial para la elaboración de un modelo de simulación, los pozos que se importaron con información de la cota de plantilla, se analizaron y se generaron perfiles para su análisis, obteniendo los siguientes resultados, que se muestran en la figura siguiente:

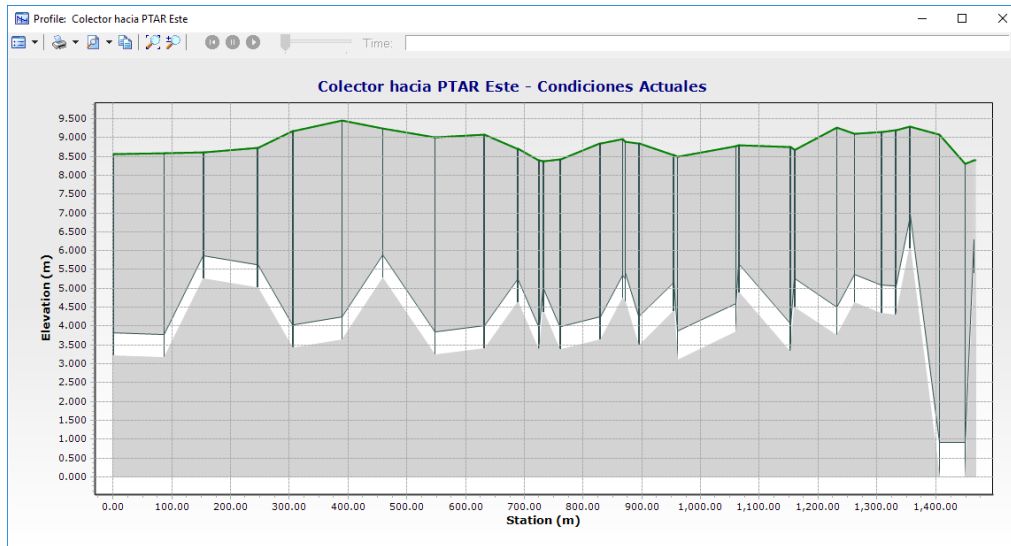


Figura 235. Perfil creado con información original. Pozos con cota de plantilla.

Si se analiza un perfil donde todos los pozos están faltos de información, se observa lo siguiente:

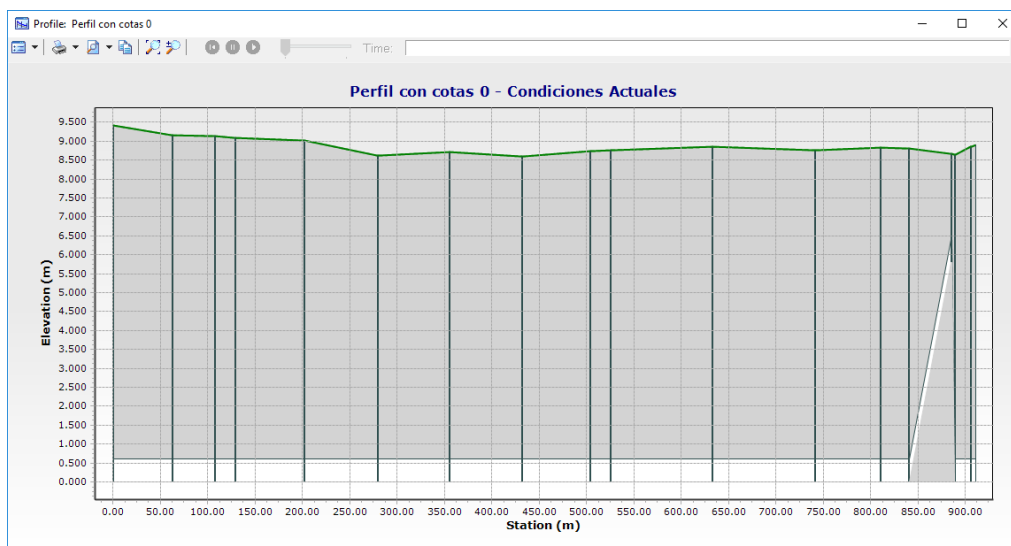


Figura 236. Perfil creado con información original (Pozos sin cota de plantilla).

La información relacionada con los diámetros de las tuberías, fue suficiente, y no se encontraron discrepancias o errores. No se tuvo el dato de la pendiente de las tuberías. El número de conductos a gravedad importados al modelo fue de 2,595 elementos, que representan una longitud de red de más de 153 km de tuberías.

Se importaron 68 cárcamos de bombeo, de los cuales 6 están fuera de operación, 1 está en proceso de construcción y 1 no ha sido recepcionado por la Junta de Agua y Drenaje. Por tanto, se tienen 60 cárcamos operando en el sistema. De ninguno de los cárcamos se cuenta con información de curvas de operación de los equipos de bombeo.

Concesiones y suposiciones iniciales

Partiendo del análisis anterior de la información existente, se tuvieron que plantear suposiciones iniciales, por lo que se asumió que las plantillas de los pozos tenían que redefinirse, y con esto las pendientes de las tuberías, por lo que se comenzó tramo por tramo de la red con este trabajo de reconstrucción de la información, y así, los perfiles fueron quedando de la siguiente manera.

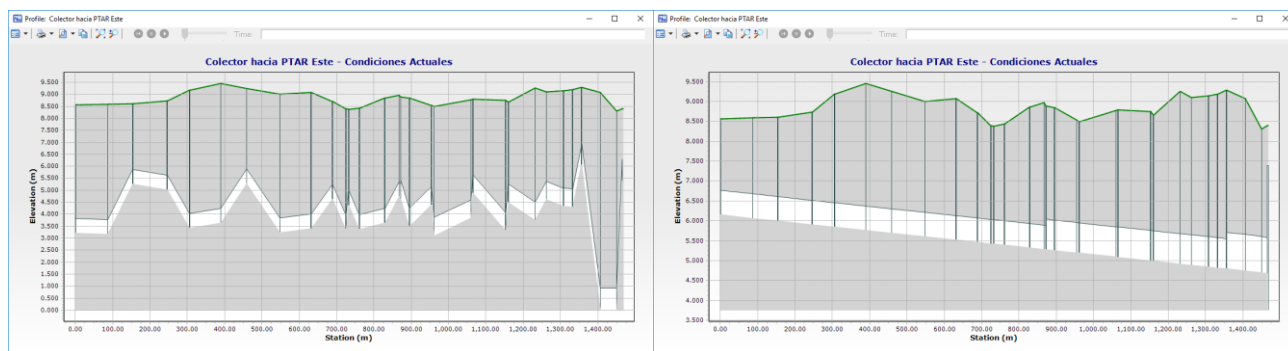


Figura 237. Perfiles con plantillas originales y con plantillas redefinidas.

Otro ejemplo de corrección de plantillas en los pozos.

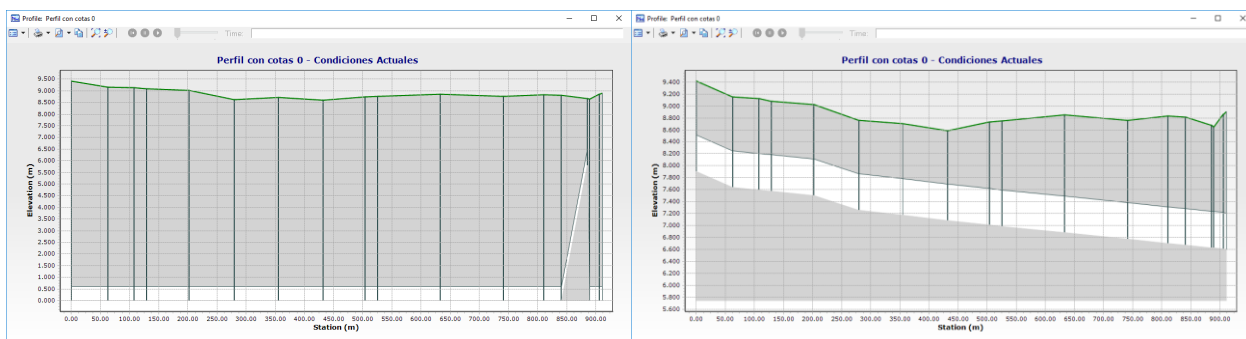


Figura 238. Perfiles con plantillas originales con cota 0 y con plantillas redefinidas.

Este proceso manual de definición de cotas de plantillas se realizó para los casi 3,000 pozos existentes en la red de drenaje de Matamoros, ya que aunque la mitad de los pozos contaban con información de cotas de plantilla, éstas tuvieron que redefinirse para que los perfiles tuvieran consistencia hidráulica.

Para todas las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales (EBAR) se tuvieron que proponer sus curvas de bombas, partiendo de curvas de sistema entre los cárcamos y los pozos donde se tenía la descarga, a los que también se llamaron cajas rompedoras de presión.

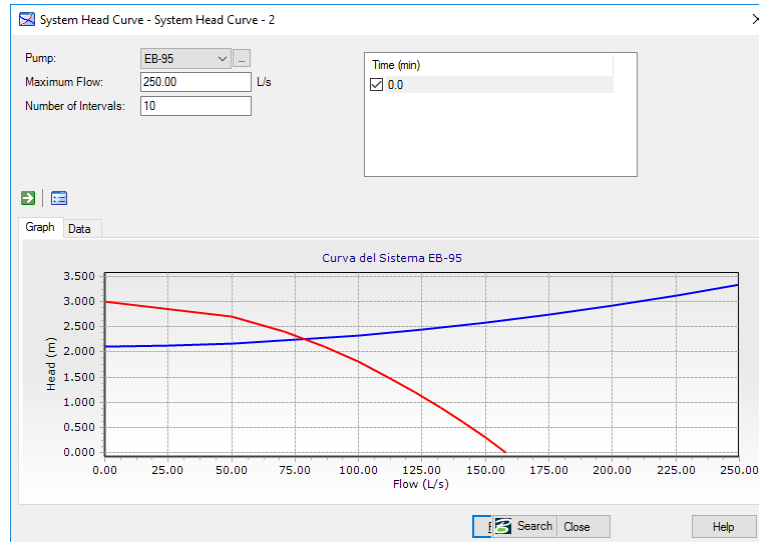


Figura 239. Curva del Sistema en la Estación de Bombeo 95.

Este proceso fue realizado para cada una de las 60 estaciones de bombeo existentes en las condiciones actuales de operación del sistema de drenaje sanitario de Matamoros.

Con las curvas del sistema, se propusieron las curvas de las bombas. Enseguida se muestra la figura con la curva de bomba de la EB-95.

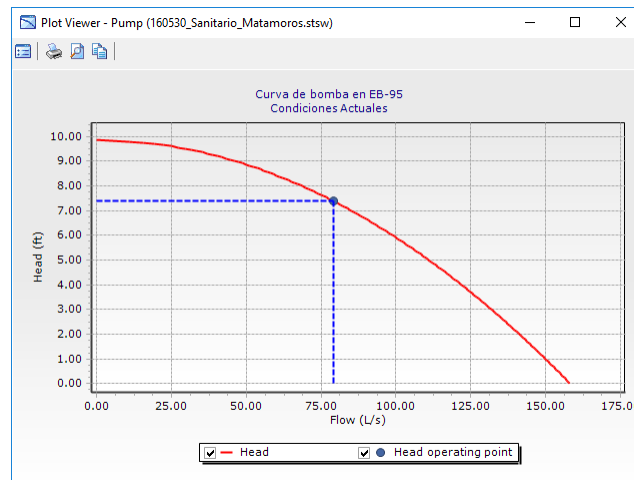


Figura 240. Curva de la bomba en la EB – 95.

Las curvas de las 60 Estaciones de Bombeo fueron asumidas de la misma manera. En la siguiente tabla se tienen los valores obtenidos para Gasto y Carga.

Tabla 175. Datos de las bombas en las EB. Condiciones Actuales.

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Nombre	Notas
EB-PTAR	512.33	9.061	Rebombeo	En proceso de construcción
EB 1-38	161.63	9.124	Las Delicias	Operando
EB 2	39.58	7.301	3a. y Monterrey	Operando
EB 3	35.59	4.614	Popular	Operando



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Nombre	Notas
EB 4	42.99	5.694	Diagonal Cuauhtémoc	Operando
EB 5	72.39	8.51	16 y Calixto de Ayala	Operando
EB 6	10.71	6.626	1a. de Mayo	Operando
EB 7	56.81	3.41	Esperanza	Operando
EB 8	111.9	6.837	Tecnológico	Operando
EB 9	462.49	5.151	Las Águilas	Operando
EB 10	211.44	5.723	Chulavista	Operando
EB 11	668.9	6.019	Nogalar	Operando
EB 13	22.3	7.435	Cd. Industrial Norte	Operando
EB14	17.59	0.837	Conj. Habitacional	Operando
EB 15	26.59	5.325	Fuentes del Valle	Operando
EB 16	66.11	9.848	Expo Oriente	Operando
EB 17	57.69	2.005	Rodríguez	Operando
EB 18	77.82	5.735	Sendero	Operando
EB 19	51.05	7.481	Las Culturas	Operando
EB 20	10.65	3.208	Terrenos de Expo Fiesta (REVISAR)	Operando
EB 21	44.47	2.967	La India	Operando
EB 23	22.96	4.565	11 y Calixto de Ayala	Operando
EB 32	512.31	9.27	Valle Real	No Recepcionada
EB 33	16.61	5.062	Campestre del Río	Operando
EB 35	34.51	4.513	La Amistad	Operando
EB 36	0	0	Emiliano Zapata	Fuera de Operación (F.O.)
EB 37	4.94	2.84	Hogares de Matamoros	Operando
EB 39	7.39	5.635	Pedregal	Operando
EB 40	305.81	4.595	Campestre del Río	Operando
EB 42	523.7	12.824	PTAR Este	Operando
EB 43	66.58	6.346	Casa Blanca	Operando
EB 44	10.43	6.434	Vamos Tamaulipas	Operando
EB 45	4.87	3.43	Lázaro Cárdenas	Operando
EB 49	12.47	0.288	Casa Blanca 3	Operando
EB 50	42.32	4.947	Rincón Colonial	Operando
EB 51	20.18	2.528	Lomas de San Juan	Operando
EB 52	11.52	7.272	Los Pinos	Operando
EB 53	56.64	4.577	Las Brisas	Operando
EB 54	61.15	3.258	Integración Familiar	Operando
EB 55	56.53	5.455	Abelardo de la Torre	Operando
EB 56	55.42	2.338	Nuevo Milenio	Operando
EB 57	79.05	0.839	Presidentes I	Operando
EB 58	6.76	4.042	Fracc. Fidel Velázquez	Operando
EB 62	77.81	4.82	Cima 3	Operando
EB 63	7.36	3.256	Praxedis Balboa	Operando
EB 71	12.54	4.147	San Pedro	Operando



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Nombre	Notas
EB 72	4.93	2.856	Leyes de Colonos	Operando
EB 73	0	0	Presidentes II	F.O.
EB 75	19.76	2.711	Quinta Real	Operando
EB 76	16.63	1.983	Las Misiones	Operando
EB 77	13.33	6.108	El Chorizo	Operando
EB 78	16.08	4.585	Brisas del Valle	Operando
EB 79	0	0	Plaza Sendero	F.O.
EB 81	4.09	1.477	Arboledas del Río	Operando
EB 82	11.71	4.43	Vista del Sol	Operando
EB 83	67.61	4.06	Rinconada de las Brisas	Operando
EB 84	45.31	3.83	Molinos del Rey	Operando
EB 86	0	0	Los Nogales	F.O.
EB 87	41.41	4.765	Palmares de las Brisas	Operando
EB 88	2.7	4.848	La Palangana	Operando
EB 89	5.07	3.158	3a y Hernán Cortez (REVISAR)	Operando
EB 90	54.27	3.245	Las Misiones II	Operando
EB 91	5.8	1.809	El Caracol	Operando
EB 95	0	0	Tratadora Los Presidentes	F.O.
EB 96	0	0	Unidos Avanzamos	F.O.
EB 99	0.31	3.96	Fracc. Alameda	Operando
EB X20	6.18	4.026	18 de Octubre	Operando
EB-VL	2.74	5.211	EB Villas de Lago	Operando

Con estas asunciones o suposiciones iniciales se procedió a calcular hidráulicamente el sistema de recolección de aguas negras de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas.

Análisis de resultados bajo las condiciones actuales

Bajo las condiciones actuales, una parte del sistema de drenaje sanitario de la ciudad de Matamoros es recolectado y llevado a 2 puntos de vertido final en planas de tratamiento: Planta de Tratamiento Este y Planta de Tratamiento Oeste (PTAR Este y PTAR Oeste) Lo que no es recolectado y enviado hacia las plantas de tratamiento se está vertiendo directamente en los drenes y canales existentes que cruzan la ciudad.

La PTAR Este tiene un área de influencia de aproximadamente 4,404 Ha, de las cuales 1,819 Ha donde se asienta una población de 67,402 hab., que descarga sus aguas en la cuenca que escurre hacia esta planta de tratamiento. El gasto medio diario que llega a la PTAR Este es de 186 L/s, que equivale a un 16.5% del caudal total que circula por el sistema de drenaje.

Por otro lado la PTAR Oeste tiene un área de influencia de aproximadamente 8,091 Ha, de las cuales 2,196 Ha., donde se asienta una población de 75,057 habitantes que descarga sus aguas en la cuenca que escurre hacia esta planta de tratamiento. El gasto medio diario que fluye hacia esta planta de tratamiento es de aproximadamente 187 L/s, que al igual que la PTAR Este, representa un 16.5% del caudal total del sistema.

Esto indica que el caudal que se está tratando en las 2 plantas equivale solamente a un tercio del caudal total que se genera y se recibe de las aportaciones. El resto del caudal, que en gasto medio diario equivale a



aproximadamente 751 L/s se está descargando en los drenes existentes en Matamoros, es el equivalente al 67% de las aportaciones de aguas negras que se generan en el sistema.

Las aportaciones de aguas sanitarias fueron cargadas en el modelo mediante herramientas que permiten ingresar los caudales geo referenciados. Se generaron 92 microcuencas con información de población actual y gastos de aportaciones. Estos gastos fueron los gastos de diseño y el modelo se simuló con el gasto máximo extraordinario, mientras que para los tramos a presión se utilizó el gasto máximo instantáneo. Con estos parámetros o gastos de diseño se modeló el primer escenario, que fue el de las condiciones actuales.

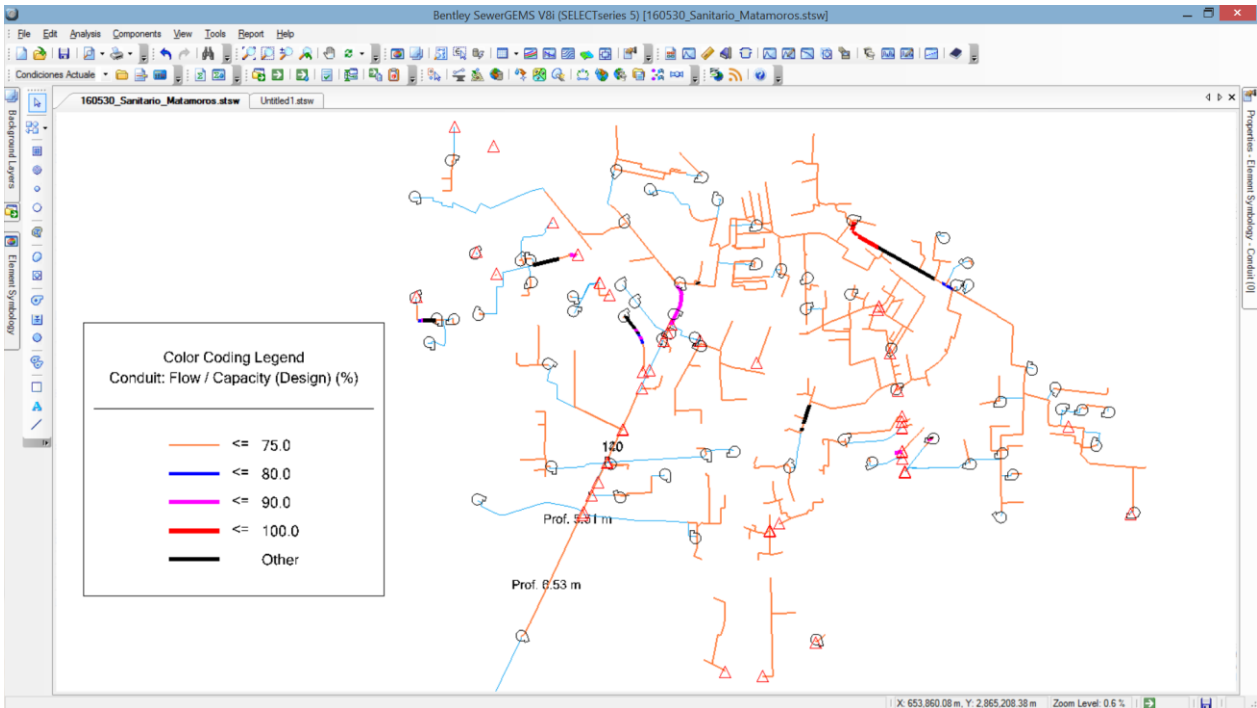


Figura 241. Modelo con simulación de condiciones actuales.

Al correr el escenario de las condiciones actuales y codificar por colores las capacidades de las tuberías existentes, se tienen tramos fluyendo bajo presión y esta es una condición que debe evitarse.

De los más de 153 kilómetros de red, 134 km fluyen a un 50% de su capacidad máxima, esto es un 87.5% de la red; entre el 50% y el 75% de capacidad se contabilizaron 12,722 m, que equivalen al 8.2% del total; entre el 75% y 100% se contabilizaron 3,102 m, que representan un 2% y finalmente 3,480 metros se encuentran bajo presión, esto es un 2.3% de las tuberías simuladas.

A continuación se muestran los perfiles de dos tramos que presentan esta problemática.

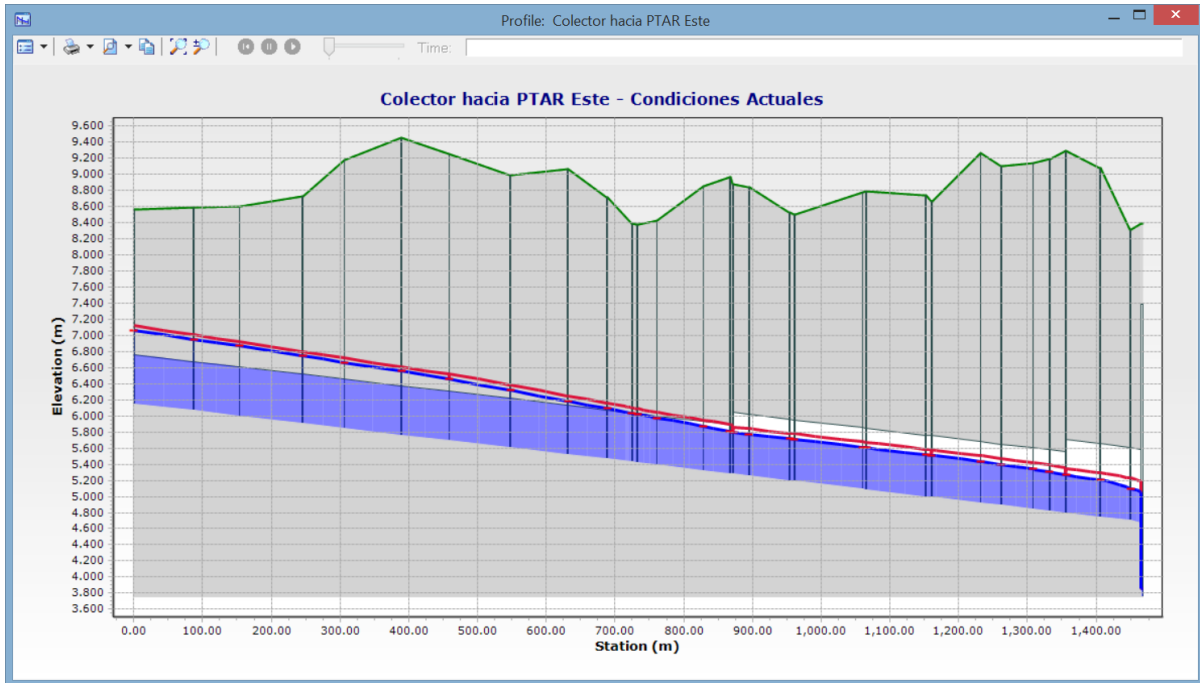


Figura 242. Perfil presurizado en condiciones actuales.

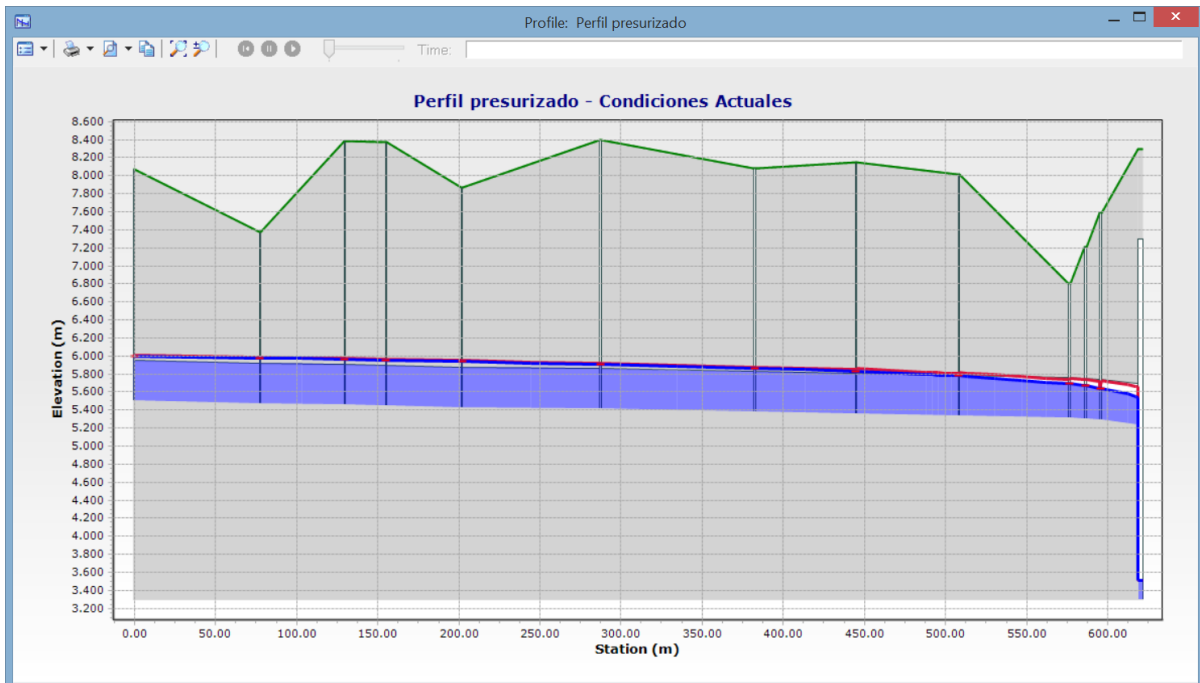


Figura 243. Perfil presurizado de la zona Oeste, en condiciones actuales.

Los problemas principales del sistema de drenaje sanitario de Matamoros son las tuberías que trabajan con velocidades muy bajas, junto con el vertido a drenes, lo cual deja sin tratamiento a dos terceras partes de las aguas servidas de la ciudad.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Para solucionar esta problemática, se estarán analizando 2 alternativas de solución, con estrategias tanto a Corto y Mediano Plazo así como también a Largo Plazo. De esto se habla en el capítulo 3.2.2.1 del presente informe.

Con el propósito de que sean más entendibles y precisos los resultados obtenidos en la modelación en condiciones actuales se presenta a continuación en tablas y planos dichos resultados

En primer lugar se presenta la situación que prevalece en cuanto a la utilización en condiciones actuales de la capacidad de los conductos instalados en el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales de Matamoros, es decir, la relación que existe entre el gasto que transita por cada tubo y la capacidad que tiene este mismo, siendo que esta última está en función del diámetro, la pendiente de arrastre y el material de las paredes del tubo (coeficiente de rugosidad). En la siguiente figura se presenta un plano donde se puede observar por colores los porcentajes de utilización de los tubos al conducir el gasto máximo extraordinario.

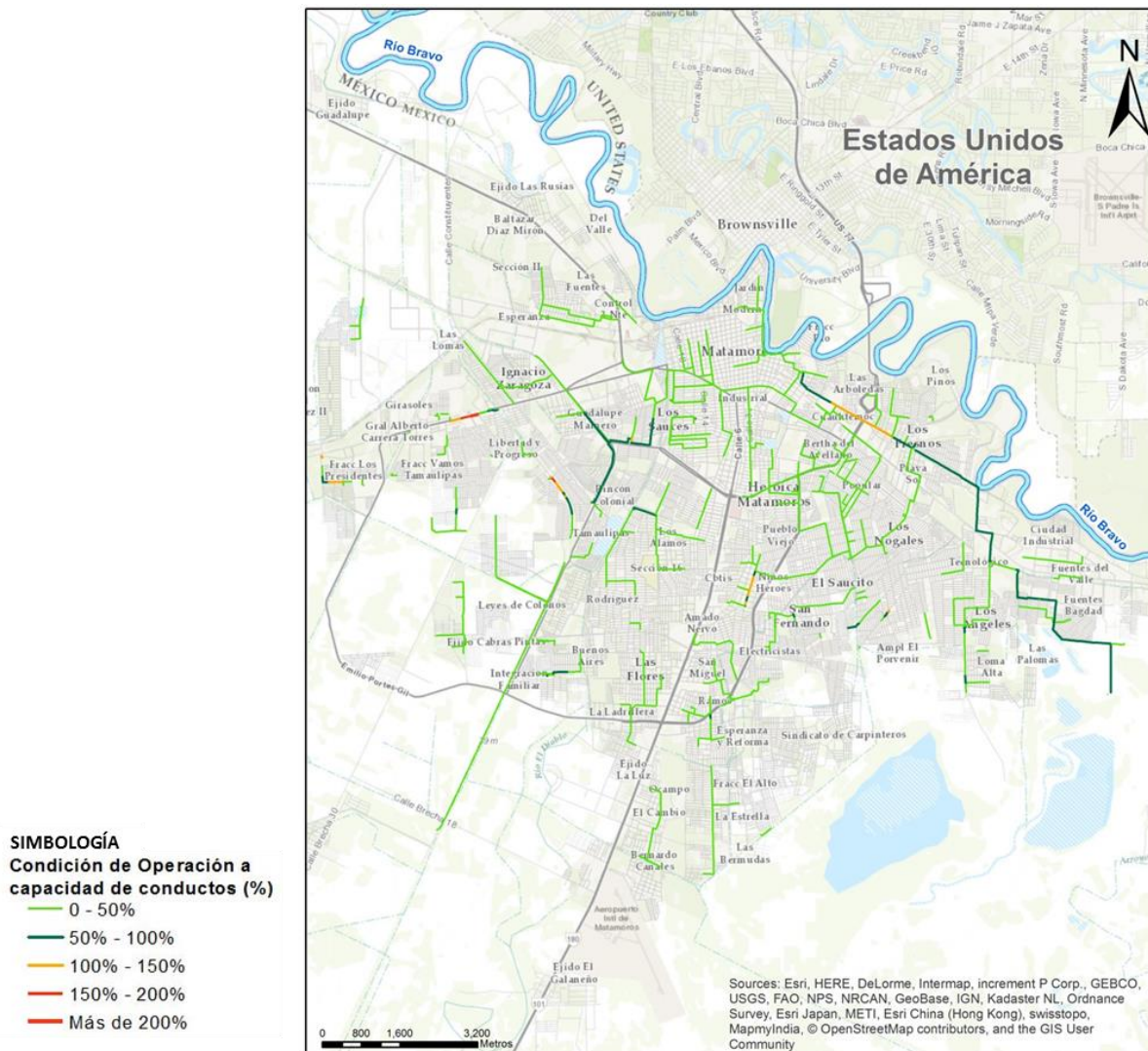


Figura 244. Condición de operación a capacidad de conductos



En las siguientes tablas se presenta información general y particular de la condición en las que operan los tubos del sistema principal de alcantarillado de Matamoros, donde se puede observar que en 134 Km de tuberías principales que representan el 87%, si se conduce el gasto máximo extraordinario, los tubos están trabajando a menos del 50% de su capacidad, lo cual es muy bueno, ya que se puede establecer que la gran mayoría de lo que se ha construido a la fecha tiene la capacidad para conducir los caudales actuales sin problema. Así como existen 3.54 Km de tuberías que representan el 2.3% que no tienen la capacidad para conducir actualmente el gasto máximo extraordinario, y cuando este se presenta los conductos se sobrecargan trabajando a presión y llegando a presentar remansos y desbordamientos en los pozos de visita y rejillas o bocas de tormenta.

Es importante recordar que el análisis se realizó bajo consideraciones hipotéticas, de que no hay obstrucciones al flujo del agua, por ingreso de material del subsuelo de algún caído, grasas y aceites cementados o de basura arrojada por los usuarios.

Tabla 176. Situación de la utilización de la capacidad hidráulica de los conductos

Condición de operación	Longitud (km)	%
0-50 %	133.93	87.37%
50-100 %	15.82	10.32%
100-150 %	3.02	1.97%
150-200 %	0.35	0.23%
Más de 200 %	0.17	0.11%
TOTAL	153.29	100%

Tabla 177. Conductos con problemas de falta de capacidad

No	Vialidad	Longitud (m)	Diámetro Existente (cm)	Condición de Operación (%)	Entre vialidades	Colonia
1	Diagonal amistad	54.13	30	105	Entre Calle 14 de febrero y Calle pino	La amistad - 14 de febrero
2	Calle Evaristo Ramos	302.40	45	116	Entre Calle Isidro Media y Calle Pedro Lara	Ejido 20 de noviembre
3	Calle Canek	219.69	30	118	Sobre Calle sur 5	Jesús Vega Sánchez
4	Calle principal	213.83	45	119	Sobre Calle Villareal	Fraccionamiento Nuevo Milenio
5	Calle control 3	168.21	61	122	Entre Calle Santa Mónica y Calle Santa Teresa	Santa Elena
6	Calle división del norte	19.35	61	124	Entre Calle gobernación y Calle 22 de julio	Las Palmas
7	Calle casa blanca	131.53	45	129	Entre Calle principal y Calle Universidad Autónoma de Nuevo León	Fraccionamiento Nuevo Milenio
8	Calle Miguel Treviño Emparan	295.17	30	129	Entre Carretera Estatal Sendero Nacional y Calle Mariano García Schreck	Fraccionamiento Los Presidentes



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No	Vialidad	Longitud (m)	Diámetro Existente (cm)	Condición de Operación (%)	Entre vialidades	Colonia
9	Carretera Estatal Sendero Nacional	522.28	25	147	Sobre Calle dos norte	Fracc. El caracol - Parque Ind. Alianza
10	Calle Luis E. Rendón	1,471.34	20	148	Entre Calle la aurora y Calle Juan B. García	Fraccionamiento Los Presidentes
11	Calle principal	78.30	45	163	Sobre Calle casa blanca	Fraccionamiento Nuevo Milenio
12	Carretera Estatal Sendero Nacional	24.17	25	188	Sobre Calle Las brisas	Paseo Las brisas
13	Carretera Estatal Sendero Nacional	33.56	25	247	Entre Calle Las brisas y Calle Siglo XXI	Paseo Las brisas
Total		3,533.95				

Como puede observarse son 3.54 Km de tuberías que bajo la condición de que se presente el gasto máximo extraordinario estarán trabajando con sobre carga y remanso de agua que puede desbordarse en las calles a partir de los pozos o rejillas. En la siguiente figura se presenta su localización.

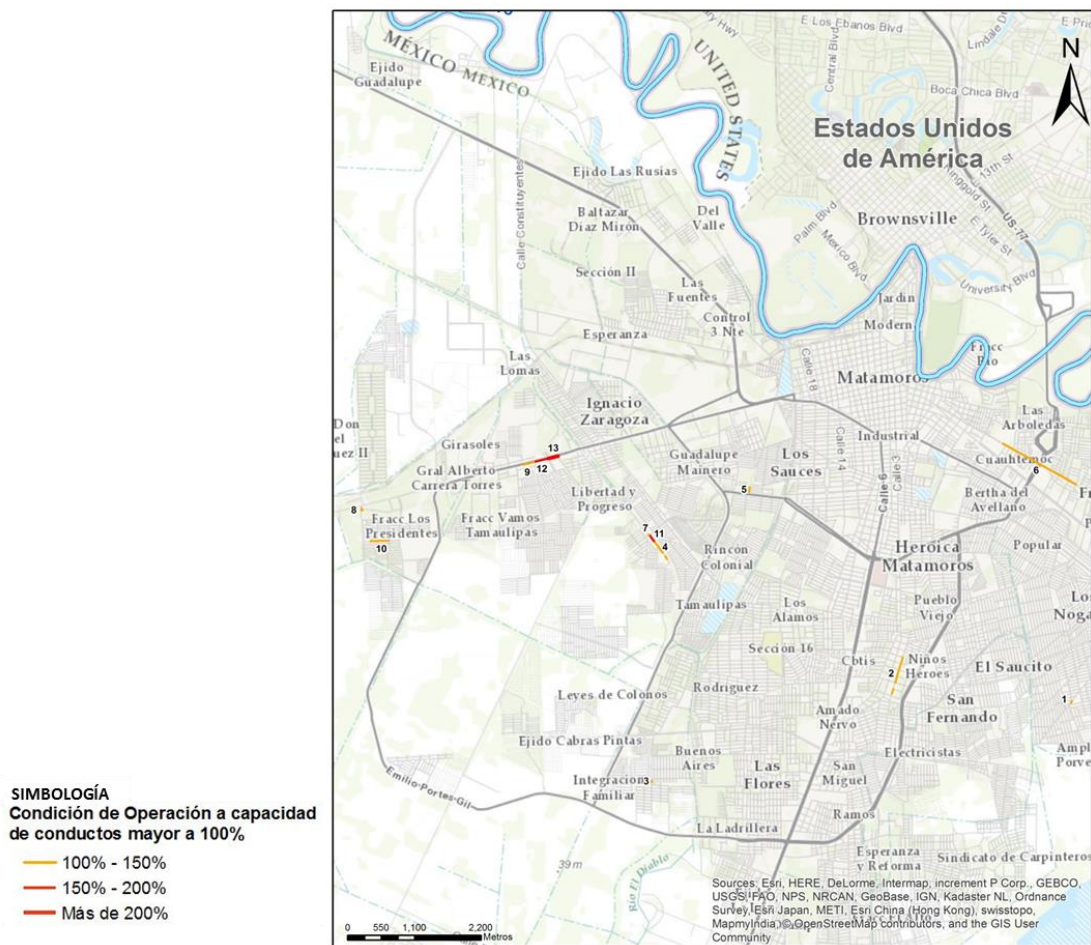


Figura 245. Colectores con problemas de capacidad de conducción



En segundo lugar se presenta la situación que prevalece en cuanto a las velocidades que se presentan en los conductos al fluir el gasto máximo extraordinario con las pendientes que se tienen en los tubos, las cuales pudieran causar erosión en las tuberías en caso de rebasar los valores máximos recomendados por la CONAGUA.

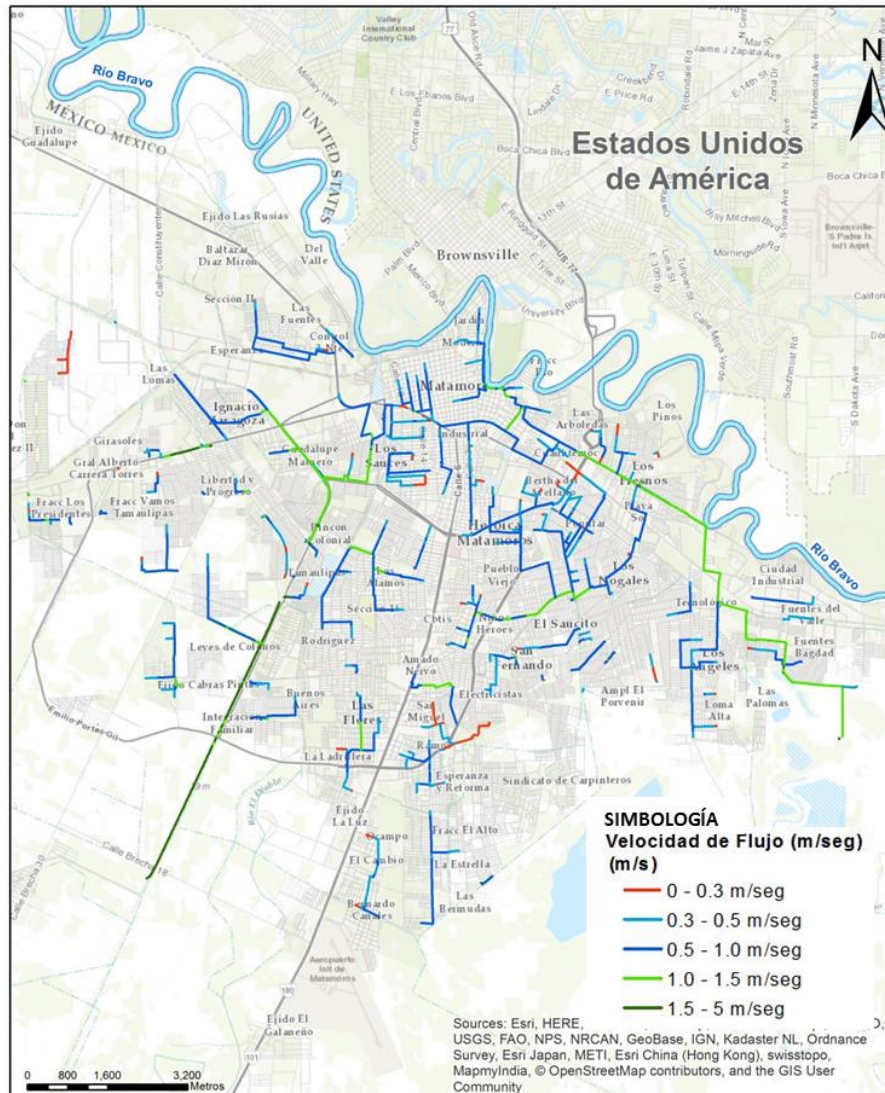


Figura 246. Velocidades en los conductos a gasto Máximo Extraordinario

Tabla 178. Velocidades en los conductos a gasto máximo extraordinario

Velocidad de Flujo	Longitud (km)	%
De 0 a 0.3 m/seg.	9.05	5.90%
De 0.3 a 0.5 m/seg.	32.94	21.50%
De 0.5 a 1.0 m/seg.	80.15	52.30%
De 1.0 a 1.5 m/seg.	23.74	15.50%
De 1.5 a 5 m/seg.	7.4	4.80%
TOTAL	153.29	100%

No existen problemas de erosión en las tuberías del sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales de Matamoros, ya que conduciendo el gasto máximo extraordinario sólo en el emisor Oeste se presentan velocidades entre 1.5 a 5 m/seg, lo cual es consentido porque dicho emisor es de polietileno de alta densidad, que de acuerdo a los MAPAS de la CONAGUA la velocidad máxima a gasto máximo extraordinario para tuberías de ese material es de 5.0 m/seg.

Por otro lado, la inmensa mayoría de las tuberías (122.1 Km) conducen el gasto máximo extraordinario con velocidades que no rebasan el 1.0 m/seg., lo cual es relativamente bueno, sin embargo, lo que debe llamar la atención por lo que eso significa es que a gasto mínimo la longitud que tiene velocidades por debajo de los 0.3 m/seg son 55 Km que representan el 36% del total, tal y como se muestra en la siguiente tabla y figura.

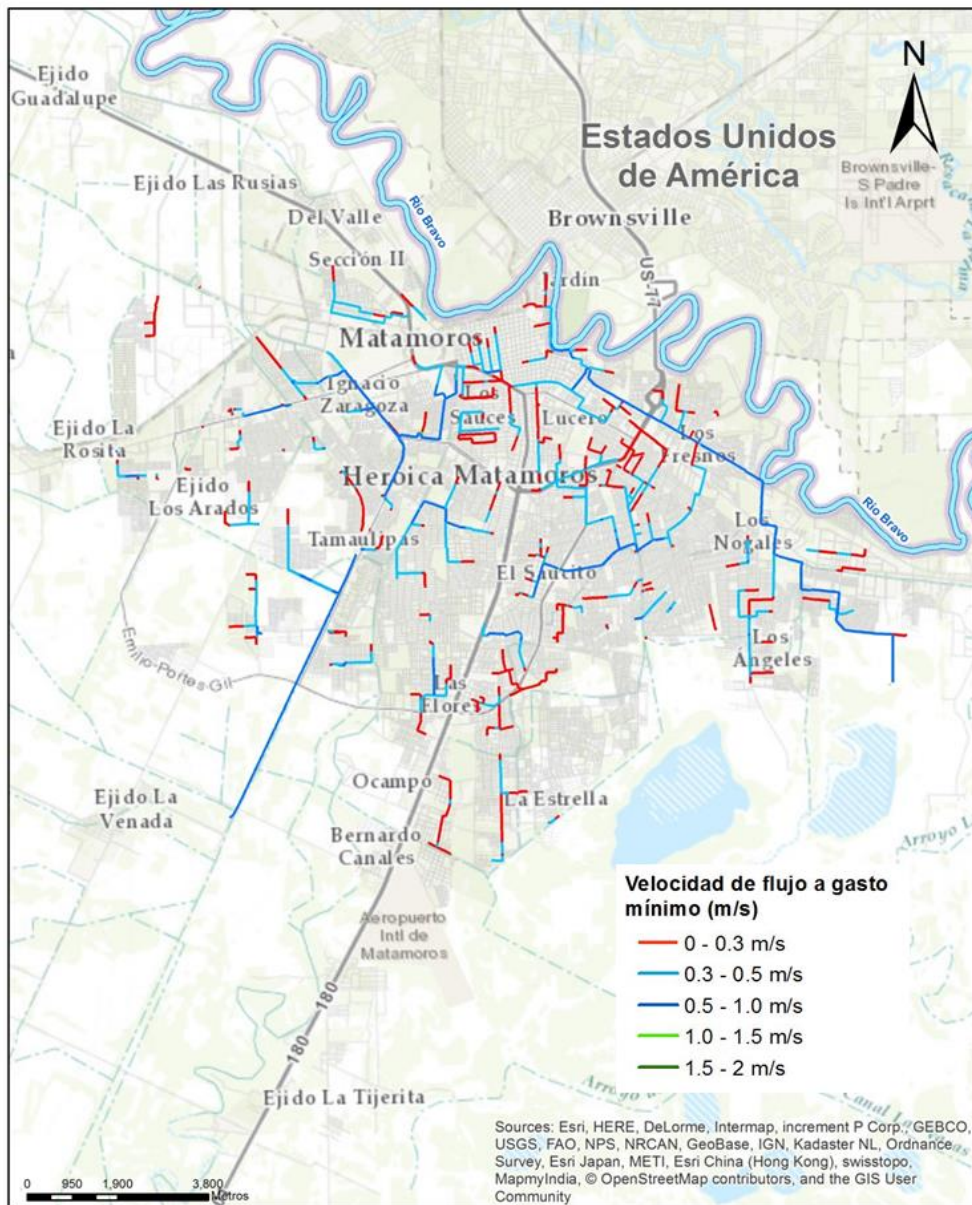


Figura 247. Velocidades en los conductos a gasto mínimo



Tabla 179. Velocidades en los conductos a gasto mínimo

Velocidad de Flujo	Longitud (km)	%
De 0 a 0.3 m/s	55.22	36.0%
De 0.3 a 0.5 m/s	59.34	38.7%
De 0.5 a 1 m/s	38.42	25.1%
De 1 a 1.5 m/s	0.28	0.2%
De 1.5 a 2 m/s	0.03	0.0%
Total	153.29	100%

Esta situación es realmente el problema que presenta el sistema de alcantarillado y en particular el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales existente, que debido a las mínimas pendientes que tienen los conductos, el agua que fluye lo hace con velocidades bajas y en condiciones de caudales mínimos se maximiza el problema llegando a velocidades muy bajas, que con cualquier obstáculo dentro de los conductos el agua llegaría a presentar estancamiento y en función del tamaño del obstáculo sería el remanso hacia aguas arriba al grado de no dejar descargar las aguas de las descargas domiciliarias.

En tercer lugar, se presenta la situación que prevalece en cuanto a las cargas dinámicas totales (CDT) que se manejan en las líneas de impulsión de acuerdo a la modelación y los gradientes hidráulicos de dichas líneas, que exponen estas últimas el nivel de pérdidas por fricción que se tienen, las cuales dependen del gasto que se bombea, del diámetro del conducto y del material que determina el grado de resistencia que ponen las paredes de los tubos al flujo del agua (coeficiente de rugosidad). En las siguientes tablas se presenta la longitud de las líneas de impulsión analizadas en el modelo agrupadas por niveles de CDT y de gradientes hidráulicos.

Tabla 180. Cargas dinámicas totales en las líneas de impulsión

Carga Dinámica Total	Longitud (km)	%
De 0 a 5 mca	34.48	55.9%
De 5 a 10 mca	25.10	40.7%
De 10 a 15 mca	2.11	3.4%
TOTAL	61.69	100%

Tabla 181. Gradientes hidráulicos en las Líneas de impulsión

Gradiente Hidráulico	Longitud (km)	%
Menor a 1 milésima	49.26	79.8%
1 a 5 milésimas	9.88	16.0%
De 5 a 10 milésimas	2.56	4.1%
TOTAL	61.69	100.0%



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Como se puede observar en las tablas existen 35 Km (55%) de líneas que operan para vencer cargas menores a los 5 m.c.a. (0.5 Kg/cm²) y solo 2 Km (3.5%) de líneas que operan para vencer cargas entre 10 a 15 m.c.a. (1 a 1.5 Kg/cm²), lo cual significa que el consumo de kWh no debe ser excesivo y por lo tanto el gasto por energía eléctrica debe ser razonable a pesar de tener más de 60 estaciones de bombeo.

De la misma manera se observa en las tablas que la gran mayoría de las líneas de impulsión (80%) tienen un gradiente hidráulico de menos de 1 milésima, lo que representa que se pierde por fricción 1 metro por cada kilómetro, lo cual es un valor muy aceptable y significa que el diámetro de las líneas es el adecuado, así como el material, pero por el otro lado existen 2.6 Km de líneas que presentan un gradiente hidráulico de entre 5 a 10 milésimas, lo que representa que se pierde por fricción de 5 a 10 metros por cada kilómetro de línea, lo cual es un valor nada aceptable y significa que el diámetro no es el adecuado para el gasto que se transporta y que muy probablemente sean de A-C con un coeficiente de rugosidad mayor.

En las siguientes figuras se presentan un plano donde se indican las líneas de impulsión existentes en el sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales de la ciudad de Matamoros, en donde se les clasifica por los dos parámetros analizados:

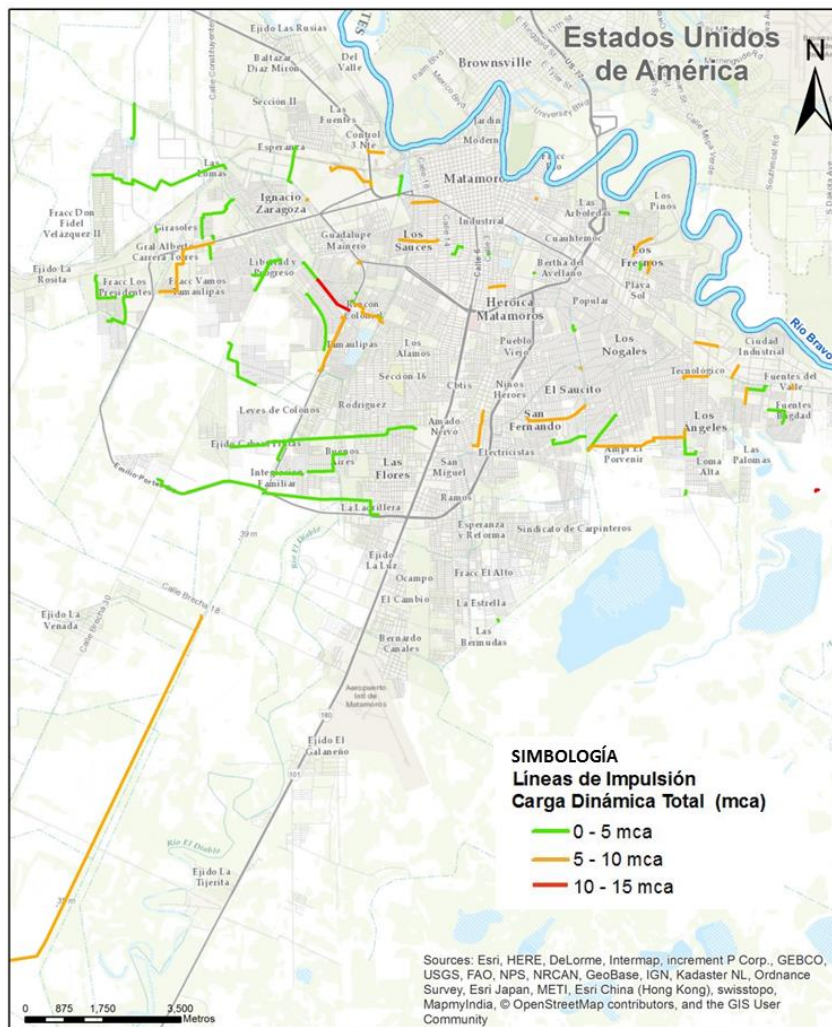


Figura 248. Cargas Dinámicas Totales (CDT) en las líneas de impulsión



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

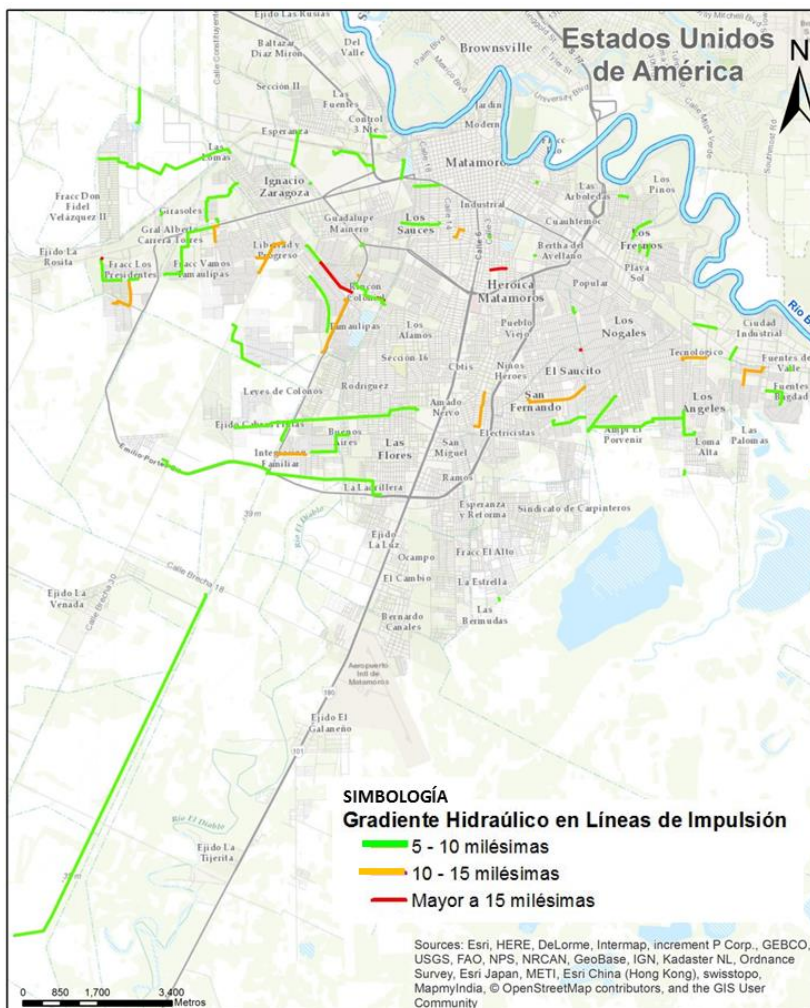


Figura 249. Gradientes hidráulicos en las líneas de impulsión

Para concluir con este punto, se presenta en la siguiente tabla la relación de las líneas de impulsión que de acuerdo con la modelación hidráulica resultaron con gradientes hidráulicos superiores a las 5 milésimas:

Tabla 182. Líneas de impulsión con gradientes hidráulicos mayores a las 5 milésimas

No.	EBAR de procedencia	Colonia	Vialidad	Entre vialidades	Diámetro existente (in)	Longitud (km)	Pérdidas (milésimas)
1	EB50	Rincón Colonial	Calle Puerto Rico	Entre Calle Palma de Mallorca y Calle Virgilio Garza Ruiz	8	0.17	8.70
2	EB2	La encantada	Calle Monterrey	Entre Calle tercera y Calle 18 de julio	8	0.36	7.70
3	EB11	Cecilia Ocelli	Prolongación prioridades	Entre Calle General Francisco Villa y Calle Josefa Ortiz de Domínguez	24	0.02	6.90
4	EB43	Valle de Casa Blanca	Calle Constituyentes	Entre Calle Mediterráneo y Avenida 12 de marzo	8	1.01	5.60
5	EB43	Valle de Casa Blanca	Calle Constituyentes	Entre Calle Mediterráneo y Avenida 12 de marzo	8	1.01	5.60
Total						2.56	



Por último se presentan los resultados de la capacidad de los equipos de bombeo (hp) calculadas con el modelo de simulación para las condiciones actuales de cada estación de bombeo, así como la determinación de la potencia comercial de los equipos que se requieren para bombear tanto el gasto medio como el gasto máximo instantáneo (con la suma del equipo 1 y 2) en cada estación de bombeo, partiendo de la suposición de que los equipos que están instalados deben tener una eficiencia electromecánica de 45%.

Además se presenta el cálculo del consumo en kWh a partir de la suposición de que el equipo 1 calculado para bombear el gasto medio con infiltración trabaja 22 horas al día y el equipo 2 trabaja sólo 8 horas al día que junto con el equipo 1 durante ese lapso de tiempo bombearan el gasto máximo instantáneo, así como el costo al año de energía eléctrica.

Tabla 183. Consumos de kWh de las EB de aguas residuales

No	ID	Nombre	Sta tus	Datos (SewerGEMS)			Selección de Equipo		Consumos E.E.			Importe facturado \$/año
				Gasto Máximo Instantáneo (Calculado) (L/s)	CDT (m)	Eficiencia	Potencia Req. Equipo 1 (hp)	Potencia Req. Equipo 2 (hp)	Equipo 1 (kWh)	Equipo 2 (kWh)	Total (kWh)	
1	EB-1-38	Las Delicias	Op	161.63	9.12	45%	20	25	14.91	18.64	174,196	319,978
2	EB-2	3a. y Monterrey	Op	39.58	7.30	45%	5	5	3.73	3.73	40,827	78,073
3	EB-3	Popular	Op	35.59	4.61	45%	3	2	2.24	1.49	22,319	44,503
4	EB-4	Diagonal Cuauhtemoc	Op	42.99	5.69	45%	5	3	3.73	2.24	36,472	70,174
5	EB-5	16 y Calixto de Ayala	Op	72.39	8.51	45%	10	10	7.46	7.46	81,654	152,126
6	EB-6	1a. de Mayo	Op	10.71	6.63	45%	1	2	0.75	1.49	10,343	22,781
7	EB-7	Esperanza	Op	56.81	3.41	45%	3	3	2.24	2.24	24,496	48,452
8	EB-8	Tecnológico	Op	111.90	6.84	45%	15	8	11.19	5.59	106,150	196,557
9	EB-9	Las Águilas	Op	462.49	5.15	45%	40	30	29.83	22.37	304,842	556,946
10	EB-10	Chulavista	Op	211.44	5.72	45%	20	20	14.91	14.91	163,308	300,231
11	EB-11	Nogalar	Op	668.90	6.02	45%	60	60	44.74	44.74	489,925	892,651
12	EB-13	Cd. Industrial Norte	Op	22.30	7.44	45%	3	2	2.24	1.49	22,319	44,503
13	EB-14	Conj. Habitacional	Op	17.59	0.84	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
14	EB-15	Fuentes del Valle	Op	26.59	5.33	45%	2	3	1.49	2.24	18,508	37,591
15	EB-16	Expo Oriente	Op	66.11	9.85	45%	10	10	7.46	7.46	81,654	152,126
16	EB-17	Rodriguez	Op	57.69	2.01	45%	2	2	1.49	1.49	16,331	33,642
17	EB-18	Sendero	Op	77.82	5.74	45%	7.5	7.5	5.59	5.59	61,241	115,099
18	EB-19	Las Culturas	Op	51.05	7.48	45%	7.5	5	5.59	3.73	55,797	105,226
19	EB-20	Terrenos de Expo Fiesta	Op	10.65	3.21	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
20	EB-21	La India	Op	44.47	2.97	45%	2	2	1.49	1.49	16,331	33,642
21	EB-23	11 y Calixto de Ayala	Op	22.96	4.57	45%	2	2	1.49	1.49	16,331	33,642
22	EB-32	Valle Real	Op	512.31	9.27	45%	75	75	55.93	55.93	612,406	1,114,808
23	EB-33	Campestre del Río	Op	16.61	5.06	45%	2	1	1.49	0.37	13,065	27,718
24	EB-35	La Amistad	Op	34.51	4.51	45%	3	2	2.24	1.49	22,319	44,503
25	EB-36	Emiliano Zapata	F.O	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No	ID	Nombre	Sta tus	Datos (SewerGEMS)			Selección de Equipo		Consumos E.E.			Importe facturado \$/año
				Gasto Máximo Instantáneo (Calculado) (L/s)	CDT (m)	Eficiencia	Potencia Req. Equipo 1 (hp)	Potencia ReQ. Equipo 2 (hp)	Equipo 1 (kWh)	Equipo 2 (kWh)	Total (kWh)	
26	EB-37	Hogares de Matamoros	Op	4.94	2.84	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
27	EB-39	Pedregal	Op	7.39	5.64	45%	1	0.5	0.75	0.37	7,077	16,856
28	EB-40	Campestre del Río	Op	305.81	4.60	45%	20	25	14.91	18.64	174,196	319,978
29	EB-42	PTAR Este	Op	523.70	12.82	45%	100	100	74.57	74.57	816,542	1,485,070
30	EB-43	Casa Blanca	Op	66.58	6.35	45%	7.5	5	5.59	3.73	55,797	105,226
31	EB-44	Vamos Tamaulipas	Op	10.43	6.43	45%	1	1	0.75	0.75	8,165	18,831
32	EB-45	Lázaro Cárdenas	Op	4.87	3.43	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
33	EB-49	Casa Blanca 3	Op	12.47	0.29	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
34	EB-50	Rincón Colonial	Op	42.32	4.95	45%	3	5	2.24	3.73	28,851	56,351
35	EB-51	Lomas de San Juan	Op	20.18	2.53	45%	1	0.5	0.75	0.37	7,077	16,856
36	EB-52	Los Pinos	Op	11.52	7.27	45%	2	0.5	1.49	0.37	13,065	27,718
37	EB-53	Las Brisas	Op	56.64	4.58	45%	5	3	3.73	2.24	36,472	70,174
38	EB-54	Integración Familiar	Op	61.15	3.26	45%	3	3	2.24	2.24	24,496	48,452
39	EB-55	Abelardo de la Torre	Op	56.53	5.46	45%	5	5	3.73	3.73	40,827	78,073
40	EB-56	Nuevo Milenio	Op	55.42	2.34	45%	2	2	1.49	1.49	16,331	33,642
41	EB-57	Presidentes I	Op	79.05	0.84	45%	1	1	0.75	0.75	8,165	18,831
42	EB-58	Fracc. Fidel Velazquez	Op	6.76	4.04	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
43	EB-62	Cima 3	Op	77.81	4.82	45%	7.5	5	5.59	3.73	55,797	105,226
44	EB-63	Praxedis Balboa	Op	7.36	3.26	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
45	EB-71	San Pedro	Op	12.54	4.15	45%	1	1	0.75	0.75	8,165	18,831
46	EB-72	Leyes de Colonos	Op	4.93	2.86	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
47	EB-73	Presidentes II	Op	6.01	4.56	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
48	EB-75	Quinta Real	Op	19.76	2.71	45%	1	1	0.75	0.75	8,165	18,831
49	EB-76	Las Misiones	Op	16.63	1.98	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
50	EB-77	El Choro	Op	13.33	6.11	45%	2	0.5	1.49	0.37	13,065	27,718
51	EB-78	Brisas del Valle	Op	16.08	4.59	45%	1	2	0.75	1.49	10,343	22,781
52	EB-79	Plaza Sendero	F.O	----	----	----	----	----	----	----	----	----
53	EB-81	Arboledas del Río	Op	4.09	1.48	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
54	EB-82	Vista del Sol	Op	11.71	4.43	45%	1	1	0.75	0.75	8,165	18,831
55	EB-83	Rinconada de las Brisas	Op	67.61	4.06	45%	5	5	3.73	3.73	40,827	78,073
56	EB-84	Molinos del Rey	Op	45.31	3.83	45%	3	3	2.24	2.24	24,496	48,452
57	EB-86	Los Nogales	F.O	----	----	----	----	----	----	----	----	----
58	EB-87	Palmares de las Brisas	Op	41.41	4.77	45%	3	3	2.24	2.24	24,496	48,452
59	EB-88	La Palangana	Op	2.70	4.85	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
60	EB-89	3a y Hernán Cortez	Op	5.07	3.16	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
61	EB-90	Las Misiones II	Op	54.27	3.25	45%	3	3	2.24	2.24	24,496	48,452



No	ID	Nombre	Sta tus	Datos (SewerGEMS)			Selección de Equipo		Consumos E.E.			Importe facturado \$/año
				Gasto Máximo Instantáneo (Calculado) (L/s)	CDT (m)	Eficiencia	Potencia Req. Equipo 1 (hp)	Potencia ReQ. Equipo 2 (hp)	Equipo 1 (kWh)	Equipo 2 (kWh)	Total (kWh)	
62	EB-91	El Caracol	Op	5.80	1.81	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
63	EB-95	Tratadora Los Presidentes	Op	79.08	2.25	45%	3	3	2.24	2.24	24,496	48,452
64	EB-96	Unidos Avanzamos	F.O	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
65	EB-99	Fracc. Alameda	Op	0.31	3.96	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
66	EB- PTAR	Rebombeo	Op	512.33	9.06	45%	75	75	55.93	55.93	612,406	1,114,808
67	EB-VL	EB Villas de Lago	Op	2.74	5.21	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
68	EB- X20	18 de Octubre	Op	6.18	4.03	45%	0.5	0.5	0.37	0.37	4,083	11,426
				5,174			564	541	420	403	4,552,219	8,514,178

Como se observa en la tabla anterior para desalojar tanto el gasto medio como el gasto máximo instantáneo de las estaciones de bombeo que forman parte esencial del sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales de la ciudad de Matamoros, se requiere de equipos por un total de 823 HP, los cuales estarían consumiendo un total de 4, 552,219 kWh al año, lo que representa un gasto por concepto de energía eléctrica de \$8.51 millones de pesos al año.

Para mayor detalle de la información de la modelación de alcantarillado en condiciones actuales en SeweGEMS, consultar el anexo 12.

2.4.3. Saneamiento

2.4.3.1 Documento sobre las instalaciones de Alcantarillado

Matamoros cuenta con 3 plantas de tratamiento que son la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Este y Oeste, las cuales son operadas por la JAD y solo la PTAR Este se encuentra funcionando adecuadamente mientras que la PTAR Oeste iniciará su función a partir del 2017; también se considera la PTAR Presidentes, la cual solamente funciona como fosa séptica pero se encuentra fuera de operación.

En la siguiente tabla y figura se presenta información de la localización de las Plantas de Tratamiento:

Tabla 184. Localización de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

No.	Nombre	Coordenadas UTM y elevaciones		
		X	Y	Z
1	PTAR Este	657575.279651	2856121.04297	8.37
2	PTAR Oeste	639306.608183	2845514.15742	6.58
3	PTAR Presidentes	641335.075742	2861017.78841	8.65

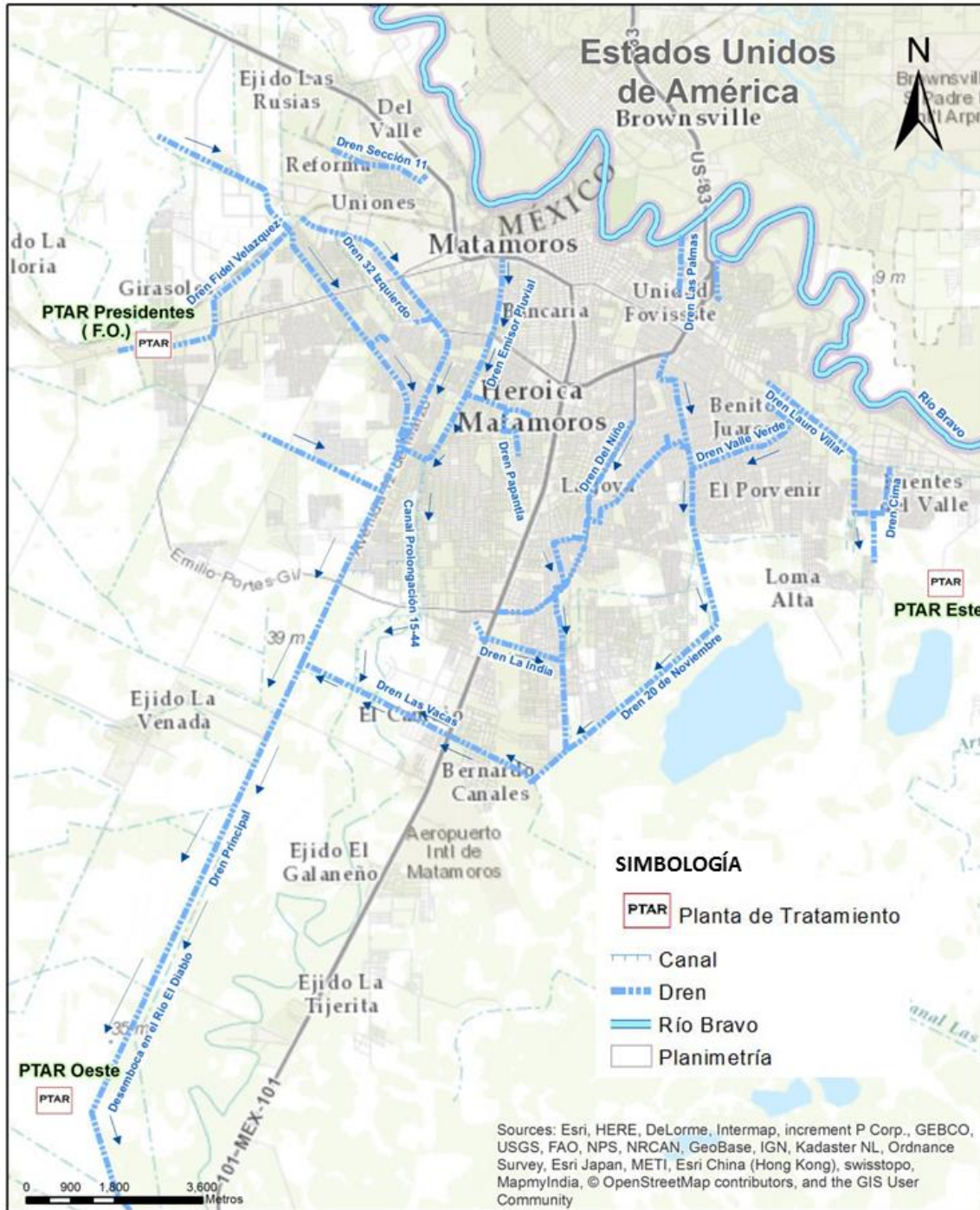


Figura 250. Localización de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

En las siguientes tablas se presenta la información general concerniente a las PTAR'S, con su status de operación, tren de tratamiento, capacidad instalada así como el reúso y aprovechamiento del agua.



Tabla 185. Información de las PTAR existentes en Matamoros.

Nombre de la PTAR	Ubicación	Status	Año de construcción	Capacidad instalada L/s	Tren de tratamiento	Cuerpo receptor	Reúso y aprovechamiento
PTAR Este	Zona Este de Matamoros, fuera del área urbana	Operación	Marzo 2008	420 (1º de 235 y 2º de 185) – falta 50 del 2º y 3º de 235	Sistema a base de Lagunas de estabilización	Arroyo La Pita. Laguna Madre	Riego agrícola, uso pecuario y uso industrial
PTAR Oeste	Zona suburbana Oeste de Matamoros, fuera del área urbana	Próxima a operar	Primera etapa en el 2012	540 1era etapa 270 2da etapa	Sistema a base de Lagunas de estabilización	-----	Riego agrícola, uso pecuario y uso industrial
PTAR Presidentes	Calle Sendero Nacional y Calle Migue Treviño Emparan	F.O	-----	-----	Es una fosa séptica	-----	-----

A continuación se presenta la descripción de las características de los sistemas y procesos de tratamiento, de cada una de las plantas de tratamiento, información obtenida del Proyecto de la PTAR Este elaborado por AyMA en el 2001 y de la Ingeniería Básica del proyecto de la PTAR Oeste elaborado por AyMA en el 2009.

La planta de Tratamiento de Aguas residuales Este, fue inaugurada en marzo del 2008 en el Ejido el Tecolote, carretera a Playa Bagdad km 9 a 3,300 metros aproximadamente del área urbana, la cual tiene una superficie de 8.66 Has distribuidas en: laguna anaerobia 1.79 Has; laguna facultativa 4.88 Has y en la laguna de maduración 1.99 Ha.



Figura 251. Localización de la Planta de Tratamiento Este

Actualmente cuenta con dos trenes, uno de 235 L/s y el otro de 185 L/s, en las lagunas de estabilización y las lagunas facultativas, sin embargo solamente se tiene un módulo de la laguna de maduración el cual



concentra todo el volumen que se trata en los procesos anteriores. Posteriormente, se completará el sistema con otro módulo de 235 L/s, el tiempo de retención hidráulica es de 30 días con 6 bombas, 1764 L/s de capacidad.

Dentro de la estación de bombeo donde se lleva a cabo el pretratamiento de las aguas residuales, se ubican siete bombas, seis de estas bombas están conectadas alternativamente por electrónivel de 2 en 2 metros, cada bomba es de 75 hp, de marca Flygh de 440 voL la séptima bomba se tiene de emergencia, el caudal de succión de cada bomba es de 100 L/s, sin embargo no se cuenta con información para determinar si operan en rangos de eficiencia aceptables, recomendando que se realicen pruebas de eficiencia electromecánica para mejorar su funcionamiento y reducir costos de energía de acuerdo a lo establecido en la NOM-006-ENER-1995.



Proceso de tratamiento de la PTAR Este

El sistema que se consideró como el más adecuado para el tratamiento de las aguas residuales de acuerdo a los criterios de diseño y calidad del agua, consiste en un sistema a base de lagunas de estabilización anaerobias, en virtud de que este tipo de sistema con buen diseño y mantenimiento tiene un desempeño adecuado en la remoción biológica, además de que las condiciones climáticas de alta temperatura, invierno suave y sol abundante son cercanas a las óptimas para este sistema de tratamiento, adicionalmente a las ventajas mencionadas, usando el sistema lagunar, es posible que una porción del efluente sea mejorado para cumplir con estándares más estrictos que permitan el reúso industrial. Además, los costos de operación y mantenimiento de un sistema lagunar de tratamiento son bajos en comparación con otros métodos de tratamiento

El pre-tratamiento del sistema lagunar inicia en la estación de bombeo No. 42 en el sistema de cribado, formado por dos rejillas horizontales de 13 m de largo por 0.60 metros de ancho y 0.80 metros de profundidad que contiene barras metálicas inclinadas y espaciadas cada 3 centímetros con un minuto de retención entre sí, empleada para remover el material grueso generalmente flotante contenido en las aguas residuales crudas, que puede obstruir o dañar bombas, tuberías y equipos de la Planta de Tratamiento.

El sistema de cribado está diseñado en función del gasto máximo extraordinario, el número de barras en el canal se define en función del esparcimiento entre barras y el ancho de las barras. Los residuos sólidos

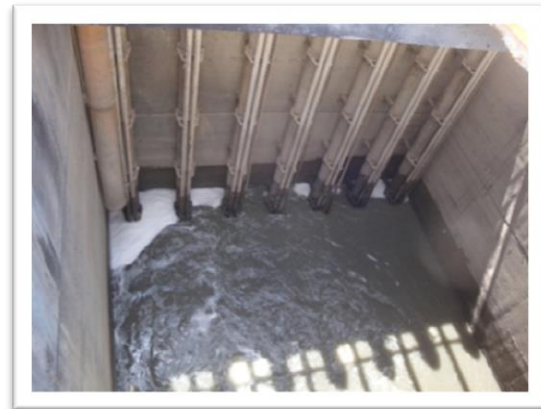


recolectados en el cribado pueden ser enterrados en el relleno sanitario municipal o bien incinerado en el predio de la planta inmediatamente ya que pueden producir olores desagradables.

A continuación el efluente es conducido al proceso de desarenación donde de igual manera se ubica en la estación de bombeo no.42, existiendo 2 desarenadores tipo vórtice; uno para operación normal y uno como respaldo o bien para pretratar el caudal máximo extraordinario. En este proceso se remueven gravillas, arenas, cenizas y otro materiales inorgánicos presentes en las aguas residuales que pueden causar azolve excesivo en el sistema lagunar de densidades de 2.65 g/cm^3 o superiores y de un tamaño igual o mayor a 0.21 mm, dejando en suspensión el material orgánico.

La eficiencia de remoción de partículas de tamaño inferior al tamaño de diseño proporcional a la relación de su velocidad de sedimentación con la velocidad de sedimentación de diseño.

El volumen de arenas removidas está en el rango de 7.5 a 90 litros por cada 1,000 metros cúbicos de agua residual. Pueden producirse olores desagradables si las arenas no son removidas con regularidad; para mitigar este problema consideraron lavadores de arenas que aplicando una operación adecuada, minimizan el problema.



Tratamiento primario

El tratamiento primario consiste en recibir el caudal de aguas residuales generada en la población después del pretratamiento en la estación de bombeo No. 42 en una caja repartidora de flujo que deriva el agua hacia dos lagunas anaerobias con capacidad de tratamiento de 240 L/s cada una, con dimensiones de 120 metros de largo por 53 metros de ancho y 4.50 metros de profundidad, teniendo un tiempo de retención de 1.17 días.

En las lagunas anaerobias se remueve la mayor parte de la materia orgánica suspendida; así como una fracción de los coliformes presentes en el agua cruda.

El diseño de las lagunas anaerobias se efectuó con el fin de minimizar, el riesgo de emisión de olor desagradable, como base en el criterio de carga volumétrica de DBO₅; el valor aceptable de carga volumétrica se incrementa a medida que la temperatura de diseño sube, de igual forma la remoción de DBO₅ en las lagunas se incrementa de manera significativa con la temperatura; considerando que la temperatura media del mes más frío en Matamoros es de 16.3 grados centígrados



Por otra parte, cuentan con una caja repartidora de flujo para derivar el efluente de las lagunas anaerobias a las dos lagunas facultativas y pasar al tratamiento secundario, estas cajas están diseñadas para recibir el caudal de cualquiera de las dos lagunas anaeróbicas y enviar el agua indistintamente a cualquiera de las lagunas facultativas.



Tratamiento secundario

Las lagunas facultativas tienen una capacidad de tratamiento de 235 L/s cada una y una carga orgánica superficial de 182.7 kg de DBO/ha con dimensiones de 1,620 metros de largo, 150 metros de ancho y 2.30 metros de profundidad, con un tiempo de retención de 8.4 días. En este proceso, la materia orgánica, los coliformes y los huevos de helminto que no sean removidos en la laguna anaeróbica, serán eliminados en gran parte en dichas lagunas.

La carga de DBO₅ a aplicar en la laguna facultativa, se estimó con base en la ecuación recomendada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el Manual de Diseño de Lagunas de Estabilización (CONAGUA, 1996), por ser ésta la que se aproxima con mayor precisión a las condiciones climáticas de nuestro país.

El valor calculado de carga superficial fue de 185 kg/ha/d, carga calculada con una temperatura de diseño de 16.3 °C. Con base en esta carga superficial, el requerimiento de área se fijó en 8.27 hectáreas para los trenes de 205 L/s y de 2.82 hectáreas para el tren de 70 L/s. Cabe mencionar que el uso de una carga superficial ligeramente mayor no representa un problema significativo, ya que varios estudios consultados, indican que es factible utilizar cargas más altas en lagunas facultativas siempre que no se exceda el umbral en que la generación de nitrógeno amoniacal inhibe el desempeño de la laguna.

La carga superficial máxima aceptable calculada es de 282 Kg/ha·d, a una temperatura ambiental de 16.3°C, esta es claramente mayor a la que finalmente se aplicó en la laguna facultativa.

En cuanto al tirante hidráulico efectivo de la laguna, este se estableció en 1.8 metros que es menor al límite superior recomendado.

El tiempo hidráulico de retención del agua en la laguna facultativa calculado a partir del área resultante y tirante hidráulico asignado fue de 8 y 13 días, para las lagunas de 205 L/s y 70 L/s respectivamente.



Desinfección

El efluente de las lagunas facultativas se recibe en cajas derivadoras de flujo que envían el agua de manera paralela hacia las lagunas de maduración donde se lleva a cabo el tratamiento de desinfección.

Se determinó la construcción de dos lagunas de maduración con capacidad de tratamiento de 205 L/s cada una y dimensiones de 380 metros de largo, 70 metros de ancho, 2 metros de profundidad y 2.30 días de tiempo de retención, para recibir el efluente de cada una de las lagunas facultativas y reducir el número de coliformes fecales a menos de 1,000 organismos por 100 mililitros como número más probable.

Cuenta con un tren adicional de 70 L/s que recibirá el agua de la laguna facultativa de la misma capacidad.

Para determinar la superficie de la laguna de maduración se utilizó el criterio de aplicar el 75% de la carga superficial de la laguna facultativa previa.

Aplicando las mismas ecuaciones utilizadas para las lagunas facultativas se obtiene para las laguna de maduración una superficie de 7 Ha y una carga superficial de 102 kg/ha · d. Con el fin de incrementar el tiempo hidráulico de retención y hacer más efectiva la mortandad de bacterias coliformes, se asignó un tirante hidráulico de 1.5 metros.

La relación largo: ancho de la laguna es de 0.03, a partir de esta relación se calculó el valor del factor de dispersión “d” y del coeficiente “a”, ambos involucrados en el cálculo de la concentración de CF en el efluente.

El efluente de las lagunas de maduración, se capta en diferentes cajas de recepción de flujo que conducen el agua hacia el efluente en la primera etapa y al segundo tren de maduración en la segunda etapa.

La PTAR cuenta con dos macromedidores uno en la entrada de aguas residuales hacia las lagunas de pretratamiento y otra ubicada a la salida de las lagunas de maduración del agua tratada.

Los macromedidores son: del influente es de marca Thermo, modelo DCT; el del efluente es marca Isco, modelo 4250.

En la parte final del tratamiento existe una canaleta tipo Parshall que permite la medición del flujo efluente tratado, esto permite confirmar y mantener al día el balance hidráulico, en virtud de que en la estación de bombeo no. 42 se registrará el caudal bombeado a la Planta de Tratamiento.



PTAR Oeste

La planta de tratamiento de aguas residuales Oeste, está ubicada fuera del área urbana al suroeste de Matamoros. El proyecto de la PTAR Oeste se conceptualizo en dos etapas una primera para tratar 540 L/s y una segunda etapa que completará el caudal de diseño a 810 L/s. Sin que a la fecha entre en operación la primera etapa.



Figura 252. Localización de la Planta Oeste

Dicha planta cuenta con un sistema sedimentador primario mecanizado de planta circular, seguido de un sistema lagunar en lagunas facultativas con desinfección natural mediante lagunas de maduración, el lodo obtenido del sedimentador primario se enviará a un digestor anaerobio para su estabilización y posteriormente ser desaguadas por evaporación en unas tarquinas de secado de lodos, en virtud de que este tipo de sistema con buen diseño y mantenimiento tiene un desempeño adecuado en la remoción biológica, además de que las condiciones climáticas de alta temperatura, invierno suave y sol abundante son cercanas a las óptimas para este sistema de tratamiento.

Adicionalmente a las ventajas mencionadas que presenta este tren de tratamiento tiene como diferencia de la PTAR Este que se cuenta únicamente con el desbaste proporcionado por la sedimentación primaria y que la estabilización de los lodos producidos en el sedimentador se enviarán a un digestor anaerobio de lodos, lo cual en las condiciones particulares de la PTAR Oeste de Matamoros podría resultar en un beneficio adicional debido a la posibilidad de utilizar el biogás generado para la cogeneración de energía eléctrica. Sin embargo, también puede representar un pequeño riesgo por el manejo del biogás generado, requiriendo mayor control en la alimentación y distribución de los lodos Y puede ser menos eficiente que el digestor anaerobio.



Proceso de tratamiento de la PTAR Oeste

Las aguas residuales ya pretratadas, se recibirán en una caja repartidora de flujo, en donde se distribuirá el agua hacia cada uno de los tres módulos de tratamiento que conforman el sistema, en dicha caja también se tiene instalado una derivación para los casos en los que por razones de emergencia sea necesario derivar el efluente.

Tratamiento primario

El tratamiento primario está basado en tres sedimentadores primarios de planta circular y mecanismo eléctrico de tracción central, cada uno de los cuales cuenta con una capacidad de tratamiento de 270 L/s a flujo medio y 810 L/s de caudal pico. Cada sedimentador tiene un diámetro de 30.0 m y la altura de pared recta de 3.5 m.

El diseño de la sedimentación primaria se basó en los criterios de diseño internacionalmente aceptados como son la carga hidráulica superficial para flujo promedio y flujo pico que corresponden a $40 \text{ m}^3/\text{m}^2$ para flujo promedio y de $100 \text{ m}^3/\text{m}^2$ para flujo pico y como mínimo un tiempo hidráulico de retención de 1.5 hrs.

Tratamiento secundario

A partir de una caja repartidora de flujo se derivará el efluente de los sedimentadores primarios a las lagunas y pasar al tratamiento secundario, con las dos lagunas anaeróbicas y las lagunas facultativas.

El diseño de la PTAR cuentan con tres trenes con capacidad de tratamiento de 270 L/s cada una y una carga orgánica superficial de 197 kg de DBO/ha-d con dimensiones en la parte superior del bordo de 930 metros de largo y 175 metros de ancho de tal forma que con esta relación de largo ancho permite aproximar el patrón de flujo a flujo pistón.

Desinfección

El efluente de las lagunas facultativas se recibe en tuberías de recolección de flujo que envían el agua de manera conjunta para su distribución a las lagunas de maduración 1.

Se determinó la construcción de dos etapas de maduración para alcanzar los niveles de tratamiento objetivo. Las dimensiones de las lagunas de maduración 1 en su parte alta del talud es de 1,000 m de largo con tres secciones de 90 metros de ancho cada una.

El efluente de las lagunas de maduración 1, se capta en diferentes cajas de recepción de flujo que conducen el agua hacia la segunda etapa de maduración.

El objetivo principal de la laguna de maduración es reducir el número de coliformes fecales a menos de 1,000 organismos por 100 mililitros como número más probable. El número y tamaño de las lagunas de maduración está gobernado por la calidad bacteriológica establecida para el efluente.

Para determinar la superficie de la laguna de maduración se utilizó el criterio de aplicar el 75% de la carga superficial de la laguna facultativa previa.



Aplicando las mismas ecuaciones utilizadas para las lagunas facultativas se obtiene para las laguna de maduración una superficie de 9 y 7 Ha respectivamente para cada etapa de maduración, con una carga superficial de 212 y 123 kg/ha d respectivamente a cada etapa de maduración. Con el fin de incrementar el tiempo hidráulico de retención y hacer más efectiva la mortandad de bacterias coliformes, se asignó un tirante hidráulico de 1.6 metros.

En la parte final del tratamiento existe una canaleta tipo Parshall que permite la medición del flujo efluente tratado, esto permite confirmar y mantener al día el balance hidráulico.

Tratamiento de lodos.

Por lo que respecta a los lodos, estos son separados del sedimentador primario enviándolos a tanques cerrados donde mediante la acción de microorganismos anaerobios se destruye la materia volátil biodegradable contenida en los lodos primarios, en ausencia de oxígeno disuelto convirtiéndose en una mezcla de metano y dióxido de carbono (biogás). Se espera una disminución de más del 40% en el contenido de materia volátil en los lodos, cumpliendo lo indicado en la norma oficial mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002. La materia orgánica eliminada se convierte en su mayor parte en biogás, el cual se enviará a un sistema para su manejo y generar energía eléctrica.

En los digestores de alta tasa no se efectúa la separación del sobrenadante, lo que aunado a la transformación de los SSV en biogás, ocasiona que el lodo digerido tenga una concentración de sólidos cercana a la mitad de la del lodo de alimentación.

Para determinar el volumen del digestor se utilizaron los criterios de tiempo de retención de sólidos (TRS) y carga volumétrica de SSV; una vez definido el TRS se calculó la destrucción de SSV que es del 55%, verificando que fuera superior al 38% establecido en la NOM-004.

Se seleccionó un factor de carga volumétrica moderadamente elevado con el fin reducir el costo de construcción de los reactores y de optimizar la operación del digestor y del desaguado de los lodos.

Los lodos estabilizados y desaguados que se retiren de la planta de tratamiento, de manera periódica cada 5 o 10 años, podrán aprovecharse de las siguientes formas:

- Mejoramamiento de suelos.- La aplicación de los lodos estabilizados en terrenos degradados para mejorar sus características.
- Restauración de paisajes.- La aplicación de los biosólidos en terrenos públicos y /o privados para mejorar sus características estéticas.
- Terrenos con fines agrícolas, incluyendo pastizales. Las superficies sobre las cuales se pueden sembrar, cultivar y cosechar productos agrícolas para consumo humano y animal.

Los lodos generados en el sistema de tratamiento deberán cumplir con las características, disposiciones y especificaciones para normar el aprovechamiento de los mismos. En nuestro país se tiene la Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para el aprovechamiento y disposición final de los lodos y biosólidos.



Finalmente, se podrían localizar terrenos que podrían acondicionarse para la disposición final como relleno sanitario de los lodos residuales generados en el proceso de tratamiento, por supuesto, después de su estabilización. Para tal efecto, se requiere realizar los estudios correspondientes para cada uno de estos.

Para el mantenimiento y servicio preventivo debe seguirse de acuerdo al manual proporcionado por las empresas propietarias de las tecnologías instaladas en las plantas de tratamiento o el que se determine por los especialistas, donde deberá realizarse de acuerdo al número de actividades en las instalaciones específicas a cargo del personal, se propone hacer un listado del programa de actividades y frecuencia del mantenimiento que cada operador debe realizar y reportar.

Para asegurar su seguimiento deberá llevarse una bitácora de actividades, es decir, redactar breves relatos de sucesos, actividades no previstas o en caso contrario un informe sin novedad u operación normal, esto permite asegurar, el estado, funcionamiento y eficiencia de las instalaciones.

La JAD proporcionó información respecto a las actividades de mantenimiento realizadas durante el 2013 y 2014 en el área de saneamiento, llevándose a cabo los siguientes trabajos:

Tabla 186. Relación de trabajos realizados en el área de saneamiento durante el 2013 y 2014

Acciones realiza	Enero a Diciembre 2013	Enero a Diciembre 2014
Mantenimiento de trampas	3,630	4,049
Construcción de trampas	2	4
Procedimiento administrativo	11	3
Número de contratos de mantenimiento	14	20
Número de contratos de construcción	2	6
total	14,636	16,328

Por lo que toca a los criterios de diseño y modulación que fueron considerados para la construcción de las Plantas de Tratamiento partieron de la información recopilada en los proyectos desarrollados con anterioridad. El caudal de diseño y modulación está ligado a la proyección de población, definidas para las zonas Este y Oeste de Matamoros ligada a la generación de aguas residuales por habitante al día. Una vez obtenido el gasto de aguas residuales para los diferentes años del periodo de diseño, se obtuvo el gasto final de las PTAR Este y Oeste, y la modulación más adecuada para hacer un uso más eficiente de los recursos financieros.

De acuerdo a los niveles y a la geometría indicada en los planos de ingeniería de proceso, se revisaron las condiciones críticas de carga para cada una de las estructuras que conforman el proyecto, y los tanques se diseñaron usando métodos que recomienda la Asociación Portland del Cemento (PCA) las cuales se citan en el manual de diseño, construcción y operación de tanques de agua potable de la CONAGUA.

Dentro de la Ingeniería Básica de la PTAR Oeste, se tomaron como base los resultados obtenidos por la JAD, en cuanto a monitoreos en diferentes puntos de la ciudad durante el 2008. El trabajo realizado consistió en un muestreo compuesto de 24 horas en 6 estaciones de bombeo durante el 2008. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la caracterización del agua dentro del estudio de Ingeniería Básica, siendo estos los valores máximos obtenidos de los influentes de las estaciones de bombeo de aguas residuales:



Tabla 187. Resultados de los monitoreos para determinar la calidad del influente en la estaciones de bombeo (Ingeniería Básica PTAR Oeste)

Parámetro	Unidad	EBAR 04	EBAR 05	EBAR 07	EBAR 09	EBAR 10	EBAR 18
pH		7.87	8.04	7.62	7.39	7.92	7.36
Grasas y aceites	mg/L	40	112	181	65	55	36
Solidos sedimentables	mg/L	1.3	1	2	1.5	1	1.5
Solidos suspendidos volátiles	mg/L	64	38	156	82	67	82
Solidos suspendidos totales	mg/L	90	62	216	140	132	148
Demanda química de oxígeno total	mg/L	478	384	725	536	512	521
Demanda química de oxígeno soluble	mg/L	393	341	645	393	282	541
Coliformes totales	NMP/100 ml	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸
Coliformes fecales	NMP/100 ml	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸	240 X 10 ⁸
Demanda bioquímica de oxígeno total	mg/L	198	284	580	240	240	229
Demanda bioquímica de oxígeno soluble	mg/L	118	1123	564	117	96	109
Huevos de helminto	H/L	0	31	2	2	0	0

La calidad del agua de diseño se determinó con base en las aportaciones esperadas de materia orgánica per cápita, los resultados de los monitoreos realizados en toda la ciudad y las bases de diseño de las PTAR's, permitió establecer la calidad del agua cruda para los fines de diseño, una especial mención es el caso del parámetro de coliformes, los cuales en reiterados intentos se hicieron muestreos y análisis sin obtener resultados que correspondan a valores de un agua residual municipal. Debido a ello, la JAD tomó la decisión de establecer el valor recomendado por la bibliografía especializada de la CONAGUA para el diseño de sistemas lagunares.

En lo que se refiere a la calidad del agua del Influyente sólo se contó con información del 2011 correspondiente a la Planta de Tratamiento Este, ya que personal de la JAD comenta que no se han realizado los muestreos y caracterización de las aguas residuales en los últimos años, pero que serán programadas a partir del 2016. De acuerdo a los resultados presentados del 2011, se puede señalar que las aguas crudas que llegan a la PTAR son de origen municipal con una clasificación de baja a media, de acuerdo a la concentración que presentan los diferentes contaminantes con respecto a las concentraciones típicas de aguas residuales crudas de origen municipal que van de 400 a 110 de DBO₅, de 1,000 a 250 de DBO₅ y de 350 a 100 de SST. En la siguiente tabla se presenta dicha comparación:

Tabla 188. Comparación de concentraciones de contaminantes en el 2011

Parámetro	Concentraciones Típicas de las aguas residuales de origen doméstico o municipal			PTAR Este
	Alta	Media	Baja	
DBO ₅	400	220	110	158
DQO	1000	500	250	236
SST	350	220	100	810

Por lo que respecta a la calidad del agua tratada del efluente de las PTARs, la JAD cuenta con un título de asignación No. 06TAM100224/24HAOC08 donde autoriza dos puntos de descarga para efluentes de agua residual de tipo público hacia los cuerpos receptores del dren de la laguna Madre y el arroyo La Pita.

De acuerdo a la clasificación establecida en la Ley Federal de Derechos en su Artículo 278-A que señala que los cuerpos de propiedad nacional, receptores de las descargas de aguas residuales se clasifican en A, B y C, los dos cuerpos receptores autorizados están considerados como cuerpos receptores tipo "A", por lo que deben cumplir con las condiciones particulares de descarga (CPD) establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, en su tabla 2 " Límites máximos permisibles para contaminantes básicos" para cuerpos tipo A. En la siguiente figura se presenta los dos sitios de descarga autorizados.

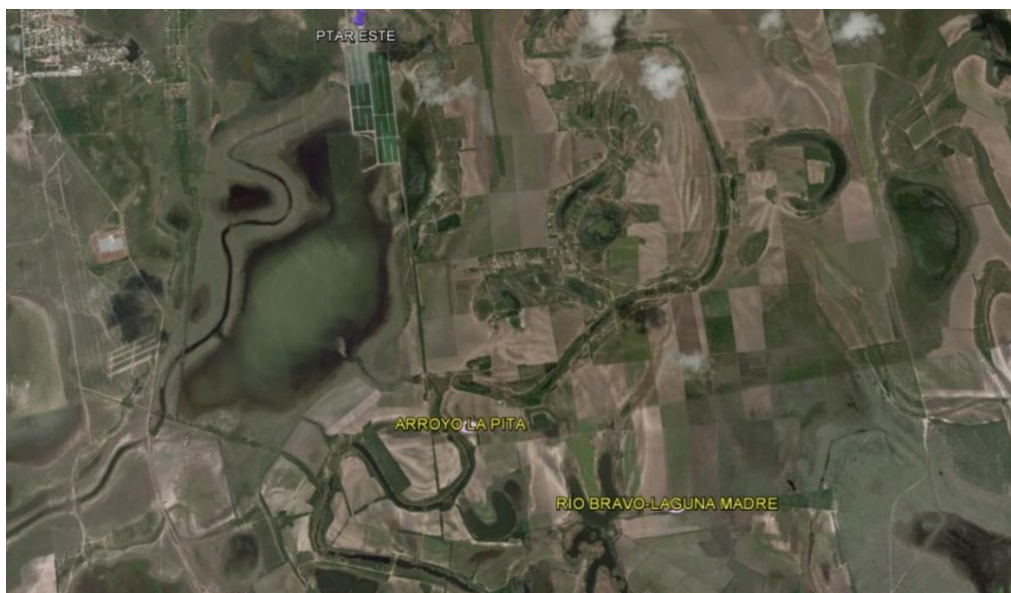


Figura 253. Localización de los puntos de descarga autorizados en el Título de asignación

En las siguientes tablas se presentan los límites máximos permisibles establecidos tanto en el título de asignación como en la NOM -001 para cada uno de los sitios de descarga autorizados por la CONAGUA.

Tabla 189. Condiciones Particulares de Descarga para el cuerpo receptor del dren de Laguna Madre

Parámetro	CPD Título de asignación 06TAM100224/24HAOC08	CPD NOM-001 Cuerpo receptor Tipo "A"
Arsénico total (mg/L)	0.1	-----
Cadmio (mg/L)	0.1	-----
Cianuro total (mg/L)	1	-----
Cobre total (mg/L)	4	-----
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1,000	-----
Cromo total (mg/L)	0.5	-----
DBO ₅ (mg/L)	75	150
Fósforo total (mg/L)	20	20
Grasas y aceites (mg/L)	15	15



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Parámetro	CPD Título de asignación 06TAM100224/24HAOC08	CPD NOM-001 Cuerpo receptor Tipo "A"
Helmintos (mg/L)	5	-----
Materia flotante (Malla de 3 mm2)	Ausente	Ausente
Mercurio total (mg/L)	0.005	-----
Nitrógeno total (mg/L)	40	40
Níquel total (mg/L)	2	-----
Plomo total (mg/L)	0.2	-----
SST (mg/L)	75	150
Sólidos sedimentables (mg/L)	1	1
Temperatura (°C)	40	N/A
Zinc total (mg/L)	10	-----

Tabla 190. Condiciones Particulares de Descarga para el cuerpo receptor Arroyo la Pita

Parámetro	CPD Título de asignación 06TAM100224/24HAOC08	CPD NOM-001 Cuerpo receptor Tipo "A"
Arsénico total (mg/L)	0.2	-----
Cadmio (mg/L)	0.2	-----
Cianuro total (mg/L)	2	-----
Cobre total (mg/L)	4	-----
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1,000	-----
Cromo total (mg/L)	1	-----
DBO5 (mg/L)	150	150
Fosforo total (mg/L)	20	20
Grasas y aceites (mg/L)	15	15
Helmintos (mg/L)	5	-----
Materia flotante (Malla de 3 mm2)	Ausente	Ausente
Mercurio total (mg/L)	0.01	-----
Nitrógeno total (mg/L)	40	40
Níquel total (mg/L)	2	-----
Plomo total (mg/L)	0.5	-----
SST (mg/L)	150	150
Sólidos sedimentables (mg/L)	1	1
Zinc total (mg/L)	10	-----

Podemos observar que para el caso del dren de la laguna Madre, los límites permisibles autorizados en el título de asignación y los establecidos en la NOM-001 difieren, siendo más estrictos los que se mencionan en el título de asignación que los de la NOM -01 para cuerpos receptores tipo A, y esto puede deberse a que los afluentes del dren de la Laguna Madre como son el dren 20 de Noviembre, Las Vacas, Principal y 32 Izquierdo están considerados en la LFD como cuerpos receptores tipo B que tienen límites permisibles de 75



– 75 de DBOs y SST, respectivamente. Para el caso del arroyo La Pita no presenta diferencias en cuanto a los límites permisibles que la JAD debe de cumplir en su descarga.

Ahora bien, de acuerdo con la información que la JAD proporcionó respecto a la calidad del agua del efluente de la PTAR Este, se presenta en las siguientes figuras los resultados obtenidos de dichos monitoreos realizados durante el 2012, 2013 y 2014, comparándolos con el límite máximo permisible de la NOM y de la CPD del título de asignación.

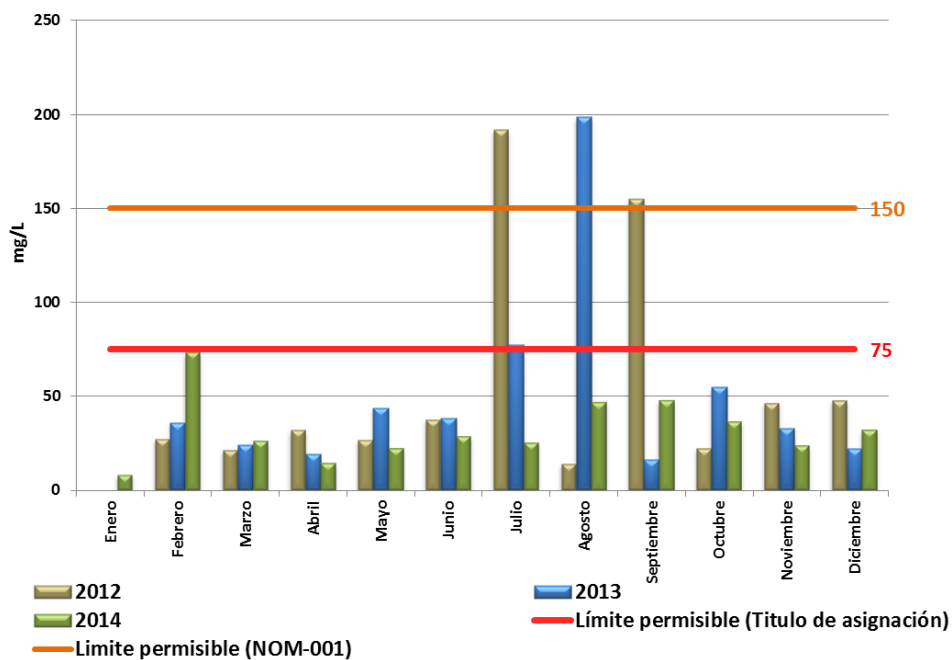


Figura 254. DBOs total del efluente en la PTAR Este, durante el 2012, 2013 y 2014.

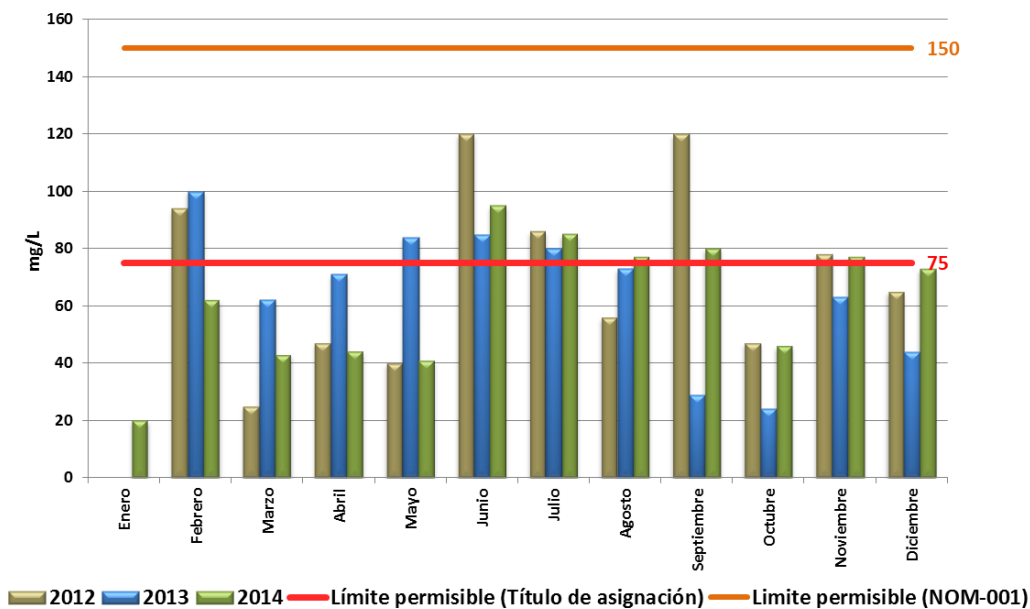


Figura 255. SST total del efluente en la PTAR Este durante el 2012, 2013 y 2014.

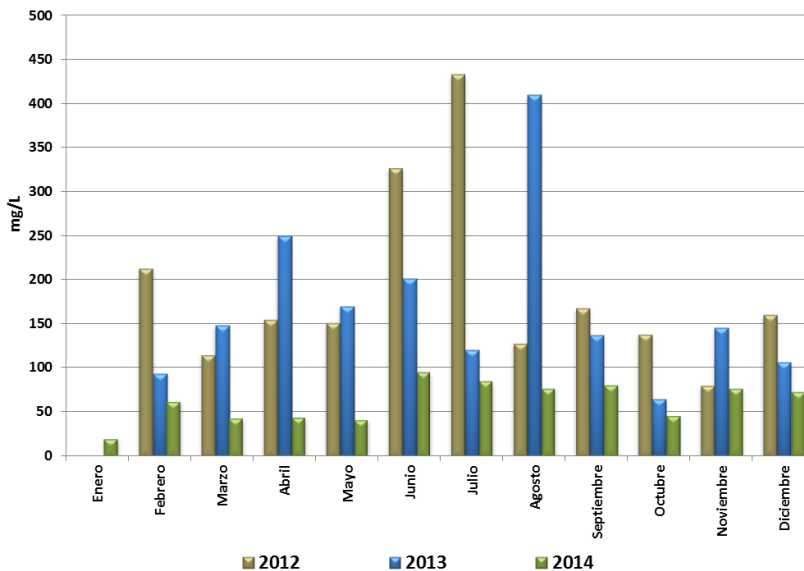


Figura 256. DQO total del efluente en la PTAR Este durante el 2012, 2013 y 2014

La JAD proporcionó respecto a la calidad del agua que sale de la PTAR Este, en los meses de julio y septiembre del 2012 y en agosto del 2013, presentan un valor de concentración de DBO_5 por arriba del límite permisible.

Con respecto a los SST en los meses de febrero, mayo, junio, julio, septiembre y noviembre del 2012 y en febrero, junio y julio del 2013 presentan un valor de concentración por arriba del límite permisible, y durante el 2014 se aprecia que los valores presentados por arriba del límite permisible disminuyen.

Es importante mencionar que los resultados que se encuentran por arriba de la NOM, se presentan durante los meses de lluvias que son de junio a septiembre, esto puede significar que no se están respetando los tiempos de retención dentro del proceso de tratamiento de las aguas residuales, porque no se cuenta con la capacidad adecuada para el almacenamiento del agua.

En cuanto a los cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales como bienes de la nación, la CONAGUA a través de la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua de la CONAGUA, tiene una red de monitoreo para evaluar la calidad del agua en algunas regiones del país. La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores, la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO_5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). El monitoreo de dichos parámetros es muy importante para determinar los niveles de contaminación por aguas residuales tanto domésticas e industriales, así como desechos agrícolas y procesos erosivos en tierras de cultivo y zonas deforestadas.

En el municipio de Matamoros, se realizaron 11 muestreos durante el 2014 en diferentes puntos de gran importancia. En la siguiente figura se presenta la localización de los sitios y en las siguientes tablas se presenta los resultados obtenidos en los muestreos y análisis de laboratorio efectuados.

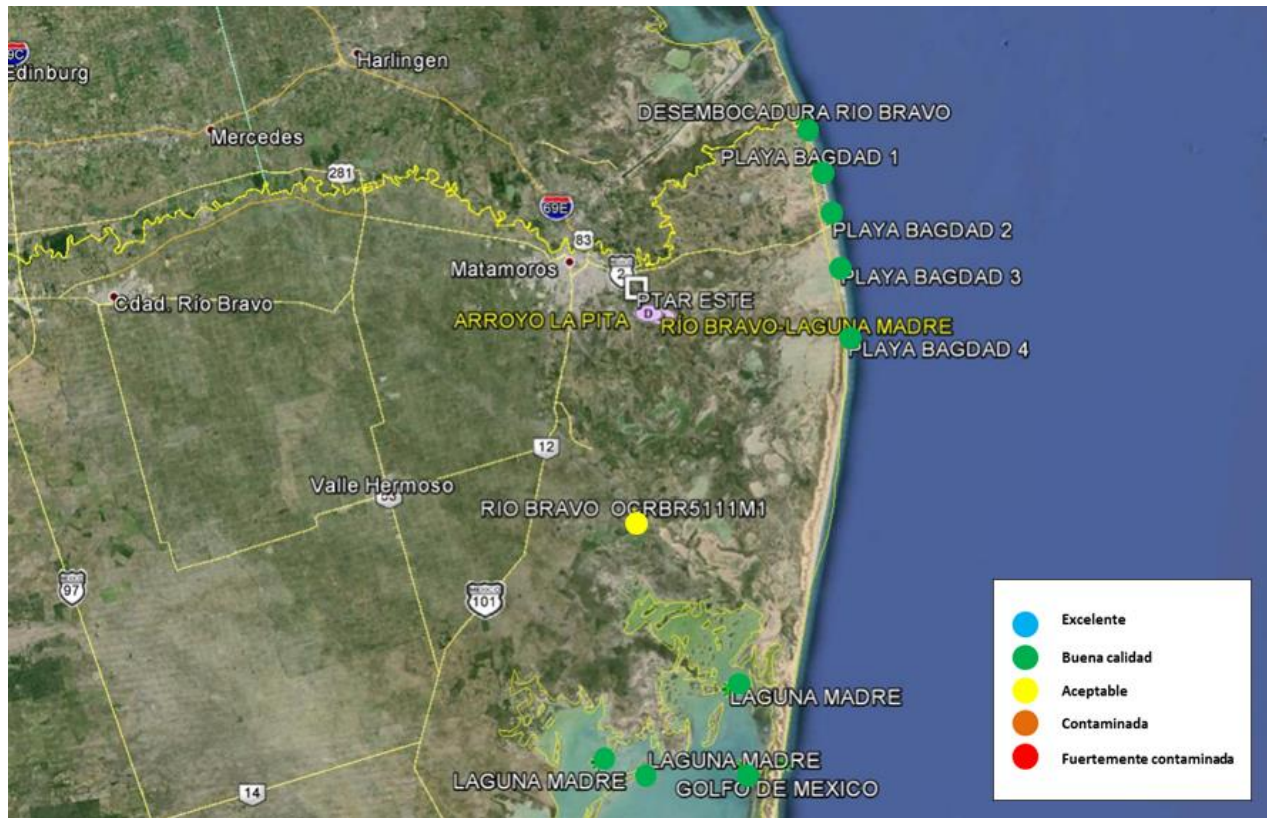


Figura 257. Puntos de monitoreo de la calidad del agua por parte de la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua de la CONAGUA.

Tabla 191. Resultados del monitoreo de la calidad del agua CONAGUA

No.	Punto de muestreo	DBO	DQO	SST	Coliformes fecales	Toxicidad	Clasificación CNA
1	Desembocadura Río Bravo	-----	-----	148	434	<1	Buena calidad
2	Desembocadura Laguna Madre	-----	-----	77	385	<1	Buena calidad
3	Laguna Madre humedal 4	-----	-----	83.5	77	<1	Buena calidad
4	Laguna Madre humedal 5	-----	-----	148.5	16	<1	Buena calidad
5	Laguna Madre humedal 6	-----	-----	63.5	77	<1	Buena calidad
6	Laguna Madre humedal 7	-----	-----	99	77	<1	Buena calidad
7	Playa Bagdad 1	-----	-----	146.5	277	<1	Buena calidad
8	Playa Bagdad 2	-----	-----	110	43	<1	Buena calidad
9	Playa Bagdad 3	-----	-----	136.5	29	<1	Buena calidad
10	Playa Bagdad 4	-----	-----	73.5	58	<1	Buena calidad
11	Puente Internacional viejo Matamoros.	3.9	32.9	39.5	316	<1	Aceptable

Como puede observarse en la tabla anterior en diez de los once sitios de muestreo no se determinaron los valores de los parámetros de DBO₅ y DQO, sin embargo la clasificación que le otorgan a la calidad del agua en estos sitios es de aceptable y buena calidad.



En las siguientes tablas se presentan las escalas de clasificaciones para cada uno de los parámetros analizados por parte de la Gerencia de calidad del agua de la CONAGUA.

Tabla 192. Escala de clasificación de calidad de agua para DBOs

Criterio (mg/L)	Clasificación		Clasificación por color CNA
Menor a 3	Excelente	No contaminada	Azul
3-6	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable	Verde
6-30	Aceptable	Con indicio de contaminación Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o de descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	Amarillo
30-120	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas. Principalmente de origen municipal	Naranja
Mayor a 120	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	Rojo

Tabla 193. Escala de clasificación de calidad de agua para DQO

Criterio (mg/L)	Clasificación		Clasificación por color CNA
Menor a 10	Excelente	No contaminada	Azul
10-20	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable	Verde
20-40	Aceptable	Con indicio de contaminación Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o de descargas de aguas residuales tratadas biológicamente	Amarillo
40-200	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas. Principalmente de origen municipal	Naranja
Mayor a 200	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales	Rojo

Tabla 194. Escala de clasificación de calidad del agua para SST

Criterio (mg/L)	Clasificación		Clasificación por color CNA
Menor a 25	Excelente	Clase de excepción	Azul
25-75	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto	Verde
75-150	Aceptable	Aguas superficiales con indicio de contaminación con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente Condición regular para peces. Riego agrícola restringido	Amarillo
150-400	Contaminada	Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales cruda. Aguas con alto contenido de material suspendido	Naranja
Mayor a 400	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces	Rojo



Tabla 195. Escala de clasificación de calidad del agua para Coliformes Fecales. (CF)

Criterio (MMP/100 ml)	Clasificación		Clasificación por color CNA
	Excelente	No contaminada	
Menor a 100	Excelente	No contaminada	Azul
100-200	Buena calidad	Aguas superficiales con calidad satisfactoria para la vida acuática y para uso recreativo con contacto primario	Verde
200-1,000	Aceptable	Aguas superficiales con calidad satisfactoria como fuente de abastecimiento de agua potable y riego agrícola	Amarillo
1,000-10,000	Contaminada	Aguas superficiales con contaminación bacteriológica	Naranja
Mayor a 10,000	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte contaminación bacteriológica	Rojo

Tabla 196. Escala de clasificación de calidad del agua para Toxicidad Agua (TA)

Criterio (UT)	Clasificación		Clasificación por color CNA
	Excelente	Toxicidad no detectable	
Menor a 1	Excelente	Toxicidad no detectable	Azul
1-1.33	Buena calidad	Toxicidad baja	Verde
1.33-5	Aceptable	Toxicidad moderada	Amarillo
Mayor a 5	Fuertemente contaminada	Toxicidad alta	Rojo

De acuerdo con los resultados de las evaluaciones de calidad del agua para los tres indicadores DBO₅, DQO Y SST, se determinó que de los 11 monitoreos realizados por la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua de la CONAGUA, 10 se encuentran en condiciones de buena calidad y uno cuenta con una calidad aceptable y lo cual establece que no se presentan contaminantes de aguas residuales que puedan ser perjudiciales por lo tanto, esta calidad de agua permite el reúso del agua en riego agrícola y permite abrir una posibilidad para el reúso industrial; si se considera que en Matamoros, la superficie sembrada en tierras de temporal es de más de 63,000 hectáreas (CONAGUA, Sistema de Información de Unidades de Riego), sin incluir la superficie destinada a cultivos de riego, por lo que existe una amplia oferta de terreno agrícola a beneficiarse.

Cobertura de Saneamiento

Como se mencionó anteriormente, el tratamiento que se le da al agua residual en la planta con la que cuenta actualmente en operación la JAD cumple con las condiciones particulares de descarga fijadas en su permiso de descarga durante la época de estiaje, sin embargo durante la época de lluvias que va de los meses de junio a septiembre, los valores se encuentran por arriba de los límites permisibles.

En la siguiente tabla y figura se presenta la información que la Gerencia de Calidad del Agua entregó sobre los volúmenes de aguas residuales tratados en la Planta de Tratamiento Este durante el 2013 y 2014.



Tabla 197. Volúmenes tratados en el 2013 y 2014 en la PTAR Este

Mes	2013	2014
	Volumen de Agua Residual tratada (m ³ /mes)	Volumen de Agua Residual tratada (m ³ /mes)
Enero	767,973	785,236
Febrero	674,623	743,333
Marzo	710,335	780,648
Abril	918,963	881,280
Mayo	865,375	910,530
Junio	972,552	996,759
Julio	992,366	976,465
Agosto	798,750	856,874
Septiembre	591,869	617,117
Octubre	748,750	785,568
Noviembre	840,951	565,349
Diciembre	939,743	537,535
Suma	9,822,249	9,436,694
Caudal (L/s)	311.46	299.24

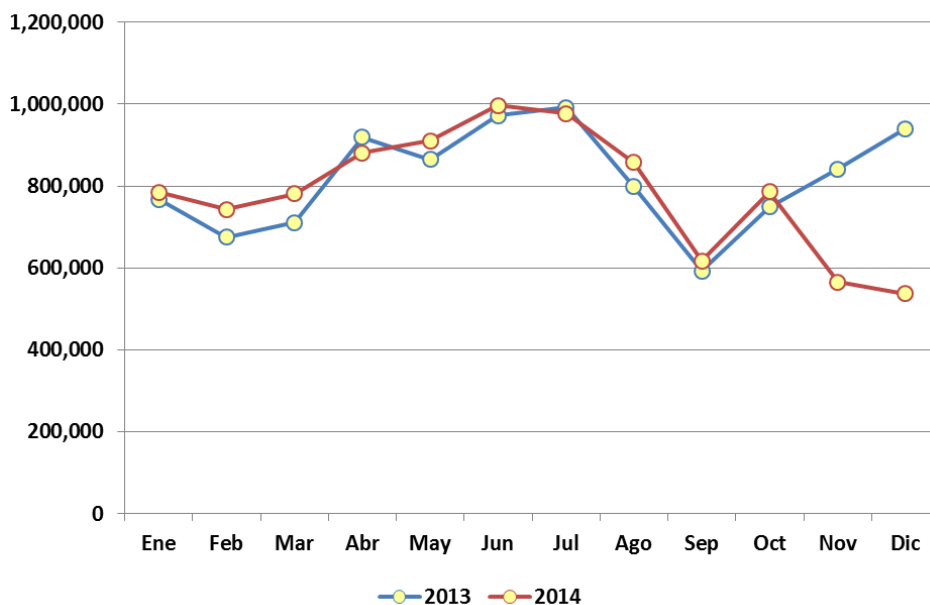


Figura 258. Volumen mensual de agua tratada en la PTAR en 2013 y 2014 (m3)

Resulta importante señalar que de acuerdo al título de asignación y permiso de descarga otorgado por la CONAGUA, sólo tienen autorizado descargar un caudal de 782 L/s.



Comentado lo anterior, se procedió a calcular el índice de tratamiento de las aguas residuales (ITRAT), el cual, se define como el volumen de agua que sale de la P.T.A.R y cumple con la NOM-001-SEMARNAT -1996 entre el volumen total producido de aguas residuales, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$(\%)ITRAT = \frac{\text{Volumen de aguas que sale de las PTAR y cumple con la NOM}}{\text{Volumen total producido de aguas residuales}}$$

Es así como se determinó el índice de tratamiento a partir del caudal total aportado o producido actualmente por los **479,851** habitantes de la ciudad de Matamoros (con y sin servicio de alcantarillado), el cual se calculó en **1,124 L/s** que representan **35.4 Hm³ al año**; de los cuales como ya se mencionó sólo se tratan en la PTAR Este un caudal de **299.24 L/s**, que representan **9.44 Hm³ al año**, los cuales cumplen con las CPD fijadas en la normatividad vigente

De esta manera se tiene que la cobertura de saneamiento o índice de tratamiento de las aguas residuales (ITRAT), es del **26.6 %**.

Es importante señalar que el volumen que reporta la JAD como tratado, corresponde al volumen de agua que llega a la PTAR y pasa por todo el tren de tratamiento hasta su vertido al cuerpo receptor, con un alto nivel de probabilidad de que este volumen se componga tanto de las aguas residuales que genera la población como del que ingresa por infiltración del agua freática o de las fugas de agua potable al drenaje, ya que como se señaló en párrafos anteriores el caudal generado en la cuenca del interceptor Este que escurre a la PTAR Este es de 185 L/s., lo que significaría que la cobertura de saneamiento fuera de tan sólo del 16.5%.

En cuanto al reúso del agua tratada este no se lleva a cabo, descargándose toda el agua tratada a los cuerpos mencionados, sin embargo existen algunas posibilidades de comercializar el agua tratada de la siguiente manera:

- El sector agrícola es el que mayor demanda hace del recurso hídrico, una estrategia viable para reducir la cantidad de agua residual depositada en el ambiente, es re-utilizada en el propio sector agrícola, siempre y cuando estas cumplan con parámetros ambientales y sanitarios.
- Aunque el reúso de aguas residuales, especialmente en la agricultura, es un método que contribuye a la gestión del recurso hídrico, se debe tener especial cuidado con el cumplimiento de las directrices y normatividad existentes, con el fin de que no se convierta en un riesgo para la población

Por lo que es necesario realizar un estudio de mercado para la venta del agua tratada, siendo las opciones de reúso las siguientes:

1. El riego de las áreas verdes del Municipio, para recuperar los aprovechamientos de agua de primer uso, para atender la demanda de los usuarios



2. La compactación de tierras para el desarrollo urbano que se presentan en la zona urbana de la ciudad de Matamoros, liberando las aguas de primer uso que se destinan a tal actividad.
3. El intercambio de aguas residuales tratadas de buena calidad, por agua de pozos destinados a riego agrícola, con los mismos beneficios.
4. La entrega de aguas residuales a los industriales de Matamoros, y Municipios circunvecinos, que no requieren de agua de primer uso para sus procesos, liberando con ello los volúmenes de agua de primer uso para atención de las demandas de la población
5. La elaboración del concreto, siempre y cuando se les dé un tratamiento adicional para eliminar o reducir el contenido de grasas y aceites, ya que es este parámetro el único que queda fuera de límite, pues podría causar efectos negativos en la adherencia entre el concreto y el acero, así como efectos de retardo en el fraguado.
6. El agua residual tratada deberá utilizarse con muchas reservas para construcciones tales como guarniciones, banquetas, canchas deportivas, instalaciones subterráneas etcétera.

Cualquiera de éstas alternativas de reuso que se lleve a cabo sin duda se traducirá en un impulso al Desarrollo Sustentable, el cual debe tender a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, fundada en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Por último como ya se mencionó la JAD no lleva a cabo la vigilancia de la calidad de las aguas residuales descargadas al sistema municipal por parte de los usuarios no domésticos, entre los cuales se pueden mencionar a las industrias, los comercios y los servicios, a través de un programa de muestreo y control, para dar cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Con la aplicación de dicho programa se estaría en posibilidades de prevenir y controlar la contaminación de las descargas de aguas residuales de industrias, servicios y comercios que vierten a la red de drenaje y alcantarillado municipal, mediante la aplicación de la normatividad establecida para proteger y hacer más eficiente la infraestructura de recolección, conducción y tratamiento a cargo de la JAD y coadyuvar al bienestar de la población de Matamoros y en favor de la seguridad de las condiciones de operación de la PTAR.

Para mayor detalle de la información de cobertura, infraestructura y calidad de las plantas de tratamiento, consultar el anexo 14.

2.4.4. Sistema Pluvial

2.4.4.1 Documento sobre Instalaciones Existentes de Alcantarillado Pluvial

Matamoros, se localiza al final del módulo I-1 del Distrito de Riego 025 Bajo Rio Bravo, el cual recibe el afluente del Río Bravo y las aguas utilizadas para el riego agrícola por medio del dren Principal con un desarrollo aproximado de 67 kilómetros captando todos los escurrimientos vertidos por los diversos drenes que forman parte del sistema de alcantarillado pluvial como: el Dren E32 Izquierdo, el Emisor de Aguas Pluviales, el Dren 20 de Noviembre, el Dren de las Vacas entre otros, los cuales desalojan las aguas residuales y pluviales de la ciudad, hasta su confluencia con el Dren Principal y finalmente puedan ser enviadas al mar:

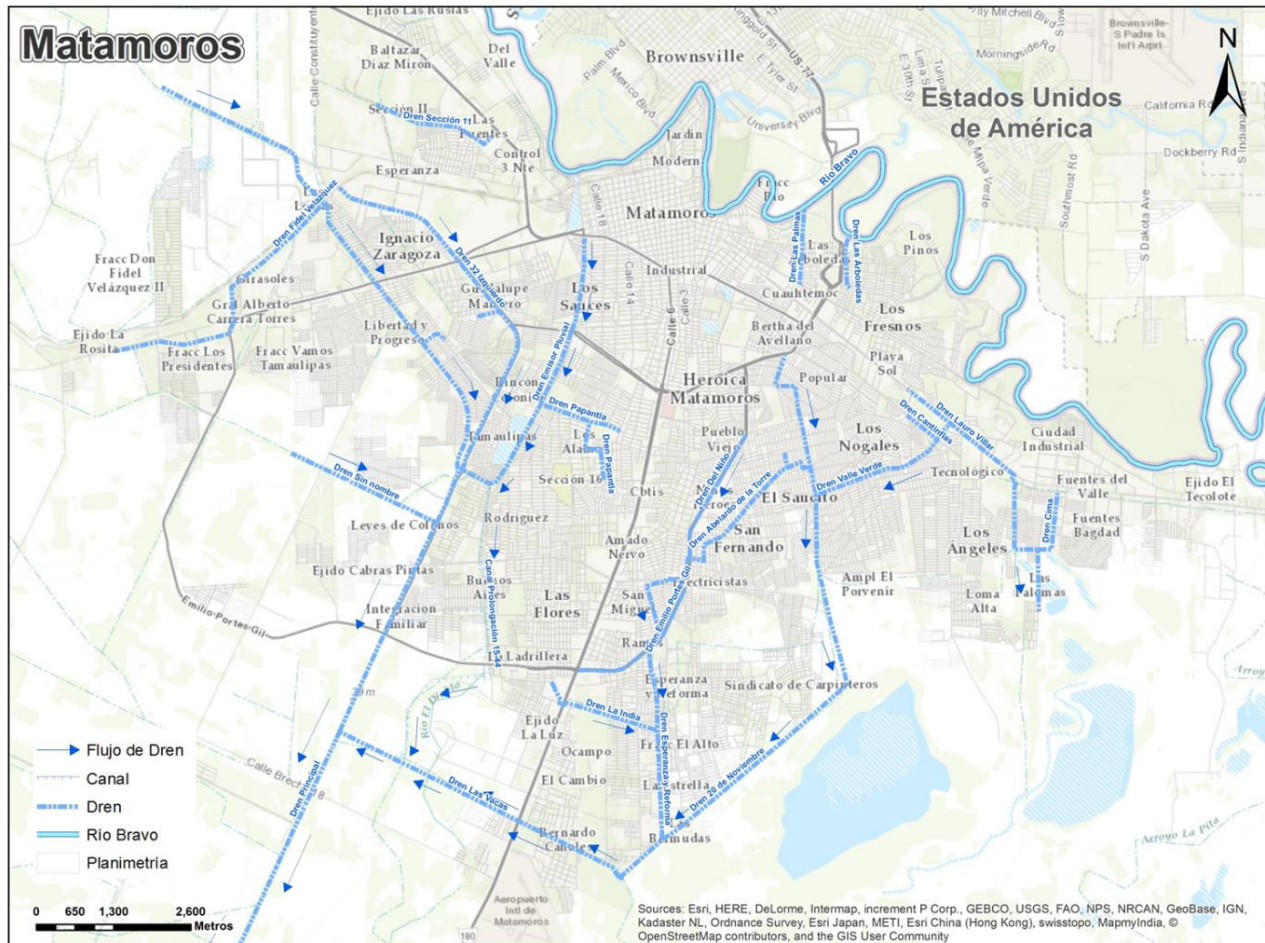


Figura 259. Sistema de Drenes en Matamoros

Como parte de la infraestructura para el desalajo de las precipitaciones pluviales, existe una red de tuberías en algunas áreas de la ciudad que desalojan el caudal hacia los drenes, algunas envían hacia las estaciones de bombeo pluviales y en otros casos hacia los bombeos mixtos los cuales reciben tanto el agua residual como pluvial y por medio de líneas de impulsión son enviadas a los drenes, sin embargo, se desconoce el estatus de operación de dichas estructuras debido a que la JAD no proporcionó la información. En la siguiente figura se presenta un plano de Matamoros con la localización de las estaciones de bombeo, clasificadas por pluviales y mixtas, además de la red del drenaje pluvial:



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

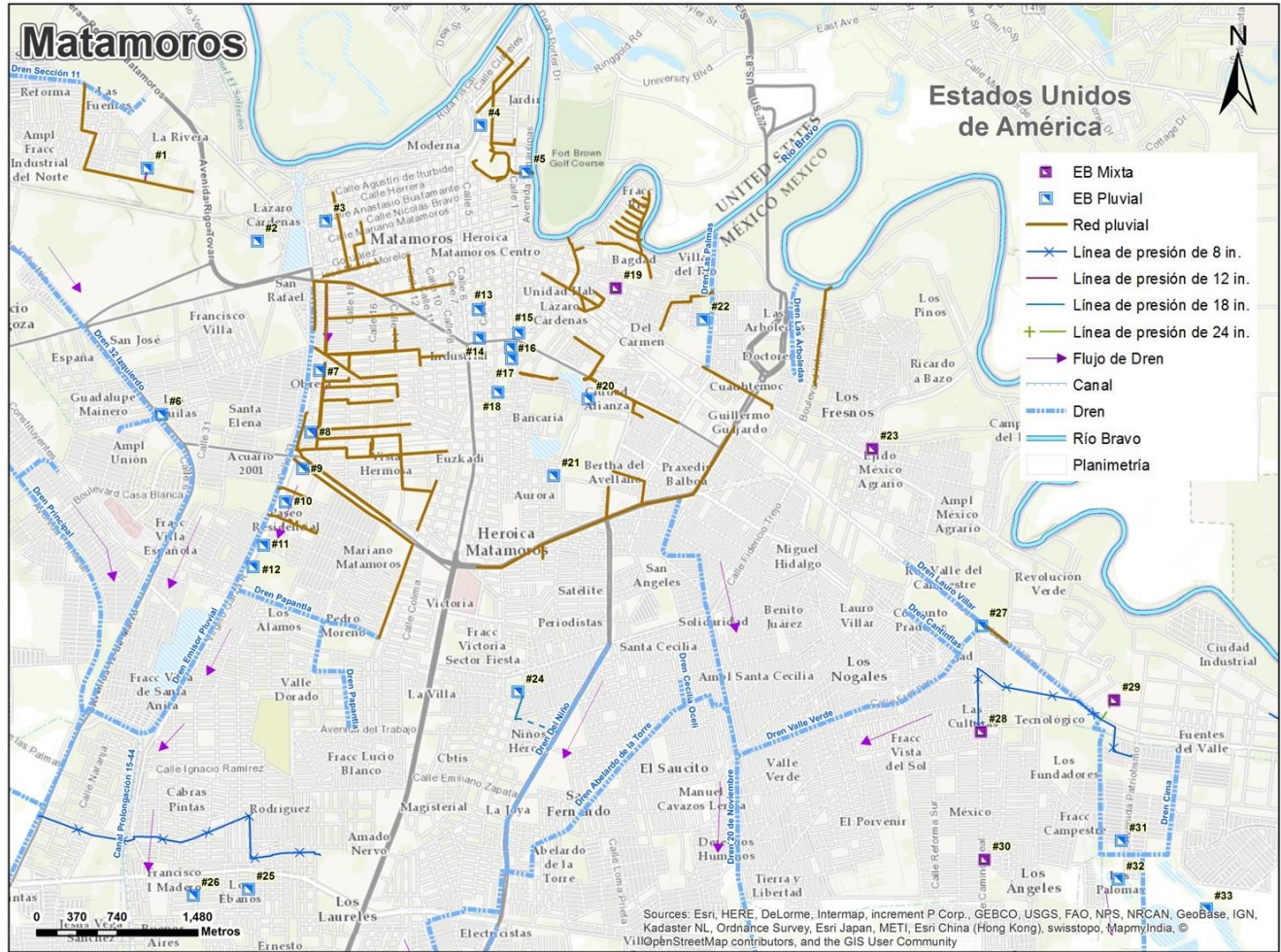


Figura 260. Red de drenaje pluvial y estaciones de bombeo

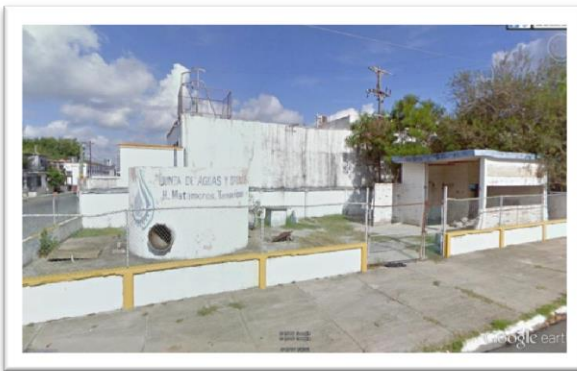
Tabla 198. Estaciones de Bombeo Pluviales en Matamoros, Tamaulipas.

No.	ID	Nombre	Coordenadas			Tipo
			X	Y	Z	
1	22	FOVSSSTE	652059.4	2862472.5	8.9	Pluvial
2	24	Buenavista	648455.5	2861439.7	8.2	Pluvial
3	25	Jardín	650428.3	2863825.6	9.3	Pluvial
4	26	San Francisco	648536.8	2862004.1	7.9	Pluvial
5	27	2a.y Mina	650290.7	2862215.9	10.3	Pluvial
6	28	5a. Y Zaragoza	649995.6	2862563.2	9.0	Pluvial
7	29	5a. Y Ocampo	650004.1	2862301.7	9.4	Pluvial
8	30	2a. Y Canales	650301.2	2862110.9	10.4	Pluvial
9	31	Laguito (R. Cuellar)	650686.2	2861039.3	8.9	Pluvial
10	41	Cananea	646958.1	2863860.4	9.6	Pluvial
11	46	Lázaro Cárdenas	647967.0	2863190.0	10.4	Pluvial
12	47	3a. Y L. Caballero	650175.0	2861805.1	9.5	Pluvial
13	48	Los Sauces	648382.5	2861104.5	8.2	Pluvial
14	59	Paseo Residencial 1	648224.0	2860800.0	7.8	Pluvial
15	60	Paseo Residencial 2	648023.8	2860403.2	8.0	Pluvial
16	61	1a. Y Ocampo	650364.9	2862348.9	10.0	Pluvial
17	64	Centro	648593.8	2863375.4	9.9	Pluvial
18	65	Las Águilas 2	647087.4	2861602.0	7.4	Pluvial



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

No.	ID	Nombre	Coordenadas			Tipo
			X	Y	Z	
19	66	L. Villar y C. Real	654612.7	2859661.7	8.7	Pluvial
20	67	Marte R. Gómez	647885.0	2857249.7	9.7	Pluvial
21	68	I. Zaragoza	647379.8	2857193.4	9.1	Pluvial
22	69	Lag 3a. Y solid.	650357.5	2859057.9	8.4	Pluvial
23	70	Laguito Norte	651002.0	2861743.9	10.0	Pluvial
24	74	Paseo residencial 3	647927.1	2860204.2	7.8	Pluvial
25	80	PRONAF	650013.5	2864251.1	8.4	Pluvial
26	85	Fuentes Ind.	655894.9	2857693.1	5.9	Pluvial
27	92	Cima 3	656677.7	2857068.7	5.5	Pluvial
28	93	Cima 1	655866.8	2857339.8	5.4	Pluvial



En la siguiente tabla se presenta información sobre las estaciones de bombeo mixtas las cuales reciben las aguas pluviales y residuales:

Tabla 199. Estaciones de bombeo mixtas en Matamoros, Tamaulipas.

No.	ID	Nombre	Coordenadas			Tipo
			X	Y	Z	
1	4	Pluvial Tecnológico	654640.3	2857521.4	6.0	Mixta
2	13	Cd. Ind. Norte	655829.8	2858983.3	6.9	Mixta
3	19	Las Culturas	654608.2	2858692.8	6.9	Mixta
4	40	Pluvial Estación 40	653609.2	2861286.5	8.4	Mixta
5	1-38	Pluvial Delicias	651257.0	2862760.0	9.2	Mixta





Aun cuando la ciudad de Matamoros cuenta con un sistema de drenaje pluvial, este no es eficiente para desalojar el agua de manera rápida, ya que debido a la acción del ser humano que ha causado modificaciones en los ecosistemas como son: la erosión, degradación de suelos, deforestación, alteraciones en la red de drenaje, así como el mal estado de los principales drenes del Distrito de Riego, impide la rápida evacuación de las aguas pluviales que en paralelo con la topografía plana que representa la ciudad al no existir pendientes pronunciadas y los cambios climáticos que originan una mayor frecuencia de huracanes con lluvias de mayor intensidad ocasionando que el Dren Principal llegue a toda su capacidad provocando desbordamientos, alterando sustancialmente los cauces naturales que conforman la red hidrológica, originando inundaciones graves y en algunos lugares esto sea un panorama que se presente año tras año, lo que genera un problema severo para la población que habita en estas zonas. En las siguientes imágenes se presentan las zonas afectadas por encharcamientos y desbordamientos de canales así como también las calles inundables:

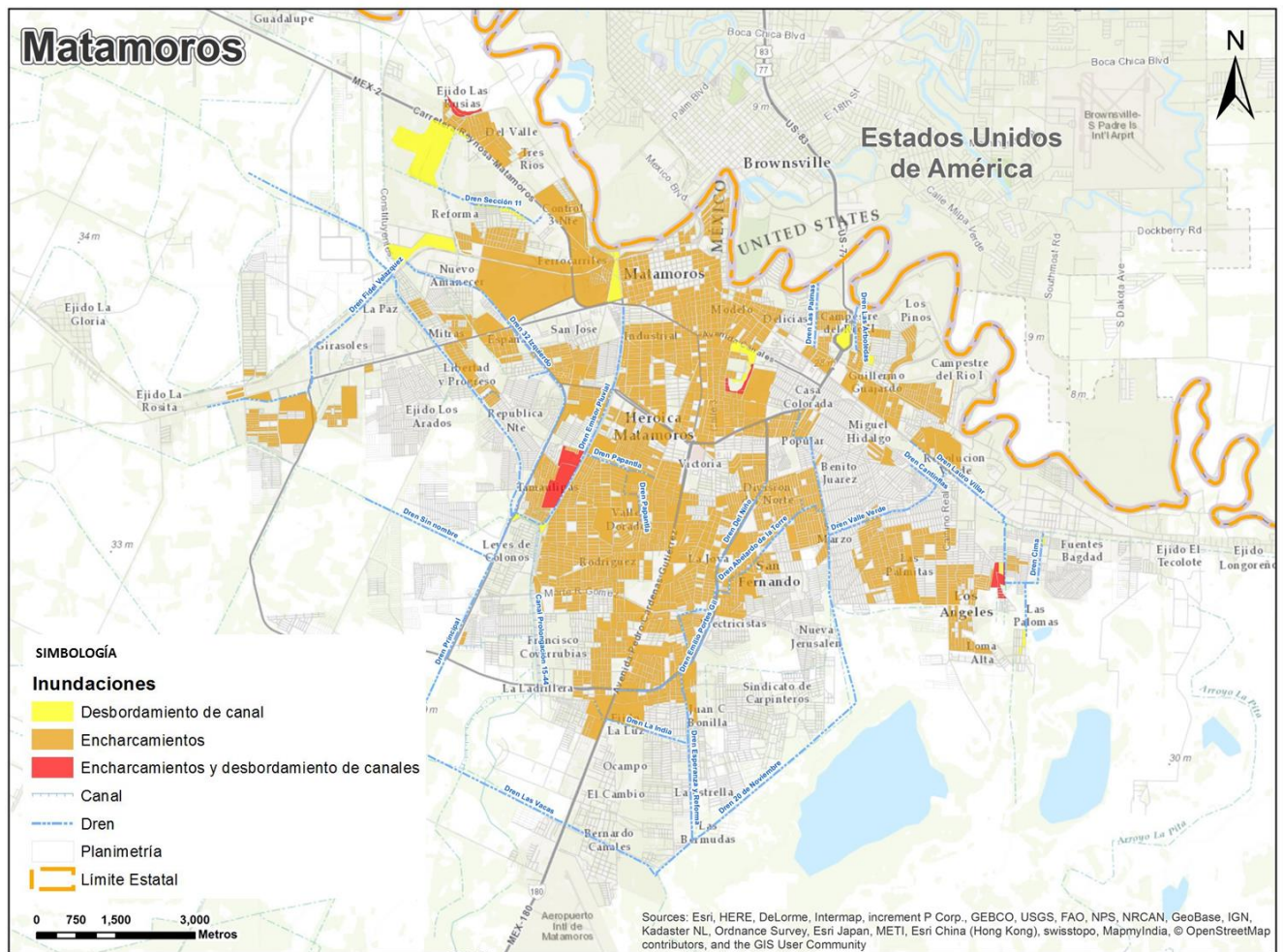


Figura 261. Encharcamientos y desbordamiento de canales en Matamoros.

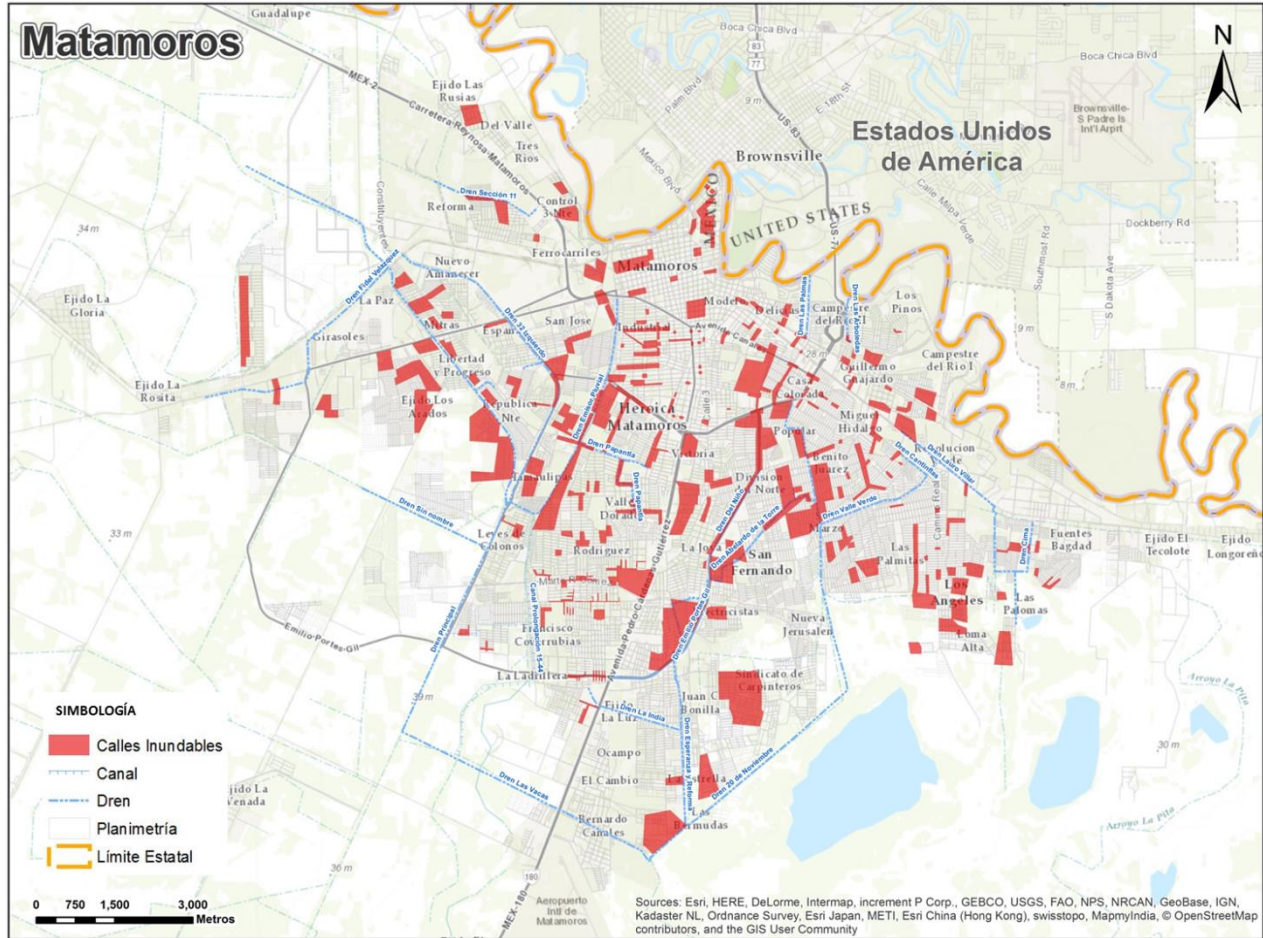


Figura 262. Calles inundables en Matamoros, Tamaulipas.

Como se muestra en las imágenes anteriores, una gran cantidad de sectores y calles se ven perjudicadas debido a la desatención por parte de las autoridades y de los organismos operadores de aguas y drenaje, que en paralelo con el crecimiento anárquico propiciado por el fenómeno de la migración de la población del campo a la ciudad y también a la topografía plana de Matamoros, hace más difíciles los escurrimientos de las precipitaciones pluviales, provocando grandes estancamientos generando caos vial al tránsito vehicular, viviendas dañadas, además de contraer enfermedades hídricas y crear condiciones propicias para la proliferación de mosquitos con el riesgo a brotes.

En algunos sectores dura hasta 5 días en bajar el nivel del agua después de las precipitaciones pluviales, como por ejemplo en la colonia Villa Coapa que estando a tan solo 200 metros del arroyo del Tigre, otras colonias que han sido menos afectadas como: San Francisco, Buenavista, Los Sauces, Primera de Ocampo, Tercera, Luis Caballero, Solidaridad, Oaxaca, Revolución, Fundadores, Roberto Guerra y Av. Del Maestro, debido a la falta de mantenimiento por azolvamiento de los ductos y tuberías que impiden que desfogue el agua.

Debido a esta crítica situación que se presenta en Matamoros cada año durante la temporada de lluvias, la JAD tiene establecido un plan de contingencia el cual se encuentra dividido por sectores los cuales son atendidos por los gerentes técnicos del organismo para llevar a cabo brigadas de limpieza de los drenes y



canales, retirar la basura que se acumula en alcantarillas y bocas de tormenta, manteniendo una estrecha coordinación con algunas dependencias municipales como la CFE, Parques y Jardines y Obras Publicas las cuales brindan su apoyo para el desalojo de agua. En la siguiente imagen se presentan los sectores de contingencia establecidos por la JAD:

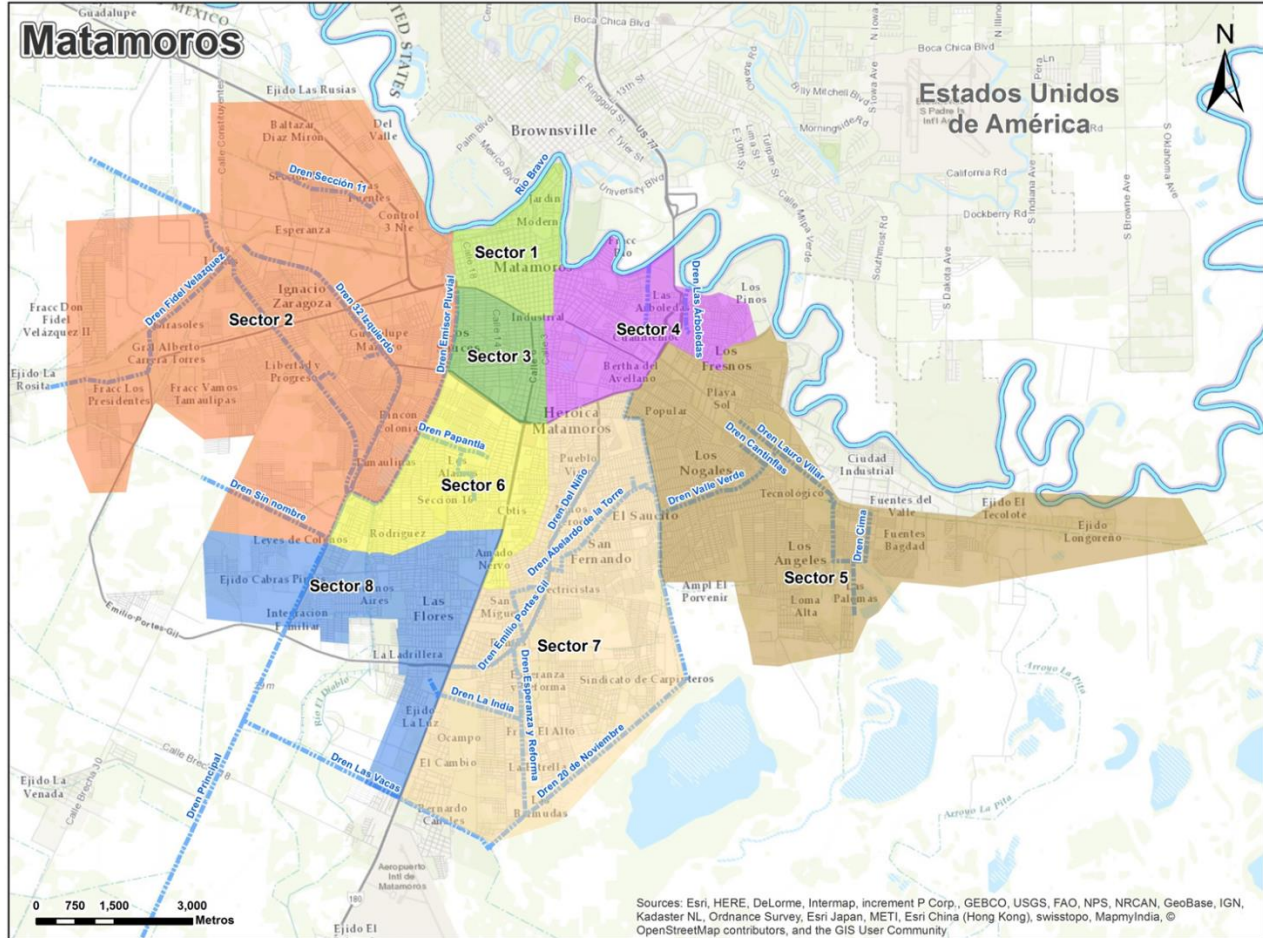


Figura 263. Sectores de contingencia establecidos por la JAD en Matamoros

En la siguiente imagen se presentan las zonas con problemas de encharcamientos y desbordamiento de los drenes y los polígonos de los sectores establecidos de contingencia, observando que en los sectores centrales se ven afectados con estos acontecimientos:

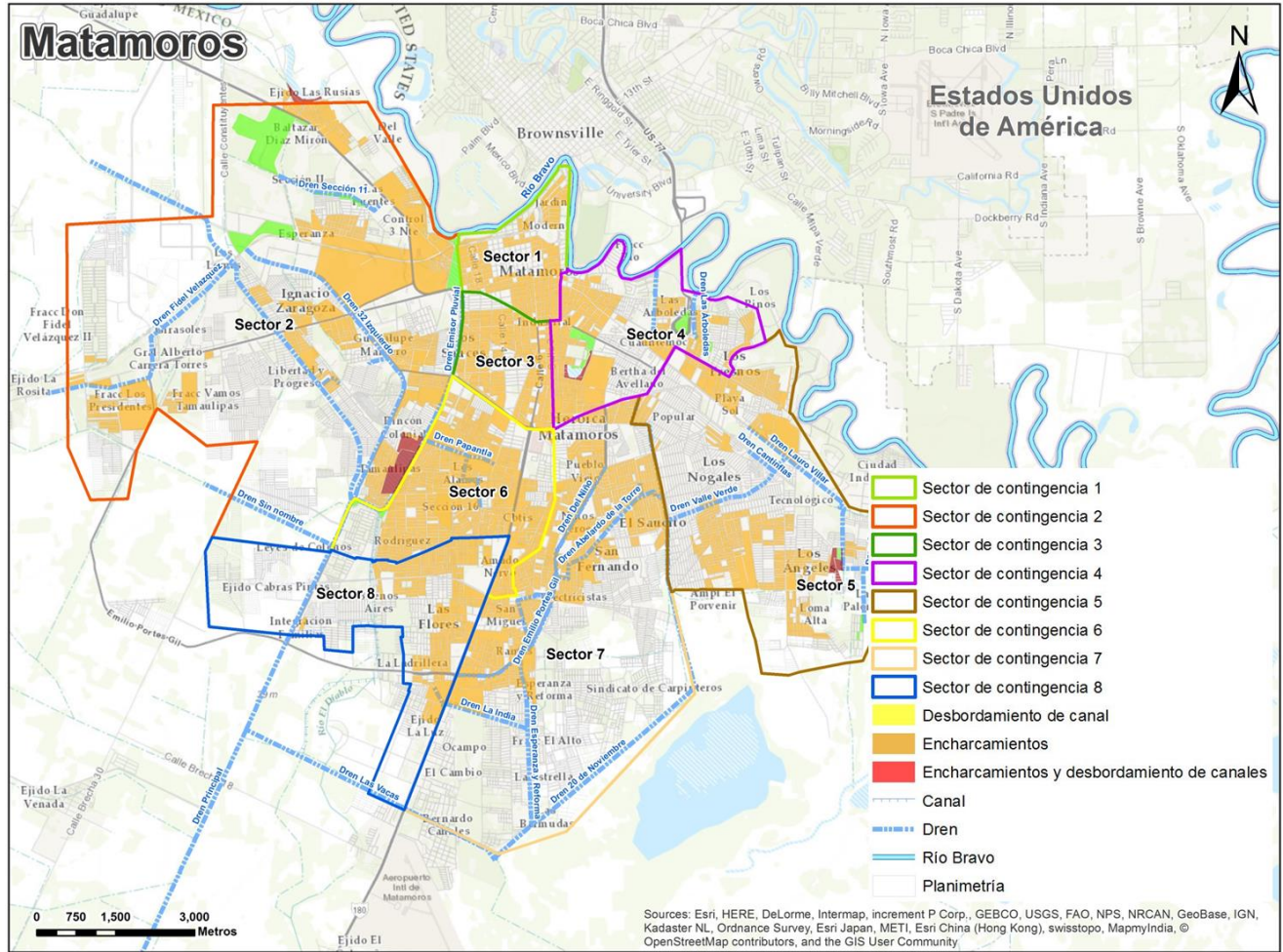


Figura 264. Sectores de contingencia y zonas problemáticas por encharcamientos y desbordamientos de canales en Matamoros

Con base en lo anterior, se ha propuesto diseñar acciones y programas para mitigar y reducir oportunamente estos riesgos a través del reforzamiento y adecuación de la infraestructura, mejorando normas y procurando su aplicación, al mismo tiempo, preparar e informar a la población para que sepa cómo actuar antes, durante y después de una contingencia.

En la actualización de Atlas de Riesgo de Matamoros durante el periodo 2011-2013 han identificado algunas zonas de mayor riesgo hidrometeorológico por la presencia de inundaciones, para las cuales elaboran un análisis específico para cada una mencionados a continuación:

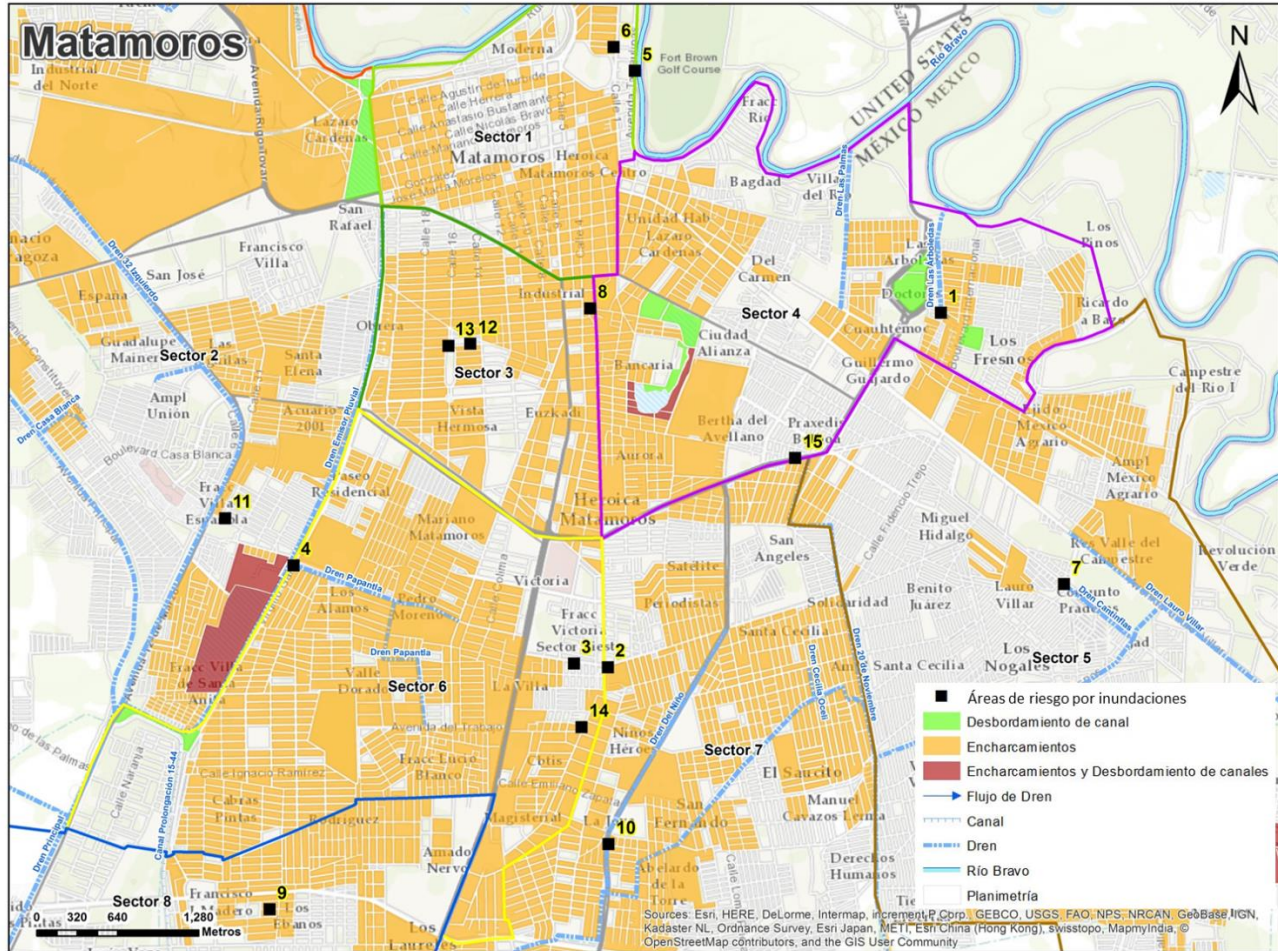


Figura 265. Áreas de riesgo por inundaciones establecidas en el Atlas de Riesgo de Matamoros

1.- Fraccionamiento Las Arboledas, la zona de riesgo se localiza en las calles; avenida internacional encino y arboledas, en la actualidad en época de lluvias el agua se acumula en una superficie de 3 hectáreas, esta situación afecta a los habitantes de los fraccionamientos Los Fresnos y Praderas. La infraestructura que se requiere es una estación de bombeo que permita el desalojo del agua por medio de un conducto a presión al río bravo, colocado por la Av. Internacional.

2.- Tercera y solidaridad, se caracteriza por tener un cuerpo de agua que recibe el drenaje de las partes adyacentes, lo que origina acumulación de agua, de acuerdo al escurrimiento actual se tiene problemas en un área de 5.97 hectáreas a través de la avenida solidaridad, una estación de bombeo podrá desalojar el excedente de agua según la cota es un sitio que topográficamente es alto, sin embargo, la dificultad está en que la pendiente baja pero después hay un incremento de altura que impide la salida del agua.

3.- Avenida solidaridad y Oaxaca, en época de lluvias se convierte en un sistema limitado de conducción, por lo que existe el riesgo de que el agua pueda invadir a los hogares y negocios e impedir el paso se vehículos, las condiciones topográficas crean la necesidad de tener un sistema de bombeo y conducto presurizado que permita conducir el flujo de manera subterránea y dejar libre la parte superficial de la avenida solidaridad evitando daños y molestias que ocasiona la acumulación del agua.



4.- Área de influencia del dren Papantla, esta estructura se caracteriza por tener una plantilla hidráulica elevada debido al azolve, vegetación y basura acumulada, dicha situación limita el libre tránsito de personas y vehículos además de las afectaciones a casas y negocios, por lo que se requiere la rehabilitación del referido dren y del sistema pluvial de descargas al conductor, para mantener este cauce en óptimas condiciones para la temporada de lluvias.

5.- Calle Ignacio Ramírez y Av. Tamaulipas, se caracteriza por ser un área inundable que recibe los escurrimientos de áreas adyacentes como es el perímetro del circuito Olímpico. Se plantea el proyecto de una estación de bombeo en la parte baja donde confluye en agua, para conducir el agua al Río Bravo.

6.- Calle Alhelies de 2ª a Río Bravo, 1ª Amapolas y Alhelies, es una zona de acumulación donde topográficamente el agua se acumula debido a dos áreas cerradas con la misma altura, este sitio se localiza en la colonia Jardín lo que impide el movimiento de personas y limita el tránsito vehicular, así mismo es un acceso al Puente Nueve Internacional, por lo que se requiere desalojar el agua mediante la construcción de un sistema de drenaje al Río Bravo, considerando una pendiente debido a que solo existe solo medio metro de desnivel.

7.- Avenida Cantinflas de Sierra Tarahumara a dren (LP-PRAD3), en Matamoros se caracteriza por tener varios drenes a cielo abierto, sin embargo en una zona plana es necesario introducir sistemas hidráulicos que aprovechen la carga hidráulica del agua y manipular hasta que lo permita la topografía del lugar, esta zona se caracteriza por tener una avenida que conecta a varias colonias con distintas plantas maquiladoras, por lo que en época de lluvias puedes representar una pérdida para las empresas. La zona tiene una pendiente en contra que hay que llevar el agua por medio de una línea de presión de 702 m de longitud suficiente para solventar la pendiente en contra y las pérdidas de carga debido a la fricción del flujo.

8.- Calle 3 y Luis Caballero, se caracteriza por tener dos áreas inundables, cuenta con una alta densidad de población por lo que puede ser afectada por la acumulación de agua, es necesario construir una línea hidráulica de presión de 600 m de longitud con un sistema presurizado para manipular hidráulicamente la pendiente.

9.- Colonias Francisco I. Madero, Las Torres y Los Ébanos, según la información disponible la zona sur de la ciudad es una zona inundable, ya que sólo presenta una pendiente de 0.05% por lo que se tienen problemas de acumulación de agua sobre las calles Joaquín Pardave, los sectores Francisco I. Madero, Villa Coapa y Los Ébanos, por lo que se requiere un sistema pluvial que desaloje el agua en época de lluvias, por medio de un conducto de longitud de 1000m el cual aprovecharía las condiciones topográficas de dicha zona.

10.- Avenida del Niño, en este conducto que se localiza en dicha avenida, cuenta con azolves y presencia de vegetación natural como pastos y arbustos, lo que complica en el escurrimiento del dren superficial, la obra planteada consiste en el revestimiento del mencionada dren y la rehabilitación de las descargas laterales, para facilitar el desalojo del agua a esa estructura y permitir la normalidad de las actividades que ahí se efectúan.

11.- Avenida Valle Real, es una zona densamente poblada con problemas de inundación. El sitio es de topografía plana con pocas pendientes encontrándose el canal por arriba lo que impide la descarga hacía el canal, de acuerdo a lo anterior se requiere de un sistema pluvial y un conducto que desaloje el agua en el



dren que se localiza en la parte baja del área y que tenga un gasto que permita desalojar el agua excedente en un tiempo corto.

12.- Calle Profesor Romero, se caracteriza por tener pocas pendientes, ya que se localiza en una microcuenca cerrada, siendo una de las más bajas de la ciudad, por lo que el tirante hidráulico puede llegar a más de un metro. La zona tiene un sistema pluvial por alcantarillas, pero la capacidad de conducción no es suficientemente eficiente en el desalojo del agua, por lo que es necesario la construcción de un Dren subterráneo con 215 m de longitud, para que pueda ser bombeada en la estación localizada en la Calle Calixto Ayala y Avenida Manuel Cavazos.

13.- Calle Mayrán, se localiza en una microcuenca cerrada con pendientes muy cerca a cero, por tal situación se requiere la introducción de un Dren subterráneo con 274 m de longitud que permita conducir el agua hacia la estación de bombeo que funciona en la calle Calixto de Ayala y Avenida Manuel Cavazos Lerma; al fluir el agua por el conducto planeado solucionara la problemática en diversas calles de la zona.

14.- Colonia Magisterial CBTIS, es una zona que se caracteriza por ser principalmente habitacional, densamente poblada donde se ven afectadas varias calles; es un área que forma un bajo y además tiene una microcuenca la cual recibe escurrimientos de la Avenida Pedro Cárdenas por el lado oeste y la calle Jesús Guevara por la parte este, por lo que se requiere un sistema pluvial que permita desalojar el agua acumulada, el proyecto está conformado por la introducción de dos tuberías subterráneas, la primera de longitud de 667 m y la otra de 448 m, las cuales puedan funcionar hidráulicamente manejando la pendiente natural del terreno.

15.- Blvd. Manuel Cavazos Lerma/ Dren 20 de Noviembre y Av. Del Niño, es una zona que se caracteriza por tener una gran actividad económica, la obra planteada es la instalación de un Dren subterráneo con una longitud aproximada de 741 m y para hacerlo más eficiente se proponer dos diámetros de tubería. En el sitio del proyecto se tiene un desnivel que favorece la instalación del referido dren sin la necesidad de presurizar el sistema.

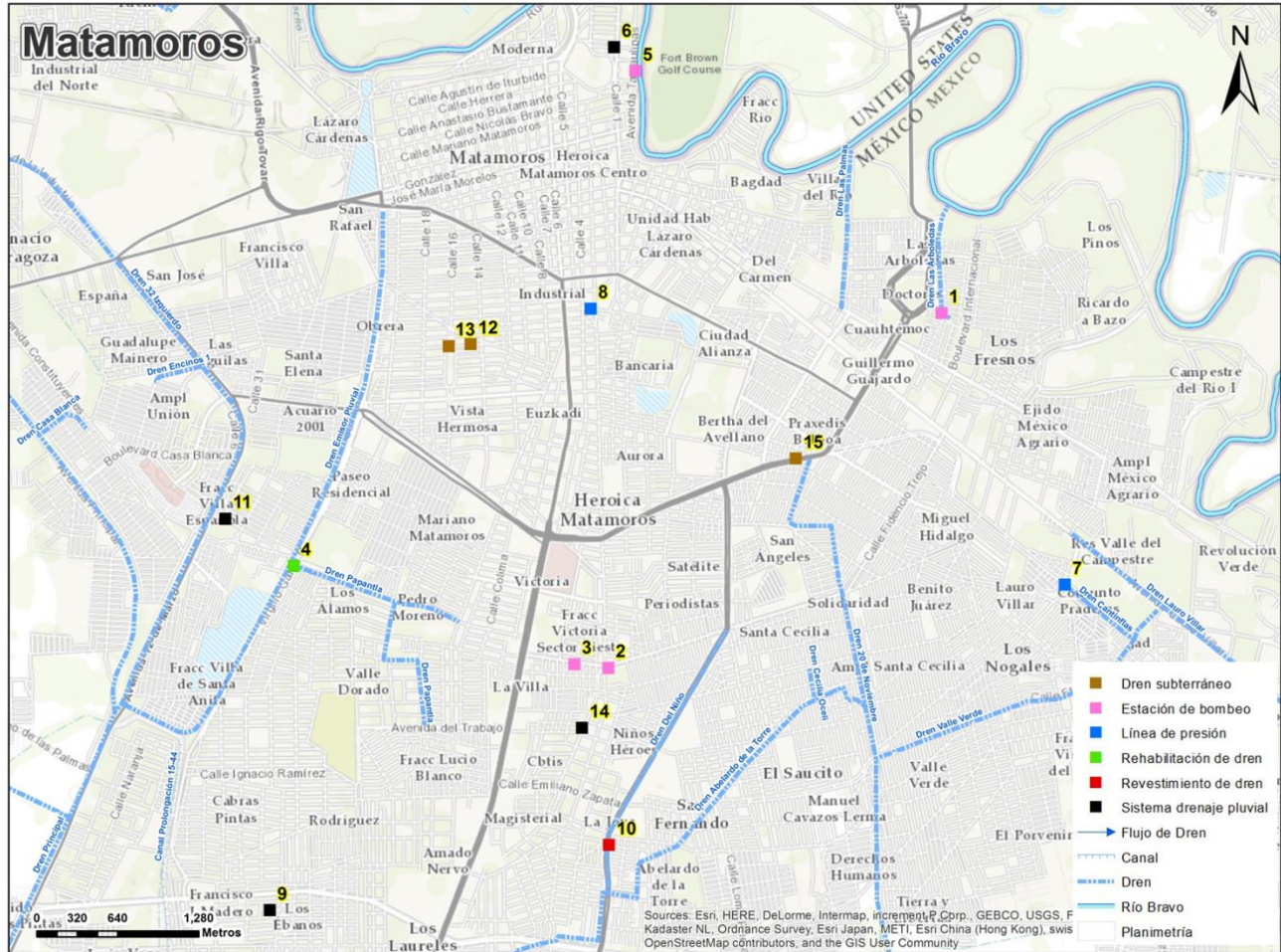


Figura 266. Obras de mejoramiento para evitar inundaciones en Matamoros

En los últimos años en la Cd. de Matamoros se ha dado la migración de personas de otras ciudades de Tamaulipas y de otros estados del País, originando el desarrollo de nuevas áreas habitacionales en zonas donde la topografía es plana, sitios donde se da la confluencia de varios drenes a cielo abierto aunado a las características físicas del suelo como es la baja velocidad de infiltración y conductividad hidráulica, lo que origina una disminución de la velocidad del agua y en ocasiones el estancamiento en las superficies bajas y de las zonas habitadas del poniente de la ciudad como son las colonias San Francisco, Buenavista, Chula vista, Los Sauces, Paseo Residencial, Mariano Matamoros, Valle Dorado, INFONAVIT, Buenavista, Sección 16, entre otras.

La convergencia del Dren Principal, Dren 32 Izquierdo y Dren 32 Emisor Pluvial, da como resultado tapones hidráulicos ocasionando el aumento del tirante hidráulico, por lo consiguiente existe la acumulación del agua en los fraccionamientos mencionados anteriormente. Por lo que se propone desincorporar del dren 32 emisor del Dren Principal por medio de una compuerta metálica para el control de nivel de aguas, ubicada en el dren emisor pluvial antes de unirse al dren principal en casos de mayor volumen y conducirlo al canal 15.44 hasta su descarga al Dren Las Vacas, y también una compuerta deslizante de control de nivel aguas abajo, ubicada en el dren pluvial antes de unirse al Dren de Las Vacas.



Como parte de las acciones que tiene la JAD para el mejoramiento del sistema de aguas pluviales y poder evitar a toda costa los problemas de desbordamientos e inundaciones, dentro del plan de desarrollo se propone rescatar el Arroyo El Tigre ubicado en Matamoros, ya que anteriormente subsidió de forma natural a los escurrimientos de forma regular que ocurren en periodos de lluvias, sin embargo, a principios de los años noventa ocurre un prolongado periodo de sequía y una mayor racionalización del agua que dejó de escurrir agua al arroyo, el cual se azolvó y quedó cubierto de maleza, por tal motivo se vendió el lecho del arroyo y sus derechos de vía sin la atención de las autoridades desarrollando asentamientos irregulares en partes bajas no aptas a la vivienda, sin considerar que al llegar las lluvias, el agua reconoce su cauce o desfogue natural, ocasionando daños e inundaciones.

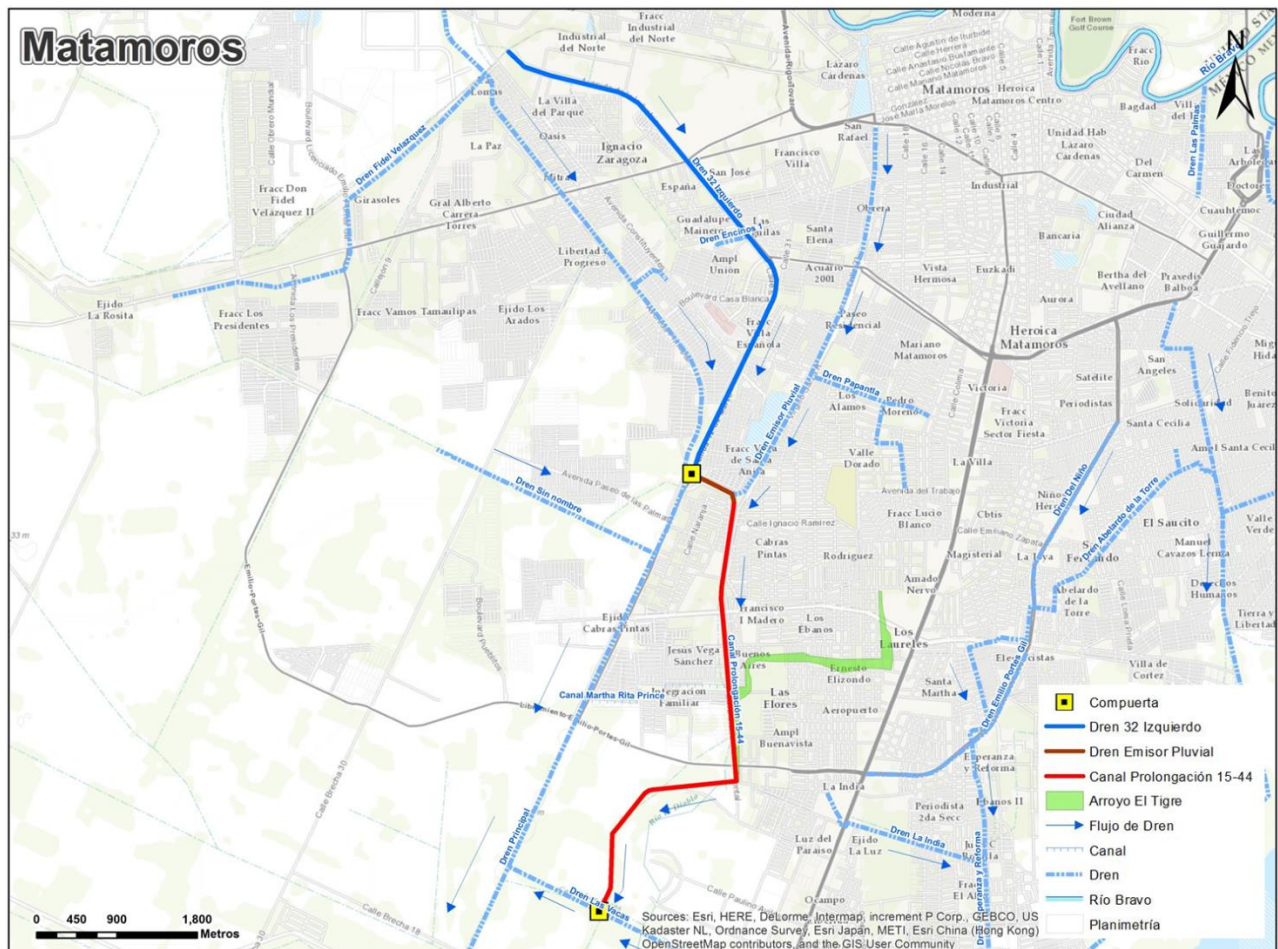


Figura 267. Prolongación del Dren 32 Izquierdo en caso de mayor volumen de agua y área del arroyo El Tigre

Con base en esto se propone rescatar dicho arroyo para uso del desfogue de aguas pluviales, desarrollando proyectos y actividades de recreación con beneficio directo para la población en general en su conjunto. Para lograr el rescate del arroyo se tiene que rehabilitar el cauce, cajón o vaso, reconstruir los taludes y reparar las alcantarillas de los cruces de vialidades para permitir que el agua fluya, por lo que es de vital importancia la realización de este estudio para mejorar las obras de infraestructura existentes, evaluando la necesidad de su ampliación, esto a fin de mejorar las condiciones presentes y asegurar el manejo de las



futuras, teniendo como objetivo principal buscar la mejor forma de conducción y disposición final de los escurrimientos generados dentro de la zona del arroyo del Tigre y de todas las zonas externas.

Para mayor detalle de la información pluvial y control de avenidas consultar el anexo 13.

Por otra parte, es importante que la JAD establezca una gerencia de drenaje pluvial, encargada exclusivamente de este, en donde se puedan establecer los derechos de vía de estos causes para evitar invasiones y que los propietarios de los lugares por donde pasen estos drenes no los tapen, para ello debe declararse de utilidad pública y también pueda estudiar el aplicar una cuota dentro del cobro del impuesto predial a fin de que toda la población participe en la solución de este problema además de establecer y los recursos recibidos se mezclen con otro tanto del gobierno del Estado y de la Federación.

2.5. Programa de O&M del Organismo Operador

Por lo que se refiere al mantenimiento preventivo y correctivo que la JAD proporciona a los diferentes componentes de cada una de sus instalaciones tanto de agua potable como de alcantarillado y saneamiento, señalaremos que ejecutan acciones y obras encaminadas a resolver los problemas que se van presentando por el deterioro y desgaste de partes o unidades completas que vulneran los sistemas, sin que estas sean siempre en tiempo y forma, es decir, que la JAD no cuenta con los recursos económicos, materiales y en ocasiones técnicos, suficientes para atender con oportunidad y eficacia las necesidades propias de una situación desfavorable, así como tampoco para tener programado sistemáticamente el mantenimiento de los activos de la empresa.

A continuación se presenta la relación de obras y acciones que la JAD ejecutó durante el 2014 como parte del mantenimiento que se requiere para operar sus instalaciones con el objeto de seguir brindando el servicio que tienen encomendado.

Tabla 200. Obras de mantenimiento en la red de agua potable

Colonias donde se Rehabilitaron redes de agua potable	Long (Km)
Zona Centro, La India, Valle del Parque, Ejido Reforma, Industrial, José Ma. Morelos, Poblado Mano de León, Ejido Ignacio Zaragoza	3.35

Tabla 201. Obras de mantenimiento en las redes de alcantarillado

Colonias donde se Rehabilitaron redes de drenaje	Long (Km)
Treviño Zapata, Playa Sol, FOVISSSTE, Carrera Torres, Sta. Elena, Sta. Lucia, San Francisco, Fuentes Industriales, Obrera, Los Sauces, La Paz, Centro, Lauro Villar, Fuentes Industriales II, Puerto rico, Benito Juárez Pte., Periodistas, Bagda Sur, Popular, Lucio Blanco, El Roble, Vista Hermosa, Uniones, Fracc. Victoria, Chula vista, Secc. 16, Los Laureles, Obrera, Sta. Cruz, López Portillo, Águilas 2000, Insurgentes, y Poblado Control	3.36



Tabla 202. Obras de mantenimiento a las obras de toma

Ubicación	No.	Descripción de los trabajos
Obras de toma	1	Aplicación de pintura a la infraestructura civil y equipo electromecánico
	2	Mantenimiento preventivo a subestación eléctrica de 750 y 500 kva.
	3	Limpieza general de las instalaciones del centro de control de motores.
	4	Reparación parcial de bomba horizontal de 150 hp, que consiste en cambio de bujes de bronce, flechas y tuerca de estopero.
	5	Fabricación de escalera en el cárcamo
	6	Instalación de bomba temporal de 7.5 hp para suministrar agua cruda a la planta potabilizadora del refugio
	7	Cambio de motor vertical de 150 hp. De la bomba nº1 de 650 L/s. Para su mantenimiento.
	8	Se retiró del cárcamo la bomba n0. 4 motor de 150 hp y 650 L/s, por exceso de vibraciones en las flechas para su reparación.
Obra de toma 1	9	Se instaló bomba nº4 con columna de 13" de diámetro y 13 m de longitud
	10	Reparación de falla y limpieza de variador de velocidad de motor de 300hp.
	11	Cambio de cuchilla en subestación eléctrica.
	12	Terminación de escalera con placa metálica y vigas de acero al carbón
	13	Cambio de motor vertical de 150 hp. De la bomba nº1 de 650 L/s. Para su mantenimiento.
Obra de toma 2	14	Suministro e instalación de bomba sumergible de 5 hp
	15	Fabricación y suministro de parrillas de retención de sólidos en el canal de llamada y fabricación e instalación de escalera de acceso.

Tabla 203. Obras de mantenimiento en las plantas potabilizadoras

Ubicación	No.	Descripción de los trabajos
Planta potabilizadora no. 1	1	Reparación de parrilla de retención de sólidos
	2	Cambio de motor de 125 hp. A la red
	3	Aplicación de pintura a las instalaciones electromecánicas, tuberías y obra civil.
	4	Cambio de luminarias en área de filtros.
	5	Relleno y maquinado de flecha de acero inoxidable de 2" de diámetro y suministro e instalación de baleros de bomba c-3 bombeo a la red.
	6	Reparación de válvulas de compuerta de 12" de diámetro de la bomba c-3 lado poniente.
	7	Reparación de fuga de aceite del agitador no. 2 del módulo no. 2 de floculación lastrada.
	8	Cambio de cuchilla de suministro de energía eléctrica de CFE.
	9	Instalación de alumbrado en pasillos de filtros.
	10	Nivelación y refuerzo con cambio de tornillería de 32 canaletas de retrolavado de filtros
	11	Reparación de bomba nº3 que consiste en cambio de baleros, rectificación de flecha.
	12	Instalación de hules de la bomba nº2 de recirculación de arena del sistema de floculación lastrada.
	13	Reparación de actuadores de válvulas de mariposa del filtro nº10 que consiste en suministro e instalación de tornillos sin fin y engranes para su apertura y cierre.
	14	Rehabilitación de bomba horizontal nº3 que consiste en cambio de baleros y rectificación de flecha.
	15	Reparación de fuga de sulfato en bomba de dosificación.
	16	Reparación de actuadores eléctricos de los filtros nº 1, 3, 4 y 7, que consiste en: cambio de



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

Ubicación	No.	Descripción de los trabajos	
		tornillo sin fin y volantes	
	17	Reparación de agitador de polímero que consiste en fabricación e instalación de flecha con engrane.	
	18	Reparación de fuga de sulfato en descarga de la bomba n°2 y mantenimiento preventivo a las 3 bombas.	
	19	Cambio de aceite a los sopladores que se utilizan en retrolavado de filtros.	
	20	Reparación de fuga de cloro en línea de post-cloración	
	21	Mantenimiento preventivo a hidrociclones de los módulos 1 y 2 del actiflo.	
	22	Reparación y refuerzo de sistema de retención de sólidos.	
	23	Reparación de bomba n°1 de recirculación de arena (instalación de kit).	
	24	Inicios de trabajos para reparación de filtro n°2 (extracción de material filtrante)	
	25	Cambio de sello mecánico a bomba de 10 hp en sistema de cloro.	
	26	Cambio de aceite a sopladores de sistema de lavado de filtros	
	27	Mantenimiento preventivo a las bombas de recirculación de arena.	
	28	Mantenimiento preventivo al sistema de hidrociclones.	
	29	Suministro e instalación de parrilla e instalación de tubos para descarga de sólidos, producto de limpieza de parrilla de retención de sólidos.	
	30	Reparación de fuga de sulfato.	
	31	Cambio de bomba horizontal de 7.5 hp para el sistema de cloración.	
	32	Reparación de operador de engranes de válvula del filtro n°5.	
	33	Fabricación de pichanca del equipo n°6.	
	34	Reparación de bomba de precloración se le instaló un nuevo sello mecánico.	
	35	Limpieza de canaletas de filtros	
	36	Interconexión de bomba n°4 entre descarga hacia manifol del sector poniente para distribución de agua tratada.	
	37	Mantenimiento preventivo al sistema de hidrociclones de floculación las entradas, que consiste en limpieza de conos, impulsores de las bombas de recirculación de arena.	
	38	Mantenimiento preventivo a las bombas de dosificación de polímero por fallas en su dosificación.	
	39	Cambio de baleros y rellenado, en torno de flecha de bomba horizontal n0. 1 de 125 hp como mantenimiento preventivo.	
	Planta potabilizadora no. 2	1	Construcción de estructura de concreto para lavado de lecho filtrante
		2	Lavado de lecho filtrante de filtro n° 3
		3	Reparación de válvula de 24" en área de filtro
		4	Reparación y puesta en marcha bomba vertical no. 4 que consiste en cambio de flechas y bujes.
		5	Aplicación de pintura en floculadores y precipitadores de ampliación de la planta.
		6	Aplicación de pintura en manifol del bombeo a la red
		7	Limpieza de cisterna de aguas claras
		8	Reparación de compuertas e instalación de operadores de engrane de los filtros mo. 2, 3 y 7.
		9	Construcción e instalación de bases de acero al carbón para la instalación de motoredutores y floculadores de la ampliación de la planta
		10	Refuerzo de estructura de acero al carbón del polipasto que se utiliza para la instalación de bombas verticales del cárcamo de aguas crudas
		11	Reparación de bomba n°3 de aguas crudas que consiste en suministro e instalación de flechas, bujes, coples, buje de estopero, rellenado y maquinado de cuerpo de tazones.
		12	Reparación de bomba horizontal de 10 hp para operación de sistema de cloro que consiste en cambio de baleros y estoperos.
		13	Limpieza de precipitadores que consiste en extracción de los lodos.



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

Ubicación	No.	Descripción de los trabajos
	14	Cambio de cableado de bomba nº8, del centro de control de motores a la bomba de la red.
	15	Continuación con trabajos de pintura en las instalaciones de cloración.
	16	Reparación de motor reductor en floculador nº2 de tren nº1 de la ampliación de la planta.
	17	Cambio de motor de 125 hp de bomba nº4 de bombeo a la red.
	18	Reparación de fuga de agua tratada de manífull de acero al carbón para el tanque nº3.
	19	Reparación de bomba nº3 de 125 hp de aguas crudas de 500 L/s que consiste en cambio de flechas, camisas, bujes de bronce y reparación de cuerpo de tazones.
	20	Reparación de 15 compuertas de 5 filtros que se utilizan en el retrolavado de filtros de ampliación de la planta.
	21	Cambio de cableado de bomba nº5 del ccm al motor por recalentamiento.
	22	Cambio de tablero de equipo de bombeo nº1 de 125hp atención reducida cárcamo de aguas crudas
	23	Mantenimiento preventivo a 10 tableros de equipos de bombeo de 125hp atención reducida bombeo de aguas claras.
	24	Reparación de fuga a tubo de descarga de 12" de acero al carbón de equipo de bombeo nº6 de bombeo a la red
	25	Reparación de la bomba nº1 y 3 de aguas crudas de 500L/seg que consiste en cambio de flechas y bujes.
	26	Reparación de pistones neumáticos de los filtros nº 1 y 8.
	27	Mantenimiento preventivo a cloradores de pre y post-cloración.
	28	Reparación de válvulas de extracción de lodos nº1 y 4 de precipitador nº1.
	29	Mantenimiento preventivo a las bombas de sulfato.
	30	Suministro e instalación de 2 bombas de presión horizontales de 10 hp incluye piezas especiales para el sistema de pre y post cloración.
	31	Reparación de arrancador de equipo de bombeo nº10 de 125hp.
	32	Reparación de compuertas de los filtros nº1 y nº2.
	33	Reparación de fuga en bomba de sulfato.
	34	Reparación de bomba nº10, se cambiaron flechas y bujes de cobre en cuerpo de tazones y columna.
	35	Reparación de equipo de bombeo no. 3 de aguas crudas, se le cambiaron flechas, bujes y coples.
	36	Mantenimiento preventivo a las bombas de sulfato que consiste en limpieza de sus componentes
	37	Reparación y puesta en operación de bomba vertical no. 4 de la red de distribución de agua de la ciudad, se cambiaron flechas, bujes y coples.
	38	Limpieza del lecho filtrante de los filtros del 1 al 8.
	39	Cambio de mangueras del sistema neumático de cilindro de filtros de la ampliación de la planta.
	40	Reparación de vástago de compuerta de operación de filtro no. 3 y reparación de operador de engrane.
	41	Limpieza de clorador del sistema de precloración.
	42	Reparación y puesta en operación de bomba vertical nº1 de aguas crudas, cambio de flechas, bujes y coples.
	43	Limpieza de precipitadores.
	44	Limpieza de cárcamo de aguas crudas.
	45	Reparación de bomba nº1 vertical de 166 lps. De bombeo a la red de ciudad, que consiste en: cambio de flechas, bujes, tuerca estoperero, alineación, balanceo y puesta en operación.
	46	Reparación de bomba vertical nº3 de 500 lps. De aguas crudas, que consiste en: cambio de flechas, bujes, tuerca estoperero, alineación y balanceo y puesta en operación.
	47	Limpieza de lecho filtrante, arena y antracita de 8 filtros
	48	Reparación y puesta en operación de bomba vertical nº0.2 de 125 hp. Y 166 lps consistió en cambio de flechas, bujes, instalación y puesta en operación.



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

Ubicación	No.	Descripción de los trabajos
	49	Mantenimiento preventivo a compresor de aire que se utiliza en la operación de las válvulas de los filtros, que consiste en limpieza de motor empacado reparación de fugas de aire y filtros.
	50	Se desarmo la bomba n0. 4 de 125 hp y 166 lps para su reparación.
Planta potabilizadora paquete no. 1	1	Cambio de bomba sumergible en laguneta
	2	Aplicación de pintura a 6 filtros de presión
	3	Construcción de mamparas para el módulo de floculación
	4	Aplicación de pintura a la infraestructura civil de sistema electromecánico.
	5	Mantenimiento preventivo y limpieza de lodos a floculador y a sedimentador.
	6	Aplicación de pintura a filtros de presión.
	7	Limpieza de floculador y precipitador de lodos.
	8	Suministro e instalación de mamparas en el floculador.
	9	Suministro e instalación de 90 tubos conduit de pvc para la canalización de conductores eléctricos desde el
	10	Arrancador general hasta la bomba sumergible de aguas crudas.
	11	Cambio de bomba sumergible de 70 hp por una de 35 hp reparada
	12	Suministro e instalación de interruptor general fal 36100.
	13	Suministro e instalación de 270 ms de tubo conduit de pvc para alojamiento de cableado eléctrico para la bomba sumergible de la toma de la planta.
	14	Cambio de bomba sumergible de 70 hp por una de 38 hp en la toma de la planta.
	15	Mantenimiento al floculador y precipitador que consiste en limpieza total y extracción de lodos.
	16	Mantenimiento preventivo al sistema de cloración.
	17	Mantenimiento al precipitador y floculador.
	18	Mantenimiento preventivo al sistema de cloración.
	19	Suministro e instalación de 2 bombas sumergibles de 7.5 hp.
Planta potabilizadora paquete no. 2	1	Limpieza de lodos a precipitador
	2	Reparación de fugas de agua en filtro n° 4
	3	Limpieza de floculador y precipitador
	4	Instalación de alumbrado
	5	Se extrajo del rio la bomba sumergible de 24 hp para su reparación.
	6	Aplicación de pintura a las instalaciones en general.
	7	Instalación de bomba sumergible de 24 hp en toma del rio para suministro de aguas crudas a la planta potabilizadora.
	8	Mantenimiento preventivo de las instalaciones electromecánicas y limpieza del floculador y precipitador.
	9	Instalación de bomba reparada sumergible de 24 hp en el rio para suministro de aguas crudas a la planta.
	10	Reparación e instalación de bomba sumergible de 24 hp. Que consiste en: embobinado de motor, cambio de kit de sellos, baleros, empaques, etc.
	11	Reparación de filtros de presión que consiste en sellado de fugas de agua.
Planta potabilizadora paquete no. 3	1	Modificación al sistema de bombeo por bajo nivel del rio en la toma
	2	Modificación de interconexiones hidráulicas para operar los filtros de manera independiente y hacer limpieza del lecho filtrante.
	3	Cambio del lecho filtrante de los dos filtros.



Tabla 204. Obras de mantenimiento en los rebombes

Ubicación	No.	Descripción de los trabajos
Rebombero 7 y Tamaulipas	1	Reparación de falla y limpieza de variador de velocidad de motor de 300hp.
	2	Aplicación de pintura en bombas verticales incluyendo su tren de descarga
	3	Aplicación de pintura a la infraestructura civil y electromecánica
	4	Cambio de apartarrayos por falla de CFE.
Rebombero 21 y González	5	Aplicación de pintura a la infraestructura y electromecánico de cárcamo
	6	Reparación de centro de control de motores de bomba no. 3.
	7	Reparación de motor de 40 hp y su instalación.
	8	Cambio de cableado del ccm del interruptor general a interruptores de bombas
	9	Aplicación de pintura a instalaciones en general
Rebombero la venada	10	Aplicación de pintura a la infraestructura civil y electromecánica
	11	Reparación de bomba sumergible de 7.5 hp y puesta en operación para los ejidos la venada, mogote de Santiago y 21 de marzo.
	12	Reparación de motor de 7.5 hp de bomba nº2.
	13	Mantenimiento preventivo a los eq 1 y 2 de bombas sumergibles horizontales que consiste en limpieza de sus componentes.
Rebombero el mezquita	14	Aplicación de pintura a la infraestructura civil y electromecánica
	15	Reparación de válvulas en tanques elevados
Rebombero palo verde	16	Reparación de motor horizontal de 10 hp de bomba no. 2.
	17	Mantenimiento preventivo a motor de bomba nº1 que consiste en limpieza y cambio de baleros
	18	Reparación de motor de 10 hp. De bomba nº1.
Rebombero praderas	19	Aplicación de pintura a la infraestructura civil y mecánica.
Rebombero cd. Industrial	20	Mantenimiento preventivo a bomba de 20hp que consistió en: cambio de sello mecánico, bujes de bronce y baleros.
Rebombero el tecolote	21	Por construcción de cisterna de block de 2.50 m x 2.50 m x 3 m de altura, suministro e instalación de rotoplas de 500lps e instalación de bomba de presión de 5 hp y tanque, además de interconexión a la red general.
Rebombero la ventana	22	Mantenimiento preventivo a los equipos de bombeo nº 1 y 2. Que consiste en: cambio de baleros revisión de flechas y bujes y limpieza general.
Rebombero	23	Mantenimiento de sello mecánico a la bomba nº2.
Rebombero las higuierillas	24	Mantenimiento preventivo a los eq 1 y 2 de bombas sumergibles horizontales que consiste en limpieza de sus componentes.



Tabla 205. Obras de mantenimiento en la planta de tratamiento

Acción	Enero a dic.
Mantenimiento de trampas	4,049
Construcción de trampas	4
Procedimiento administrativo	3
Número de contratos de mantenimiento	20
Número de contratos de construcción	6
Beneficiados	16,328

En cuanto al inventario técnico de las instalaciones y equipos, la JAD no los tiene actualizados ni tampoco completos, ya que una parte de la información de sus activos lo refieren al último Estudio de Diagnóstico y Planeación integral que les elaboró el IMTA en el 2012. Además los pormenores de la información no la tienen en registros o archivos magnéticos donde se pueda consultar fácil y oportunamente.

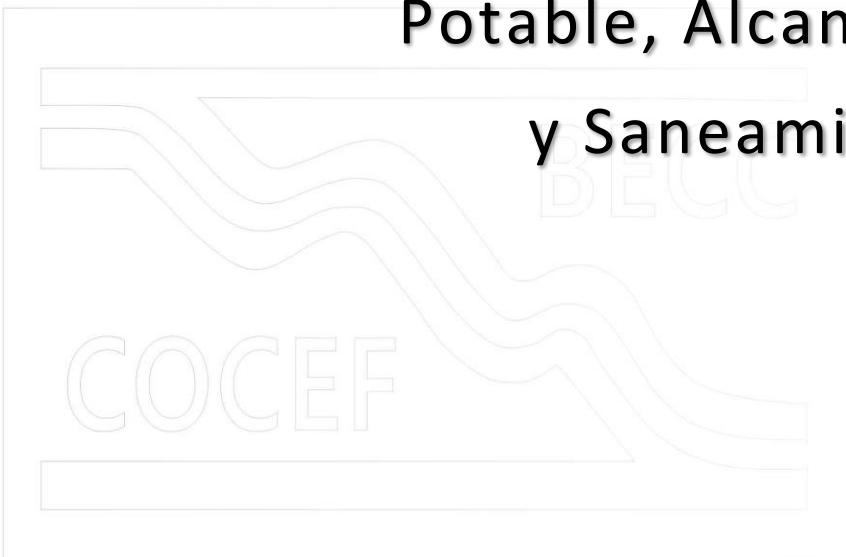
No cuentan con un área de catastro que tenga actualizado los activos del Organismo y que concentre todos los pormenores y detalles de las instalaciones y los equipos instalados en las mismas instalaciones, la referida información la tienen en su poder cada jefe de área responsable del o los componentes de los sistemas tanto de agua potable como de alcantarillado y saneamiento.

De igual forma no existen archivos magnéticos de los componentes e instalaciones, manuales, catálogos, listas de partes, instructivos de montaje. Como tampoco existen manuales de procedimientos para realizar los mantenimientos correctivos.

Actualización del Plan Maestro de
Agua Potable, Alcantarillado y
Saneamiento en
Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 3

Planeación Técnica de
los Sistemas de Agua
Potable, Alcantarillado
y Saneamiento





3. Planeación Técnica de los Sistemas de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

3.1. Proyección de la Demanda

3.1.1. Proyección de la población

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del análisis efectuado para estimar la población de proyecto en el horizonte de planeación (2014–2034) para la población de Matamoros que son atendidas por la JAD.

Con base en lo anterior, se presentan a continuación los registros históricos del comportamiento demográfico que se ha observado en el área de estudio durante las últimas dos décadas (1990–2010), con base en los resultados definitivos de los Censo de Población y Vivienda de INEGI.

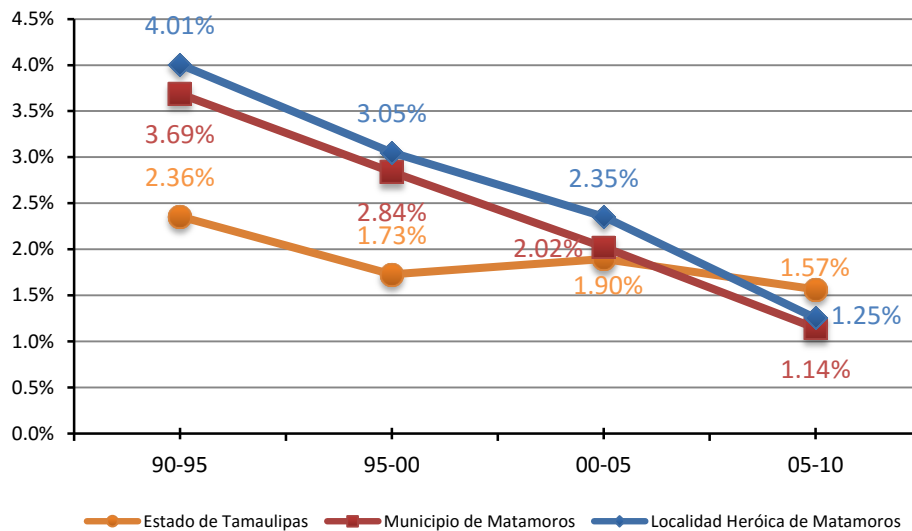
En la siguiente tabla se presenta la población contabilizada en los Censos de Población y Vivienda de 1990, 2000 y 2010, así como en los Conteos de Población y Vivienda 1995 y 2005.

Tabla 206. Población histórica para el estado, municipio y localidades atendidas por la JAD

Entidad	1990	1995	2000	2005	2010
Localidad de Matamoros	266,055	323,794	376,279	422,711	449,815

Fuente: Censos y Conteos de Población y Vivienda de INEGI, 1990-2010

En la siguiente figura se presenta el comportamiento que ha tenido en las dos últimas décadas la tasa de crecimiento, definida como la cantidad fraccionaria en la cual el número de individuos en una población aumenta, lo que significa el cambio en la población durante un período de tiempo, expresado en porcentaje.



Fuente: Censos y Conteos de Población y Vivienda de INEGI y CONAPO, 1990-2010

Figura 268. Tasas de crecimiento históricas (anual promedio)



Como se observa en la figura anterior, las tasas de crecimiento históricas en el área de estudio habían sido superiores a las del municipio y del estado de Tamaulipas entre 1990 y 2005. Para el último lustro, la tasa de crecimiento de la localidad de Matamoros sufrió una caída que la ubicó por debajo de la estatal y casi al mismo nivel que la municipal.

Una vez definida la población para el 2014 de 479,851 habitantes, se procedió a estimar la población al horizonte de planeación, que para este estudio comprende hasta el año 2034, es decir un periodo de planeación de 20 años.

Para llevar a cabo la predicción de la población se tomaron en cuenta las mismas fuentes consultadas para la determinación de la población actual. A continuación se presenta un comparativo de las diferentes proyecciones efectuadas fuentes de información.

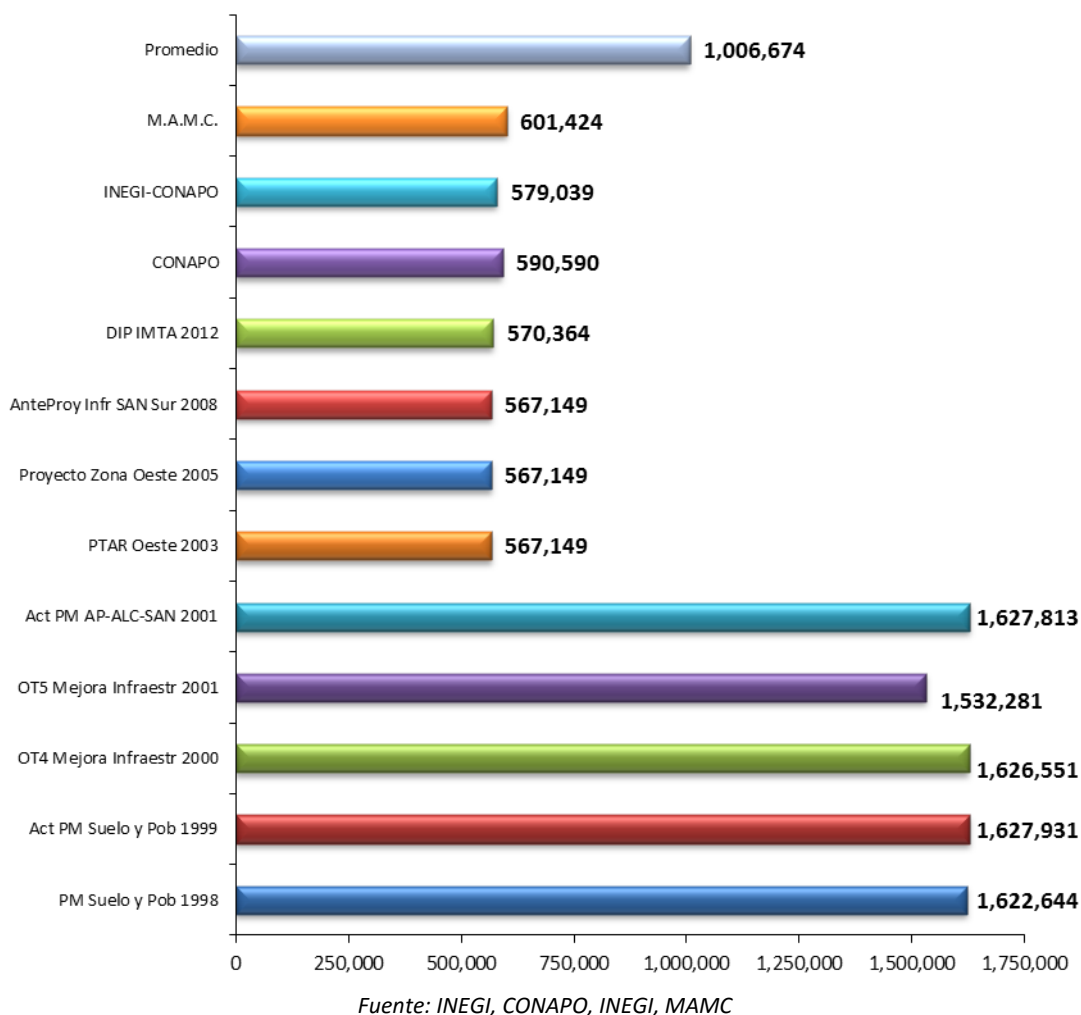


Figura 269. Comparativo de población al horizonte de planeación (2034)

En este sentido, se consideró como proyección de la población al horizonte de planeación (2034) la determinada por la CONAPO, la cual se realizó hasta el 2030 y de ahí se conservó la tendencia de las Tasas de Crecimiento para obtener la población al horizonte de planeación de la Actualización del Plan Maestro de Matamoros.



De esta manera se concluye que la población de proyecto para el 2034 es de **590,590 habitantes** con una tasa promedio anual de **1.04%**. A continuación se presentan los datos de población para los diferentes quinquenios del periodo de planeación.

Para mayor detalle de la información de proyección de la población, consultar el anexo 2.

Tabla 207. Proyecciones de población por quinquenios

Localidad	Población					T. C. Promedio Anual
	2015	2020	2025	2030	2034	
Localidades Atendidas	485,722	515,798	545,075	571,884	590,590	1.04%

Fuente: Elaboración propia de CONAPO

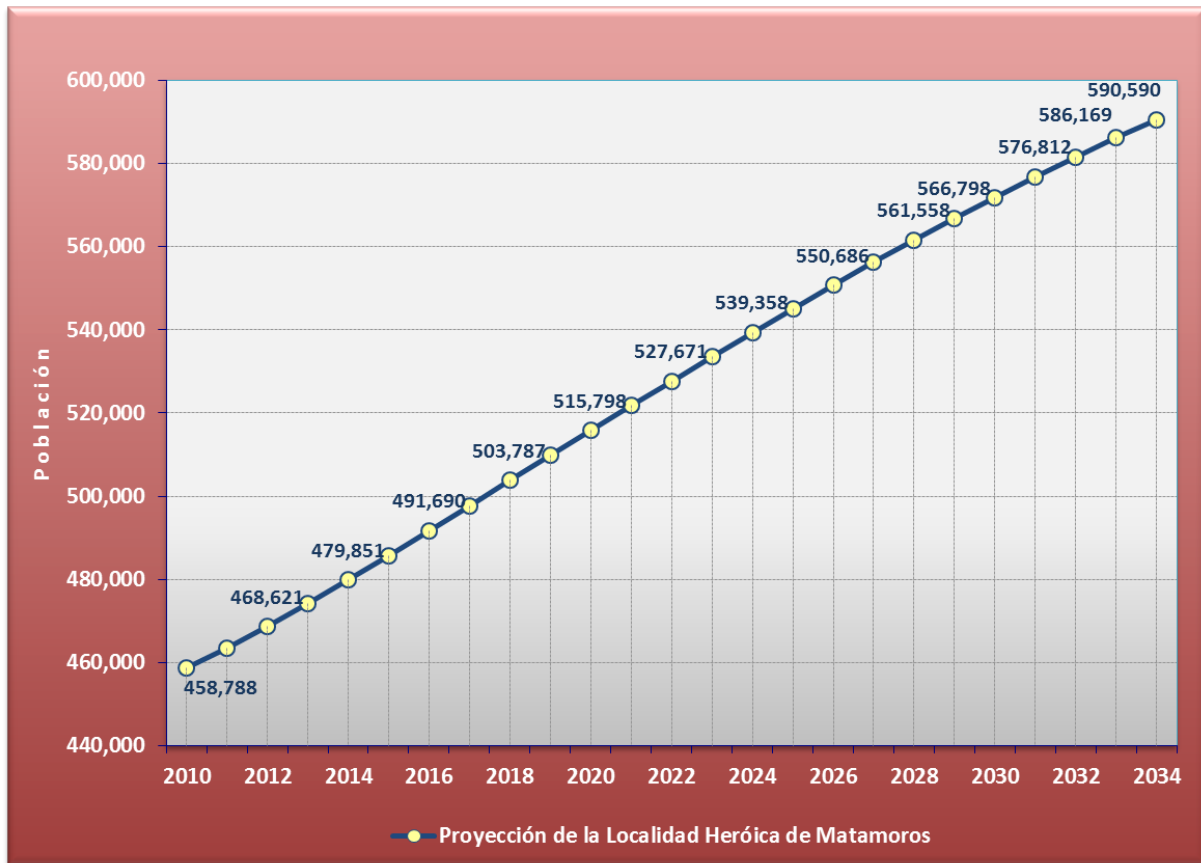


Figura 270. Proyección de población (2014-2034)

3.1.2. Proyección de la demanda

La demanda de agua potable depende fundamentalmente en tres variables, que son:

- Población demandante de agua potable, con y sin servicio formal de abastecimiento
- Consumos per-cápita de los diferentes usuarios del servicio y
- Perdidas físicas en el sistema de distribución



Para estas tres variables, es necesario establecer el posible comportamiento que tendrán durante el horizonte de planeación. A continuación se presenta la prospección de dichas variables.

Prospección de la población

El análisis efectuado para obtener la proyección de la población en el horizonte de planeación (2014–2034) para la población de Matamoros, se presentó en el apartado anterior.

La población al horizonte de planeación se calculó en **590,590 habitantes** con una tasa promedio anual de **1.04%**.

Por lo que toca al crecimiento de los usuarios no domésticos, se tiene que de acuerdo al registro del padrón de usuarios del Organismo Operador correspondiente al 2014, estos usuarios crecieron a una tasa del 0.4%. Para efectos del estudio se consideró para los usuarios no domésticos una tasa de crecimiento del 1.0% promedio anual, durante el horizonte de planeación.

Prospección de los consumos de los diferentes usuarios

En lo que respecta a los consumos per-cápita de los diferentes usuarios del servicio utilizados para el cálculo de la demanda actual de agua potable, es importante señalar que estos corresponden a los consumos facturados ajustados por los errores de precisión de los aparatos de medición, la incidencia en la toma de lecturas, los consumos no medidos autorizados (diferentes a los de cuota fija), el error de asignación de consumo a los usuarios de cuota fija y el clandestinaje.

De acuerdo a lo anterior se presenta en la siguiente tabla los consumos per-cápita de los usuarios domésticos utilizados en la proyección de la demanda actual.

Tabla 208. Consumos per-cápita domésticos (facturado ajustado)

Tipo de Usuario	Índice de hab./toma	Consumo facturado m ³ / toma/mes	Consumos unitario L/hab/día	Consumo facturado Ajustado m ³ / toma/mes	Consumos L/hab/día
Doméstico	3.32	23.6	234	18.2	180

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAD

Por otro lado, se tiene que aun ante un eventual ajuste en las tarifas del agua, el consumo pudiera reducirse (elasticidad de la demanda), sin embargo esto no es totalmente categórico, ya que bajo las siguientes circunstancias es cuestionable que se reduzca la demanda:

1. Ante consumos medios el costo total puede no ser significativo para el nivel de ingreso de los usuarios, y por lo tanto el cambio de precio puede que no afecte la demanda.
2. Por la insustituibilidad del bien, se asegura que ante un aumento en su precio no se verá afectada significativamente la demanda
3. Por la clase del bien del que se trata, el cual no es un lujo si no un bien necesario o de primera necesidad, los aumento de precio afectan menos la demanda
4. Por los hábitos que se tienen en el consumo del bien, los cuales no se cambian de manera repentina ya que es difícil cambiar los hábitos que se tienen en el consumo.



Por lo anterior, se considera conveniente mantener en el horizonte de planeación el nivel de consumo actual, independientemente de que se lleve o no un ajuste a las tarifas del servicio, sólo con la recomendación de que se implementen acciones que permitan que este sea medido correctamente (reducción de pérdidas comerciales), para ser facturado y cobrado eficientemente.

Para la prospección de los consumos no domésticos (usuarios comercial principalmente) se adoptó la misma premisa de mantener los consumos en el horizonte de planeación.

Prospección de Pérdidas físicas

De acuerdo con el análisis realizado, el volumen perdido por fugas es significativo y representa uno de los principales problemas y también uno de los más importantes retos para el Organismo Operador, por lo que se recomienda llevar a cabo acciones y obras de control e incremento de la eficiencia física.

Las acciones y obras deben estar contenidas en un programa de Control e Incremento de Eficiencia, las cuales están perfectamente identificadas y ordenadas para asegurar el éxito del programa, ya que existen acciones y obras denominadas de "control" que preparan y proveen las condiciones para que se lleven a cabo las obras con las cuales efectivamente si se recupera agua, mejorando así la capacidad del prestador del servicio en mantener el agua dentro del sistema y entregarla a los usuarios "incremento de eficiencia", requiriéndose de otras acciones de "control" que permitan mantener el nivel de fugas pretendido en el valor de la eficiencia de equilibrio económico (valor después del cual deja de ser rentable invertir en acciones para incrementar la eficiencia, ya que el costo de este tipo de acciones resulta superior al beneficio que generan).

La meta propuesta en este estudio, es que el Organismo Operador alcance una Eficiencia Física del **67.6%**, y un porcentaje de Agua No Contabilizada del **32.4%**, integrada esta última en pérdidas reales o físicas con un 27.8%, pérdidas aparentes con un 4.60%, lo que significa que el Organismo Operador debe reducir el nivel de pérdidas físicas que tiene actualmente, el cual es del 42.8%, en un 15% para llegar a un **27.8%**.

Dicha meta se propone alcanzar en un plazo de diez años, iniciando con acciones y obras de control de eficiencia y posteriormente acciones y obras de incremento de eficiencia, las cuales se relacionan en la siguiente tabla y en la siguiente figura se presenta un planteamiento de recuperación en puntos porcentuales durante los próximos diez años.

Tabla 209. Proyectos para incrementar y controlar la eficiencia física

Proyectos que incrementan la eficiencia física	Proyectos que controlan la eficiencia física
1. Localización y reparación de fugas en tomas domiciliarias.	1. Sectorización de la red de distribución.
	2. Formación de recursos humanos en eficiencia física.
2. Localización y reparación de fugas en cajas de válvulas.	3. Macromedición.
	4. Catastro de infraestructura hidráulica.
3. Localización y reparación de fugas en tuberías principales y secundarias y tanques.	5. Control operacional.
	6. Control de fugas (presiones).

La siguiente figura muestra el escenario propuesto para los próximos 10 años.

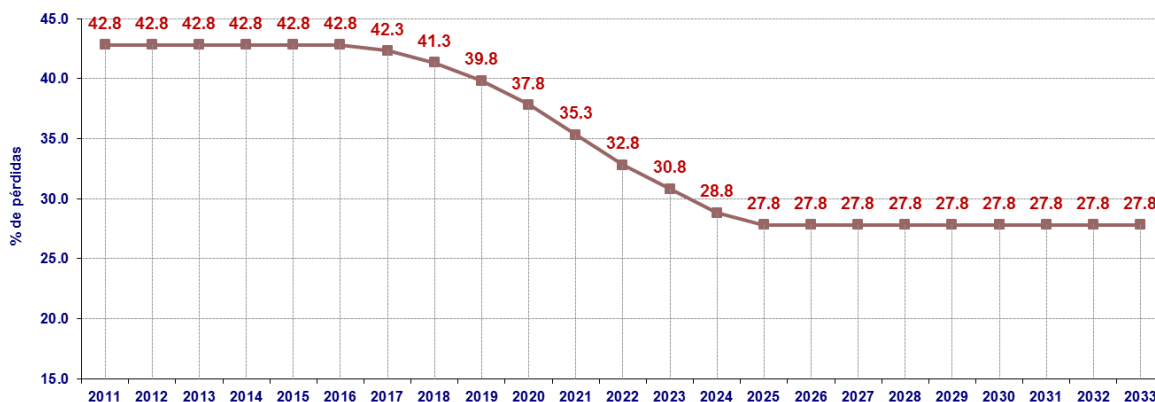


Figura 271. Propuesta de recuperación de pérdidas físicas (%)

Un eficiente programa de disminución de pérdidas, debe ser permanente y medible; esto significa que se deberá contar con las bases para poder establecer los controles adecuados para reducir las fugas y medir su evolución en el tiempo.

Prospección de la Demanda de Agua Potable

La demanda correspondiente al período de planeación 2014–2034, se calculó bajo las siguientes premisas:

- ✓ La población actual (2014) se estableció en 479,851 habitantes.
- ✓ La población al 2034 se estimó 590,590 habitantes, con una tasa promedio anual de 1.04%.
- ✓ El crecimiento de las unidades económicas (comercios e industrias) se estimó con una tasa promedio anual del 1.0%.
- ✓ Los consumos domésticos promedio se mantendrán a lo largo del período de planeación.
- ✓ El porcentaje de pérdidas reales o físicas se reducirán de un 42.8% a un 27.8% en diez años.

En las siguientes figuras se presenta la curva de demanda de agua, indicando en ella tres curvas: la curva de consumo sin pérdidas, la curva de demanda considerando mantener el nivel actual de eficiencia física (escenario tendencial) y la curva de demanda considerando la reducción del nivel de pérdidas físicas a través de la implementación de un programa de mejora de eficiencia (escenario sustentable). Asimismo se muestra la meta que se pretende alcanzar implementando el programa de mejoramiento de eficiencia, en cuanto a la dotación de agua promedio ponderada por habitante, incluyendo todos los usos.

En la siguiente tabla se presenta la información del número de habitantes, de usuarios no domésticos, del caudal consumido, perdido en fugas y demandado por quinquenio hasta el horizonte de planeación y en el Anexo 4 se presentan todos los cálculos que definen la demanda de agua potable por año.

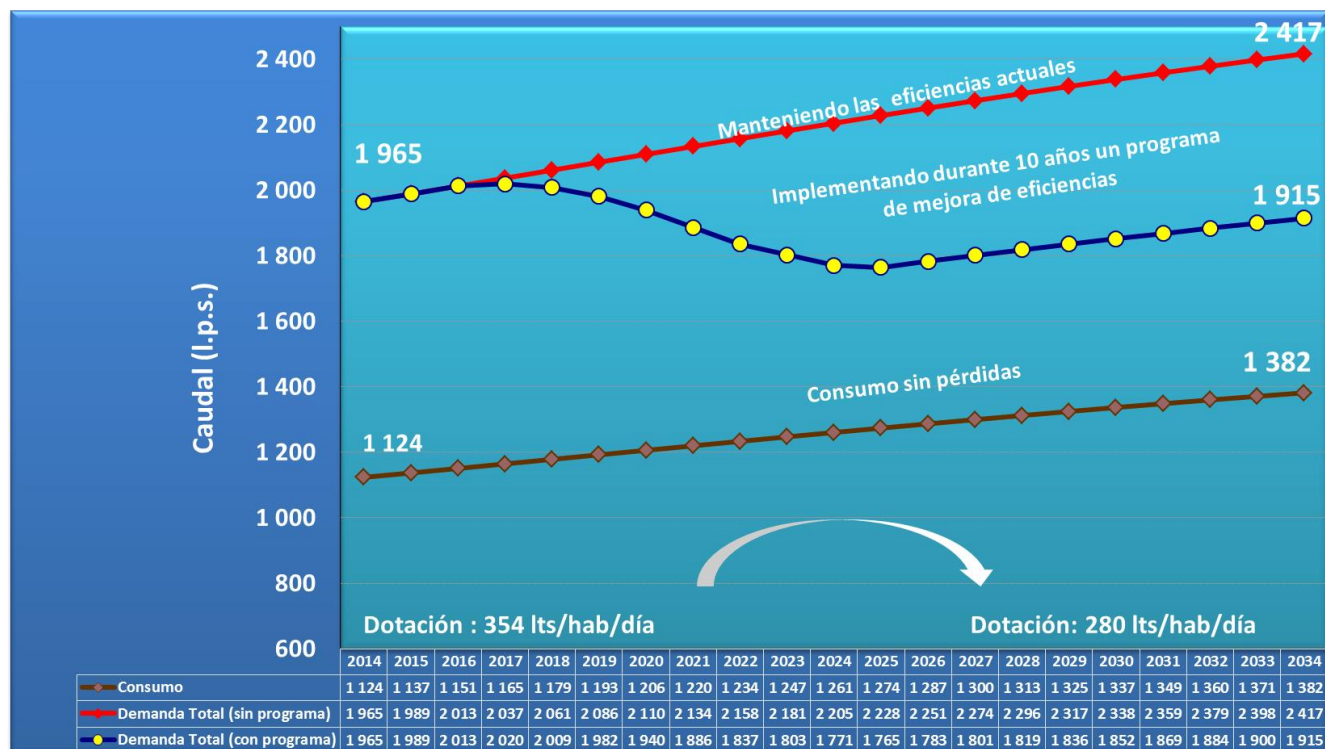


Figura 272. Proyección de la demanda promedio

Tabla 210. Proyección de la demanda de agua por quinquenios

Concepto	Unidad	2010	2014	2015	2020	2025	2030	2034
Población Total		458 788	479 851	485 722	515 798	545 075	571 884	590 590
Comercial		8 108	8 108	8 189	8 607	9 046	9 507	9 893
Servicio Público		449	449	454	477	501	527	548
Industrial		1 199	1 199	1 211	1 272	1 337	1 405	1 462
Total Unidades		9 756	9 756	9 853	10 356	10 884	11 439	11 904
Consumo Residencial	L	957.24	1001.18	1013.43	1076.18	1137.27	1193.21	1232.23
Consumo Comercio	L	58.14	58.14	58.72	61.72	64.87	68.18	70.94
Consumo Servicios Públicos	L	11.80	11.80	11.92	12.52	13.16	13.83	14.40
Consumo Industrial	L	52.68	52.68	53.21	55.93	58.78	61.78	64.29
Consumo	L	1 080	1 124	1 137	1 206	1 274	1 337	1 382
% Pérdidas (programa)	42.8%	42.8%	42.8%	42.8%	37.8%	27.8%	27.8%	27.8%
Volumen de pérdidas con programa		809	842	852	734	491	515	533
Demanda Residencial	L	1 674	1 751	1 772	1 731	1 576	1 653	1 707
Demanda Comercio	L	102	102	103	99	90	94	98
Demanda Servicios Públicos	L	21	21	21	20	18	19	20
Demanda Industrial	L	92	92	93	90	81	86	89
Demanda Total (con programa)	L	1 889	1 965	1 989	1 940	1 765	1 852	1 915

En la figura anterior que corresponde a la gráfica de demanda se observa que para el 2014 la demanda de agua es de 1,965 L/s.



Por otro lado, la figura evidencia que de no llevarse a cabo las acciones y obras que permitan mejorar el nivel de eficiencia con el que opera el Organismo Operador abatiendo el porcentaje de pérdidas físicas, será necesario incorporar fuentes adicionales de abastecimiento para el mediano y largo plazo que sumen en total un caudal de 452 L/s a diferencia de los -50 L/s que se requerirían al 2034 si se lleva a cabo el programa de mejora de eficiencia (escenario sustentable).

Por lo anterior, resulta recomendable dirigir los planes y programas al control y recuperación de las pérdidas físicas (Programa de Mejora de Eficiencias), que permitan a corto plazo entregarle un mayor volumen de agua a los usuarios mismo que incrementaría la facturación, así como a mediano y largo plazo diferir y reducir los requerimientos de inversión para nuevas fuentes de abastecimiento de agua potenciales o alternas.

Las fuentes adicionales de abastecimiento deberán incorporarse en el momento que se requieran para evitar que se presente durante el periodo de planeación un déficit de agua.

En la siguiente figura se presenta una propuesta de manejo de la oferta de agua dentro del horizonte de planeación, con el objeto de cubrir en todos los años la demanda de agua potable de la ciudad de Matamoros.

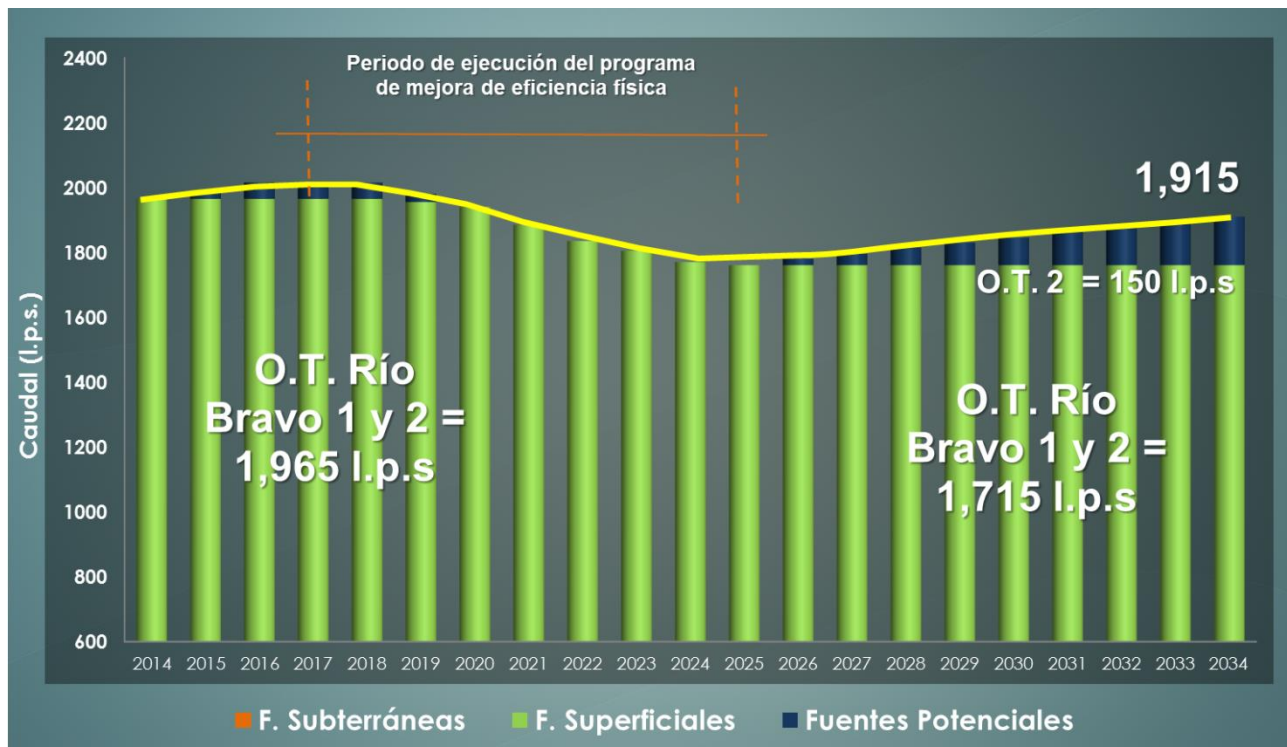


Figura 273. Proyección de la oferta de agua para Matamoros

Como se observa en la figura anterior se propone incrementar la oferta incorporando en el periodo 2015-2016, con nuevas fuentes de abastecimiento por un caudal de 50 L/s para alcanzar un total de 2,015 L/s y posteriormente ir reduciendo la oferta en el periodo del 2019 – 2025 en 250 L/s para llegar a cubrir la demanda de 1,765 L/s y a partir del 2026 volver a incrementar la oferta paulatinamente en 150 L/s hasta



alcanzar un caudal suministrado de 1,915 L/s. Lo anterior se plantea dentro del escenario donde la mejora de eficiencia física sea la prioridad del Organismo Operador.

Por lo que toca a la proyección de las aportaciones de aguas residuales sin considerar la incorporación al sistema de drenaje los volúmenes de aguas pluviales o de infiltración del subsuelo, el cálculo de las aportaciones de aguas residuales de la ciudad de Matamoros, se realizó a partir del cálculo de la demanda de agua potable, empleando dos criterios de aporte para la obtención de dichas aportaciones, los cuales son:

3. Considerando que el agua residual que se genera corresponde al 80% de la demanda de agua potable incluyendo las pérdidas físicas, en donde se estima que el restante 20% no llega a las alcantarillas por que se evapora (propuesto en los MAPAS de la CONAGUA) y...
4. Considerando que el agua residual que se genera corresponde al 100% del consumo de agua sin pérdidas físicas, ya que las fugas pueden o no filtrarse al drenaje o quedarse en el subsuelo (propuesto por la CONAGUA)

Bajo estos dos criterios se calculó el caudal aportado por la población asentada en la ciudad de Matamoros. En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos del cálculo de aportaciones.

Para mayor detalle de la información de proyección de la demanda y las aportaciones, consultar el anexo 4.

Tabla 211. Aportaciones de aguas residuales bajo dos criterios de calculo

Unidad	Consumo de agua potable promedio anual (2014)	Aportación de aguas residuales promedio Anual 80% de la Demanda (2014)	Aportación de aguas residuales promedio Anual 100% del Consumo (2014)
Hm ³	35.4	49.6	35.4
L/s	1,124	1,572	1,124

Como puede observarse en la tabla anterior el cálculo del caudal aportado bajo el criterio de que la aportación de las aguas residuales corresponde al 100% del consumo de agua potable sin pérdidas físicas resultó de **1,124 L/s**, a diferencia de los **1,572 L/s** que resultó de considerar la aportación de las aguas residuales como el 80% de la demanda de agua potable que incluye las pérdidas físicas.

La política actual de la CONAGUA debido a que hay un enorme número de PTAR sin operar o estas están muy excedidas en su capacidad comparándolo con el caudal que están tratando, han establecido la imperante necesidad de economizar en los costos destinados al incremento de cobertura de saneamiento en el país, debiéndose de construir PTAR acordes a las aportaciones reales de las poblaciones asentadas en las ciudades.

Por lo anterior, y con la finalidad de ser más objetivos en las determinaciones de las capacidades de proyecto de las PTAR, en este estudio se adoptó para el cálculo de las aportaciones de aguas residuales el criterio que considera que el agua residual que se genera es similar al 100% del consumo de agua potable sin pérdidas físicas. De esta manera, se tiene que la aportación calculada en la ciudad de Matamoros, para el año 2014 es de **1,124 L/s**, y para el año 2034 será de **1,382 L/s**, como se muestra en la siguiente figura y tabla:

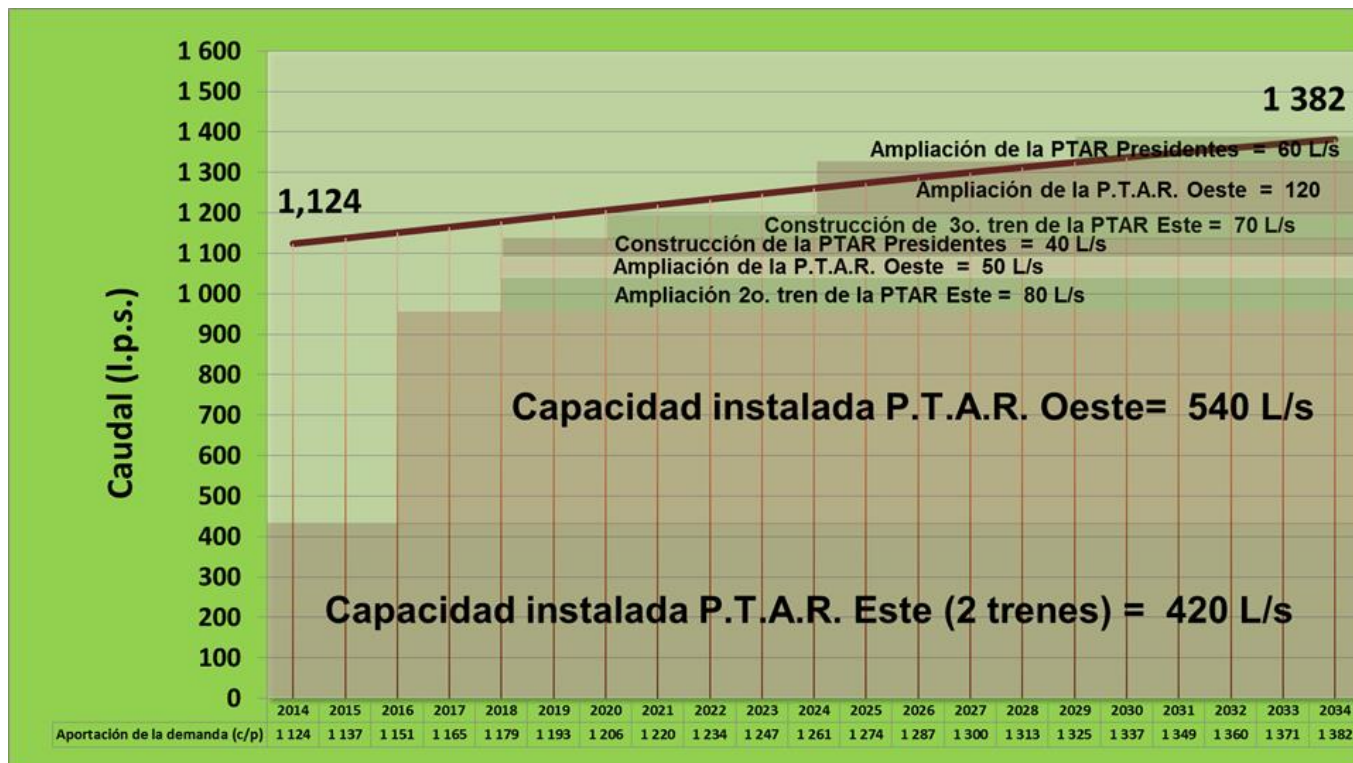


Figura 274. Proyección de Aportaciones de Aguas Residuales de Matamoros

Tabla 212. Aportaciones de aguas residuales por quinquenios

Concepto	2010	2014	2015	2020	2025	2030	2034
Aportación del consumo	1 080	1 124	1 137	1 206	1 274	1 337	1 382
Aportación Total (Mm ³)	34.1	35.4	35.9	38.0	40.2	42.2	43.6

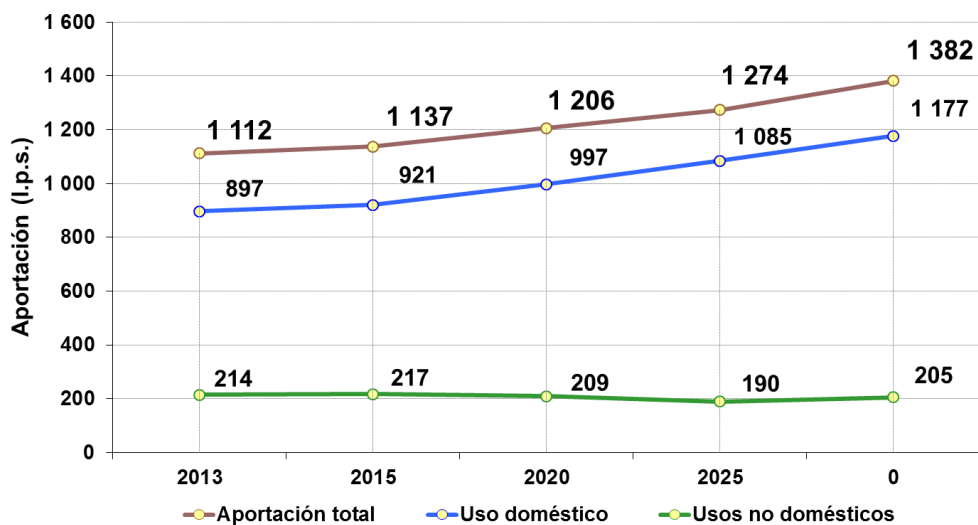


Figura 275. Aportaciones de aguas residuales por tipo de usuario por quinquenio



3.2. Planteamiento de Alternativas para satisfacer el incremento de la demanda de los servicios

3.2.1. Agua Potable

3.2.1.1 Analizar el Sistema de Agua Potable para condiciones futuras

Una vez que se han identificado los problemas que presenta la condición actual de la operación del sistema de distribución de agua de la ciudad de Matamoros. Bombeos directos a red, falta de sectorización efectiva en la distribución, falta de un sistema que lleve directamente el agua a depósitos desde donde puede tenerse un prorrateo de agua más eficiente y con presiones más adecuadas, que por un lado no sean excesivas, porque las presiones altas incrementan también las pérdidas debido a la naturaleza de las fugas, y por otro lado elevar la presión en aquellas zonas en donde actualmente se tienen presiones muy bajas.

Junto con la mejora en el manejo de las presiones en el sistema, debe buscarse también el objetivo de simplificar la operación de las plantas de bombeo y evitar en lo posible la inyección directa a red, así como disminuir el número de plantas de bombeo y rebombeo que se tienen sembradas en toda la ciudad. Esto traerá como beneficio adicional, un ahorro en el consumo energético.

3.2.1.2 Identificación de Alternativas a las condiciones existentes y futuras del Sistema de Agua Potable

Para mejorar las condiciones de operación, se analizaron 2 alternativas a Corto y Mediano Plazo y 2 alternativas a Largo Plazo, que se evaluaron de forma independiente y con las que se pretende distribuir el agua en toda la ciudad de forma equitativa y eficiente, uniformizando las presiones en el sistema y al mismo tiempo reduciendo el número de estaciones de bombeo, buscando simplificar la operación de la red de distribución, lo que sin duda mejorara la calidad en el servicio que se entrega a los usuarios del sistema de abastecimiento.

A continuación se presentan y se describen las alternativas de solución propuestas en este estudio, las cuales fueron puestas a consideración de la COCEF, el NADBANK, la JAD y la CONAGUA, no participando el IMPLAN de Matamoros en las reuniones de trabajo; con la finalidad de consensuarlas y evaluarlas a partir de los datos técnicos y económicos de cada una de ellas.

Tabla 213. Alternativas para mejorar el sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Matamoros

Alternativa No. 1	Alternativa No. 2
1.- Construcción de una nueva potabilizadora o reingeniería de la Potabilizadora No. 2 para 950 L/s	1.- Construcción de una nueva potabilizadora o reingeniería de la Potabilizadora No. 2 para 950 L/s
2.- Concluir la construcción del segundo módulo de la Planta Potabilizadora No. 1	2.- Concluir la construcción del segundo módulo de la Planta Potabilizadora No. 1
3.- Rehabilitar el primer módulo de la Pot. No. 1	3.- Rehabilitar el primer módulo de la Pot. No. 1
4.- Ampliar la obra de toma No. 2 y construir una nueva Planta Potabilizadora denominada No. 3 de 340 L/s., para cubrir la demanda de la zona Oriente y Suroriente.	4.- Reducir la extracción del agua a una sola OT y la producción a dos plantas potabilizadoras (No. 1 y 2), sacando de operación las P.P. Paquetes.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Alternativa No. 1	Alternativa No. 2
5.- Sacar de operación la Planta Paq. 1 y 2	5.- Construir un acuaférico a partir de la potabilizadora No. 1 para entregar el agua a macrotanques (existentes y de proyecto).
6.- Construir un acuaférico que una las potabilizadoras No. 2 y 3, entregando el agua a macrotanques y tanques (existentes y de proyecto)	6.- Reforzar la zona Sur oriente con líneas de conducción
7.- Construir líneas de alimentación de los nuevos tanques y de los existentes para abastecer a la red	7.- Construir líneas de alimentación de los nuevos tanques y de los existentes para abastecer a la red
8.- Construir 3 macrotanques, 4 tanques y ampliar y rehabilitar 2 tanques.	8.- Construir 3 macrotanques, 4 tanques y ampliar y rehabilitar 2 tanques.
9.- Cancelar derivaciones sobre líneas de conducción e instalar válvulas sostenedoras de presión en las derivaciones en ruta.	9.- Cancelar derivaciones sobre líneas de conducción e instalar válvulas sostenedoras de presión en las derivaciones en ruta.
10.- Implementar la sectorización y los distritos hidrométricos para llevar a cabo el Proyecto de Eficiencia Integral (física, hidráulica y energética)	10.- Implementar la sectorización y los distritos hidrométricos para llevar a cabo el Proyecto de Eficiencia Integral (física, hidráulica y energética)
11.- Ampliar la cobertura del sistema de agua potable	11.- Ampliar la cobertura del sistema de agua potable

Alternativa No. 1

La alternativa No. 1 da solución a los diferentes problemas y deficiencias operativas que se tienen en el sistema de abastecimiento y distribución del agua en la ciudad de Matamoros por parte de la JAD. Esta Alternativa contempla la construcción de obras en los diferentes componentes del sistema tal y como se describen a continuación:

Obra de toma.- Se plantea la construcción de una nueva obra de toma en el lugar donde se encuentra la obra de toma No. 2, con una capacidad de extracción de agua mayor (350 L/s).

Plantas Potabilizadoras.- Se requiere de llevar a cabo una reingeniería de la Planta Potabilizadora No. 2 o la construcción de una nueva potabilizadora con una capacidad de 1,000 L/s; conclusión del segundo módulo de la planta potabilizadora No. 1 con una capacidad de 250 L/s y la construcción de una nueva planta potabilizadora localizada en el predio donde se encuentra actualmente la Planta Potabilizadora Paquete No. 2, para potabilizar el agua que se extraiga de la nueva obra de toma, con una capacidad de 340 L/s. Con estas tres plantas se cubrirá la demanda de agua de la ciudad de Matamoros, por lo que habrá que sacar de operación las plantas potabilizadoras paquete No. 1 y No. 2.

Acueducto de agua cruda.- Se necesita de la construcción de un acueducto de agua cruda de la nueva obra de toma No. 2 a la nueva planta potabilizadora No. 3 con una longitud de 0.18 Km, para conducir 340 L/s a dicha planta.



Acuaférico.- Se requiere de la construcción de un acuaférico que interconecte las plantas potabilizadoras No. 2 y 3, entregando agua en ruta a los tanques y macrotanques existentes y de proyecto y un acuaférico para mandar agua de la planta potabilizadora No. 1 al tanque No. 1, dichos acuaféricos se plantean estén integrados por 5.2 Km de tuberías existentes y 14.18 Km de tuberías nuevas.

Tanques de regulación.- Con la finalidad de que el sistema funcione de manera equitativa y con presiones en la red reguladas a partir de tanques es necesario la construcción de 3 macrotanque, 4 tanques con una capacidad global de 21,000 m³ y la ampliación o sustitución de 2 tanques (Tanque No. 1 y tanque Urquizas) para una capacidad global de estos dos últimos de 6,100 m³. Los tanques deberán tener una altura a la plantilla de 20 a 25 m de altura, no existiendo problema alguno por la altura de los tanques ya que Matamoros se encuentra en una zona de muy baja sismicidad.

Líneas de conducción, interconexión y alimentación.- se requiere de un sistema de líneas principales para el manejo del agua hacia los tanques de regulación y abastecimiento, integrado por 27.7 Km de tuberías existentes y 16.3 Km de nuevas tuberías.

Plantas de Bombeo.- Al distribuir el agua a partir de los tanques con elevaciones que permitan tener presiones adecuadas en la red, ya no serán necesarias las plantas de bombeo locales por lo que habrá que sacar de operación a la gran mayoría de las plantas de bombeo, dejando exclusivamente las plantas de bombeo de los tanques de agua clara, incluyendo la nueva de la potabilizadora No. 1 de 5,000 m³ de capacidad.

Cruceros de control.- Para la macrosectorización y manejo del agua se plantea la instalación de 161 válvulas de seccionamiento y 6 sostenedoras de presión.

Incremento de eficiencia.- Es indispensable y urgente llevar a cabo las acciones de control de eficiencia a través de la sectorización de la red en macrosectores y distritos hidrométricos, para posteriormente continuar con las acciones de incremento de eficiencia a partir de los trabajos de detección y reparación de fugas y sustitución de tuberías con alta incidencia de fallas, así como la implementación de programas para mantener la eficiencia con mediciones globales de consumo – priorización de acciones - medición de resultados.

Red de distribución.- se requiere ampliar la red de distribución en colonias que carecen del servicio, lo que implica la construcción de aproximadamente 20 Km de red secundaria.

Alternativa No. 2

La alternativa No. 2 igualmente da solución a los diferentes problemas y deficiencias operativas que se tienen en el sistema de abastecimiento y distribución del agua en la ciudad de Matamoros por parte de la JAD. Esta Alternativa contempla la construcción de obras en los diferentes componentes del sistema tal y como se describen a continuación:

Obra de toma.- Se plantea cancelar la obra de toma No. 2 y solo operar el sistema a partir de la obra de toma No. 1 con un caudal de extracción de 1,965 L/s para el corto y mediano plazo y de 1,913 para el largo plazo.



Plantas Potabilizadoras.- Se requiere de llevar a cabo una reingeniería de la Planta Potabilizadora No. 2 o la construcción de una nueva potabilizadora con una capacidad de 1,100 L/s; conclusión del segundo módulo de la planta potabilizadora No. 1 con una capacidad de 250 L/s, para llegar a un total de 950 L/s. Con estas dos plantas se cubrirá la demanda de agua de la ciudad de Matamoros a corto, mediano y largo plazo, por lo que habrá que sacar de operación las plantas potabilizadoras paquete No. 1 y No. 2.

Acuaférico.- Se requiere de la construcción de un acuaférico a partir de la Planta potabilizadora No. 1 que entregue agua en ruta a los tanques y macrotanques existentes y de proyecto y un acuaférico para mandar agua de la planta potabilizadora No. 2 a los tanques No. 3 y Presidentes y Brisas del Valle, dichos acuaférico se plantean estén integrados por 26.4 Km de tuberías existentes y 21.4 Km de tuberías nuevas.

Tanques de regulación.- Con la finalidad de que el sistema funcione de manera equitativa y con presiones en la red reguladas a partir de tanques es necesario la construcción de 3 macrotanque, 4 tanques con una capacidad global de 21,000 m³ y la ampliación o sustitución de 2 tanques (Tanque No. 1 y tanque Urquizas) para una capacidad global de estos dos últimos de 6,100 m³. Los tanques deberán tener una elevación de su plantilla con respecto al nivel del terreno natural de 20 a 25 m de altura, no existiendo problema alguno por la altura de los tanques ya que Matamoros se encuentra en una zona de muy baja sismicidad.

Líneas de conducción, interconexión y alimentación.- se requiere de un sistema de líneas principales para el manejo del agua hacia los tanques de regulación y abastecimiento, integrado por 18.5 Km de tuberías existentes y 16.3 Km de nuevas tuberías.

Plantas de Bombeo.- Al distribuir el agua a partir de los tanques con elevaciones que permitan tener presiones adecuadas en la red, ya no serán necesarias las plantas de bombeo locales por lo que habrá que sacar de operación a la gran mayoría de las plantas de bombeo, dejando exclusivamente las plantas de bombeo de los tanques de agua clara, incluyendo la nueva de la potabilizadora No. 1 de 5,000 m³ de capacidad.

Cruceros de control.- Para la macrosectorización y manejo del agua se plantea la instalación de 140 válvulas de seccionamiento y 7 sostenedoras de presión.

Incremento de eficiencia.- Es indispensable y urgente llevar a cabo las acciones de control de eficiencia a través de la sectorización de la red en macrosectores y distritos hidrométricos, para posteriormente continuar con las acciones de incremento de eficiencia a partir de los trabajos de detección y reparación de fugas y sustitución de tuberías con alta incidencia de fallas, así como la implementación de programas para mantener la eficiencia con mediciones globales de consumo – priorización de acciones - medición de resultados.

Red de distribución.- se requiere ampliar la red de distribución en colonias que carecen del servicio, lo que implica la construcción de aproximadamente 20 Km de red secundaria.

En las siguientes figuras se presentan los planos de las alternativas con la división por zonas de influencia de las plantas potabilizadoras y los tanques existentes y de proyecto.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

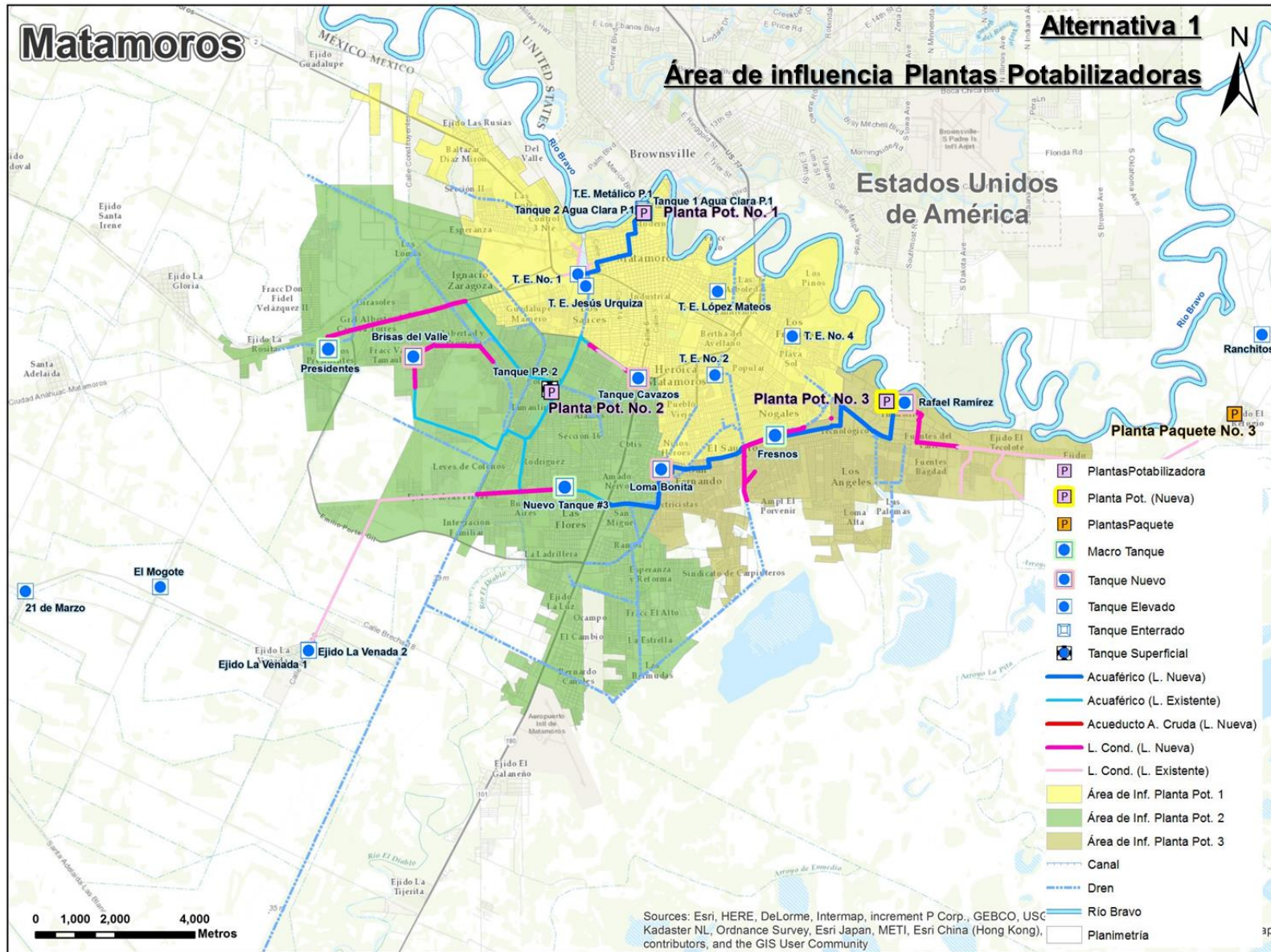


Figura 276. Área de Influencia de las Plantas Potabilizadoras de la Alternativa 1



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

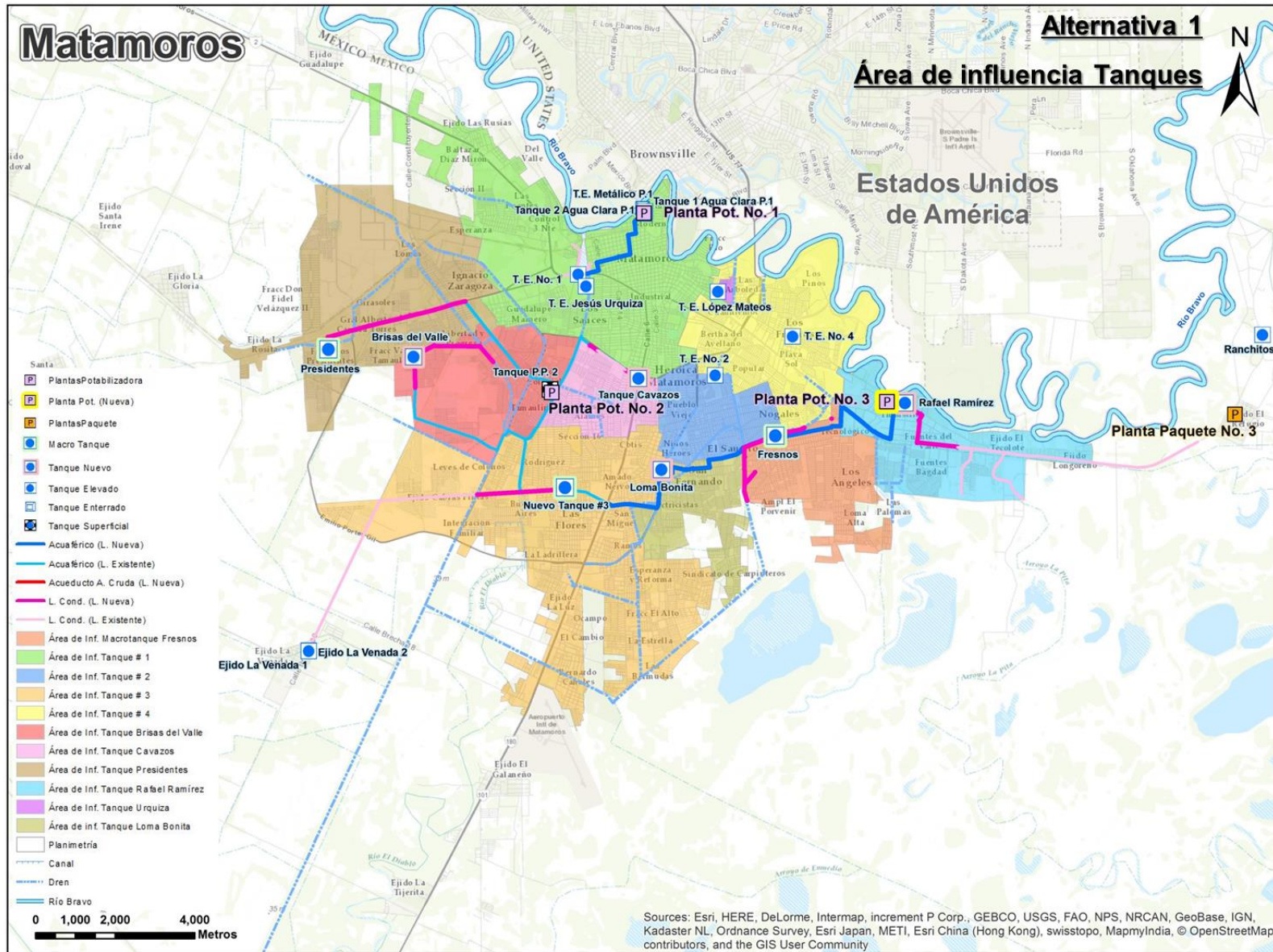


Figura 277. Área de Influencia de Tanques de la Alternativa 1



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

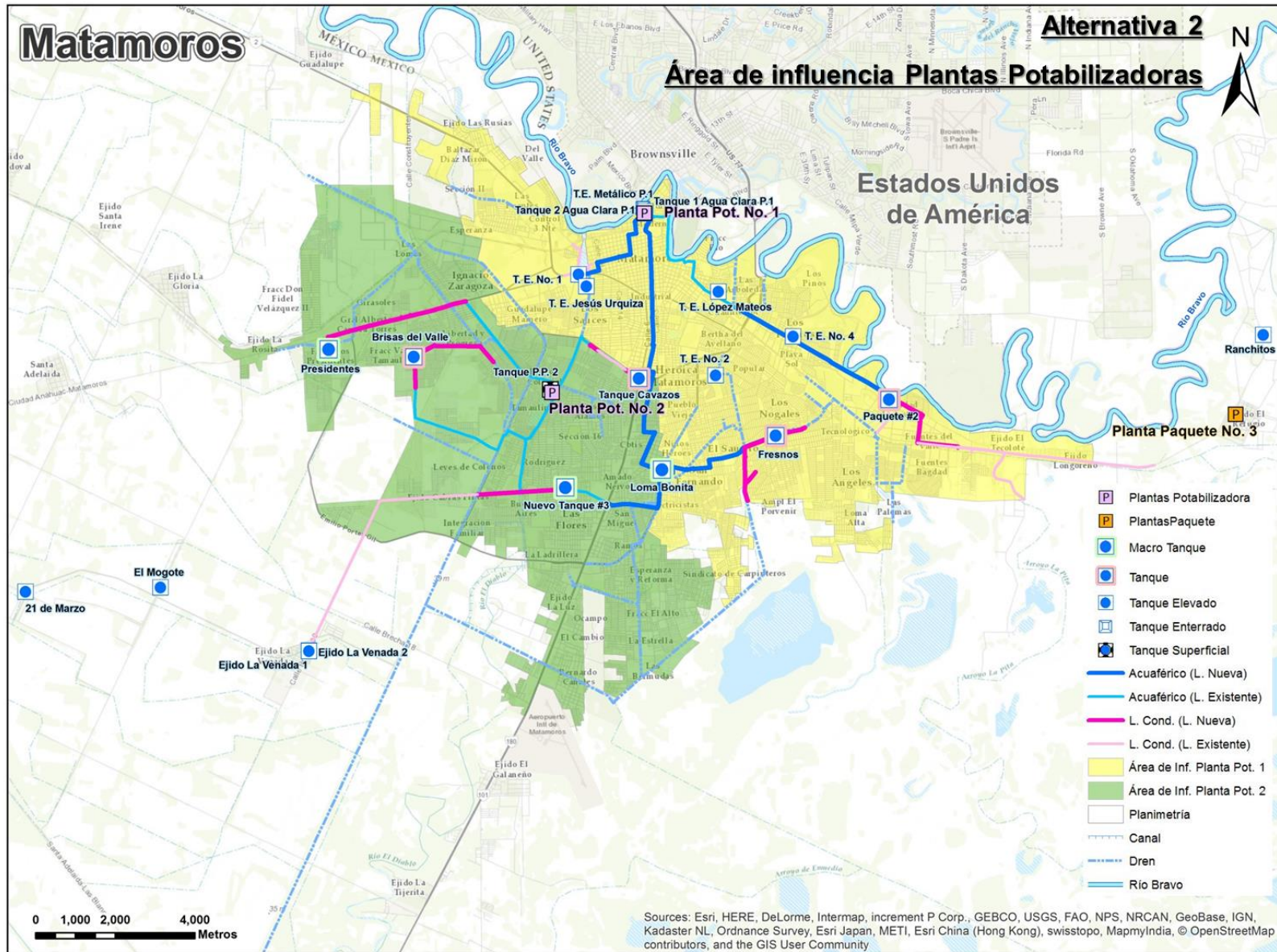


Figura 278. Área de Influencia de Plantas Potabilizadoras Alternativa 2



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

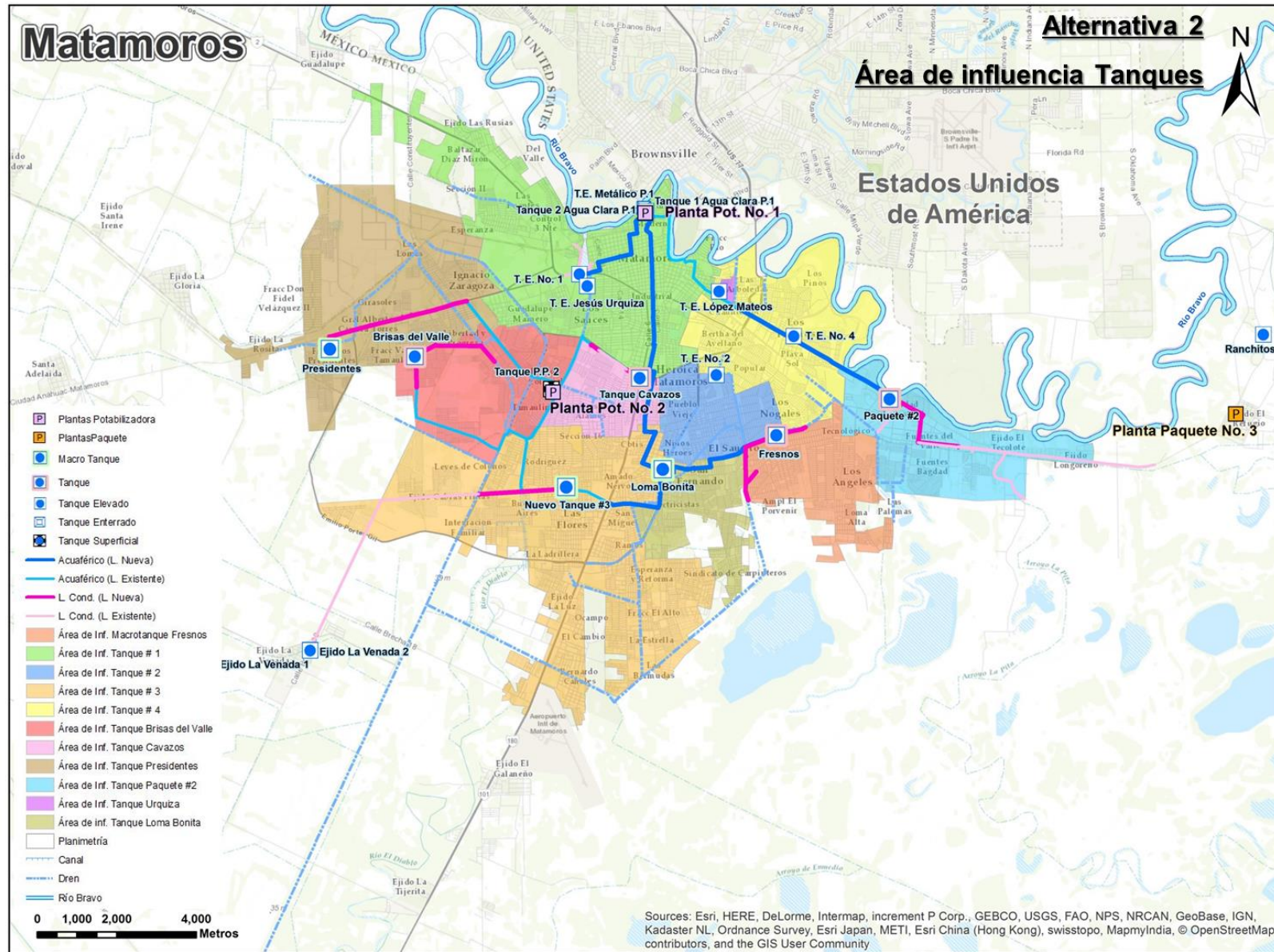


Figura 279. Área de Influencia de Tanques Alternativa 2



Las dos alternativas de solución, tanto para Corto y Mediano Plazo, como para Largo Plazo, contemplan la incorporación de 7 tanques de almacenamientos nuevos, ubicados estratégicamente de este a oeste, en la parte meridional de la ciudad, con excepción del tanque Cavazos, que se localiza en una zona central de la mancha urbana.

Para mayor detalle de la información de las alternativas de agua potable y modelación en condiciones futuras, consultar los anexos 6 y 15.

Alternativa 1 a corto y mediano plazo

Para la alternativa 1 se propone la construcción de 7 tanques de almacenamiento y aprovechar los tanques existentes 1, 2, 4 y López Mateos, para con estos 11 tanques, crear 11 zonas o sectores de distribución.

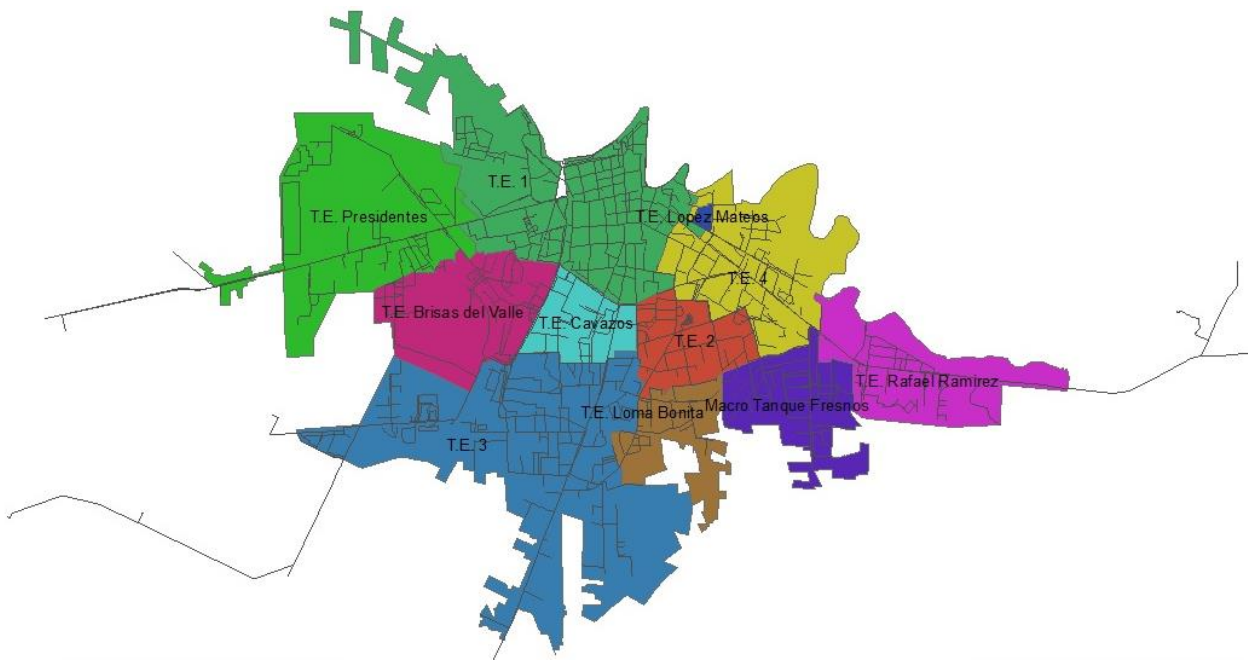


Figura 280. Sectores de distribución en Alternativa 1.

Adicional a los tanques, se está proponiendo la creación de una planta potabilizadora nueva, que será abastecida desde la obra de toma 2. En la planta potabilizadora nueva, se tendrá una planta de bombeo, desde donde se tienen 2 líneas de conducción, una hacia el tanque Rafael Ramírez y otra hacia el tanque Fresnos. Esta última da nacimiento al acuaférico, que consiste en líneas de conducción que conectan los tanques Fresnos, Loma Bonita y Tanque Nuevo # 3.

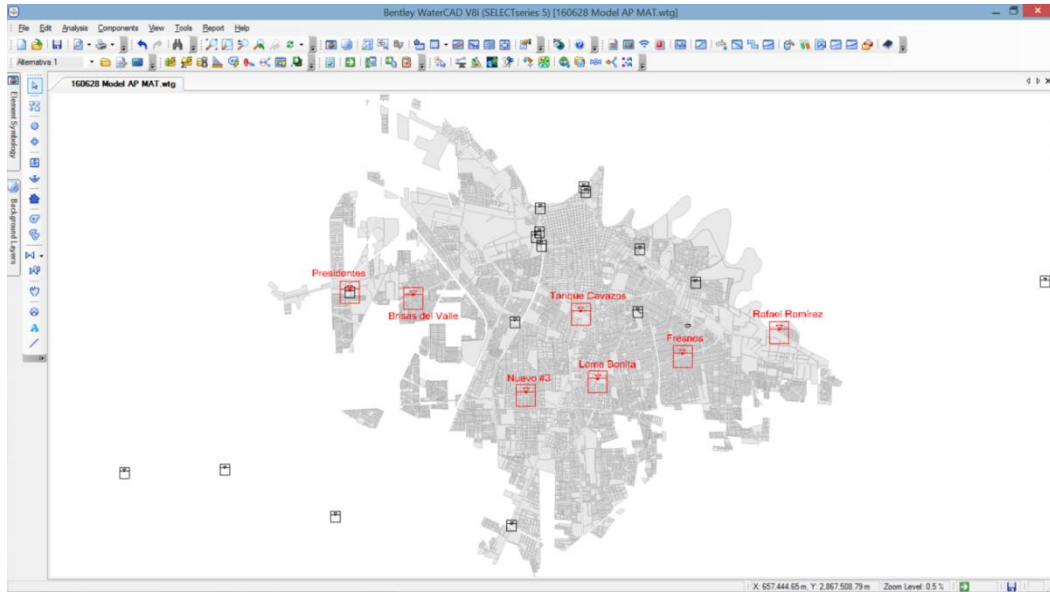


Figura 281. Tanques nuevos propuestos en Alternativa 1.

A continuación se hace una descripción de la operación del sistema completo considerando estos 11 sectores de distribución. Se comenzará con los primeros 4 tanques existentes: Tanque #1, Tanque #4, Tanque #2 y Tanque López Mateos.

Sector del Tanque #1.

El sector de distribución del Tanque #1 tiene una demanda máxima horaria de 790.56 L/s, y cuenta con una superficie aproximada de 4,200 ha. El tanque tiene una altura de 10 m del piso a la base del depósito más 7 metros de altura de almacenamiento, con lo que la presión al piso son aproximadamente 17 metros de columna de agua (mca).

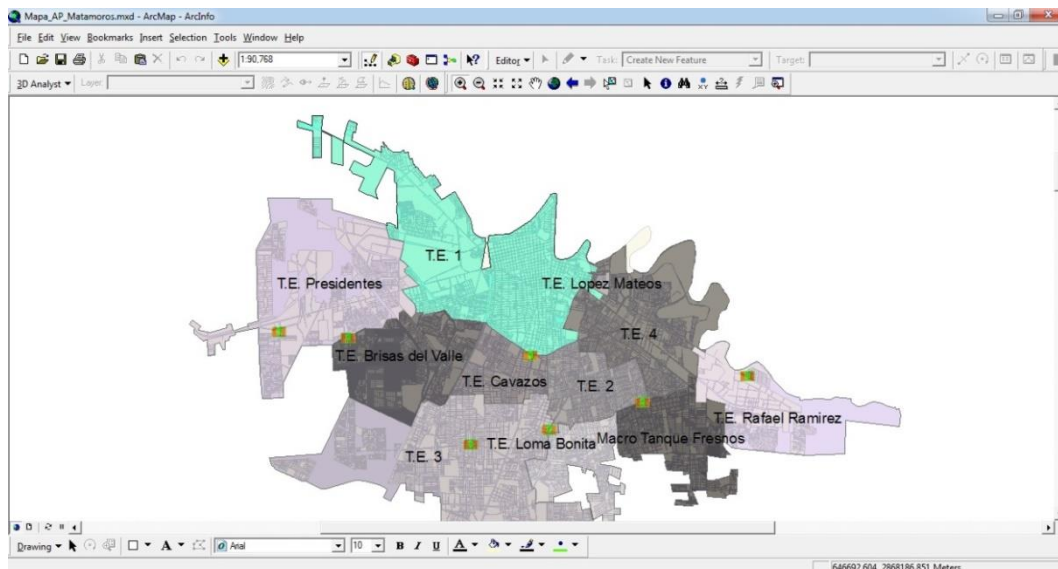


Figura 282. Sector de distribución del Tanque #1.



Línea de conducción al Tanque #1.

El Tanque #1 será suministrado desde la Planta Potabilizadora #1, para lo cual se tendrá que equipar el tanque de agua clara y contar con una planta de bombeo y una línea de conducción de 30" de diámetro, con una longitud de aproximadamente 3,087 m. El gasto máximo diario con el que se propone esta línea de conducción es de 510 L/s. Para seleccionar el equipo de bombeo se generó en primera instancia la curva del sistema, que se muestra en la siguiente figura.

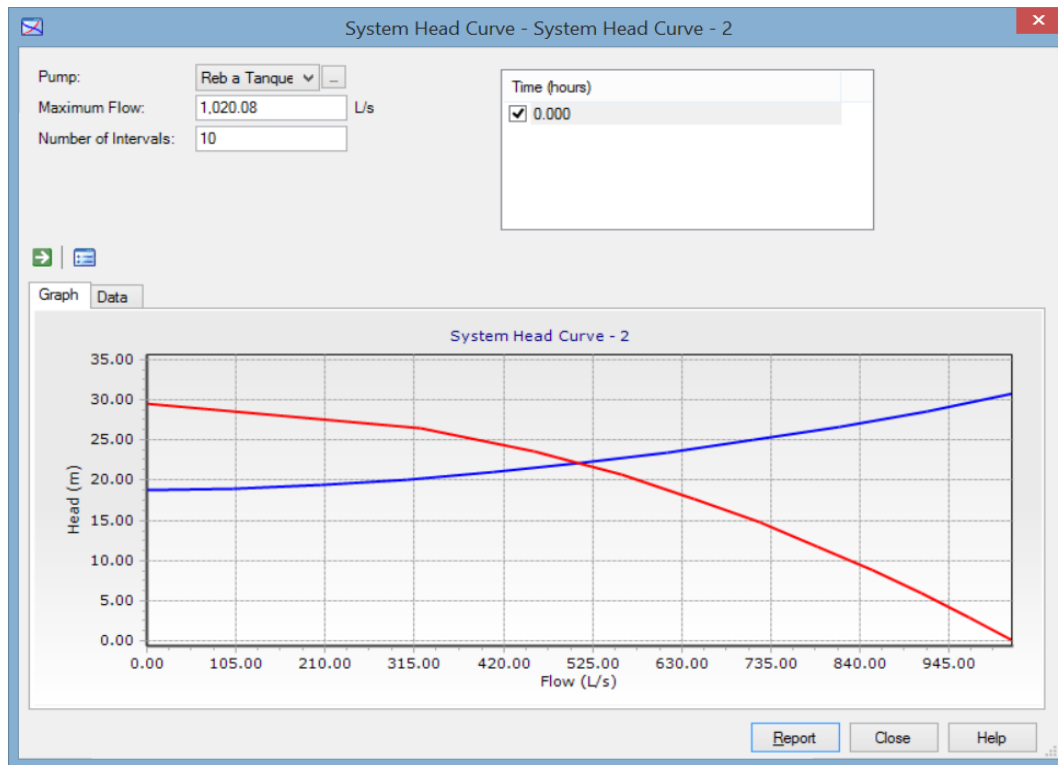


Figura 283. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque # 1.

En la figura anterior puede observarse la curva del sistema, en forma ascendente, pues entre más caudal se hace circular por el sistema, mayores son las pérdidas de energía que se generan. En el mismo gráfico se observa la curva de la bomba y el punto de cruce con la curva del sistema es en el punto donde se tiene el gasto de diseño, que corresponde a los 510 L/s de gasto máximo diario, mientras que la carga de diseño, $H=22.12$ m. Para las propuestas de equipos de bombeo nuevos se estará usando una eficiencia del 70%, por lo tanto, para calcular la potencia del equipo de bombeo, se tiene la fórmula:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 158.098 \text{ kW} = 212 \text{ HP}$$

Donde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2



Q = Gasto de diseño, 510 L/s

H = 22.12 m

η = 70 %

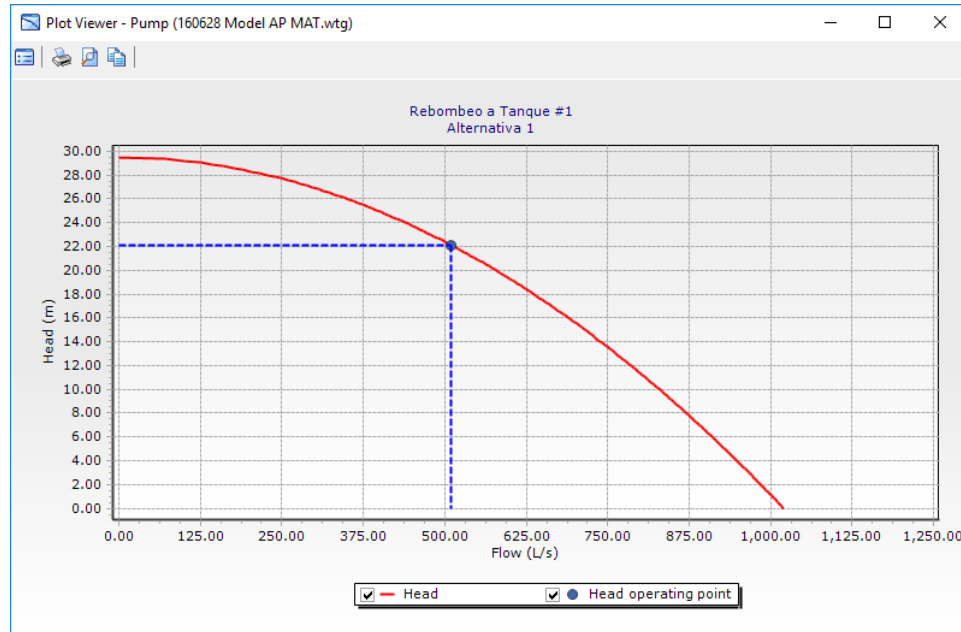


Figura 284. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque # 1.

La línea de conducción de 3,087 m de longitud y 30" de diámetro, al conducir el caudal de diseño, presenta una velocidad de 1.12 m/s y un gradiente de pérdidas de 1.1 m/km, con lo que al final del recorrido se generan 3.30 m de pérdidas de energía por fricción.

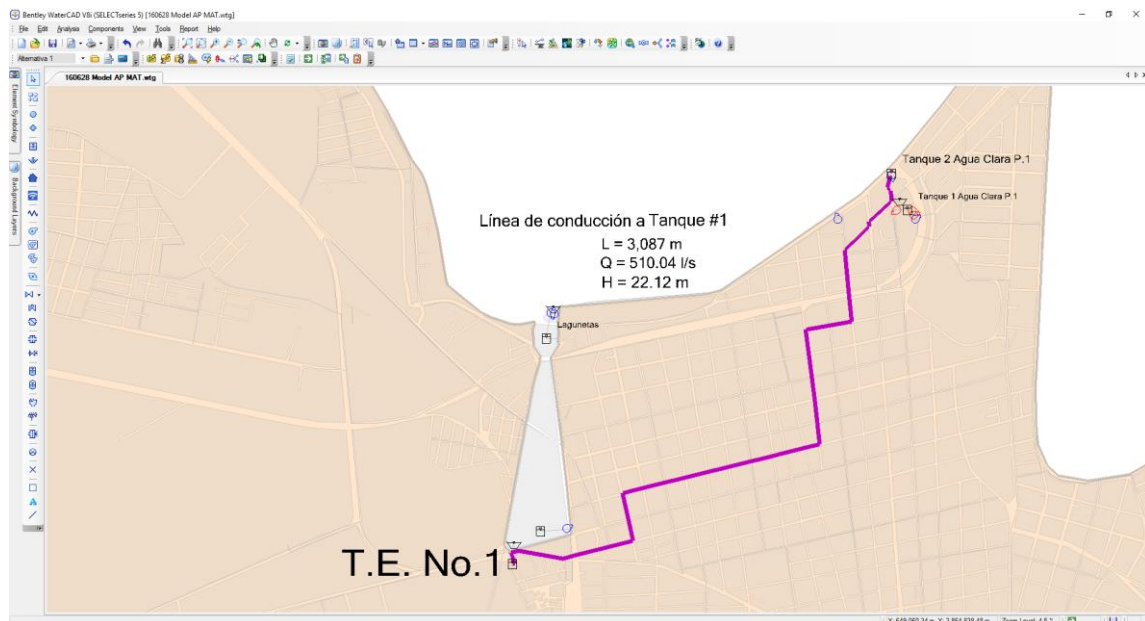


Figura 285. Línea de conducción al Tanque # 1.



Red de distribución del Tanque #1.

La red de distribución del Tanque #1 tendrá una línea de servicio exclusiva a la zona industrial de la empresa Proteínas básicas, y para este fin se propone una línea nueva de PVC de 6" de diámetro y 68 m de longitud que se conectará con la línea existente del mismo diámetro desde donde actualmente se abastece esta empresa. En la siguiente figura se muestra el detalle de esta conexión, en la que será necesario cerrar la válvula de corte en el lado que viene de la fuente actual de Proteínas Básicas, que es el lado de la laguneta.

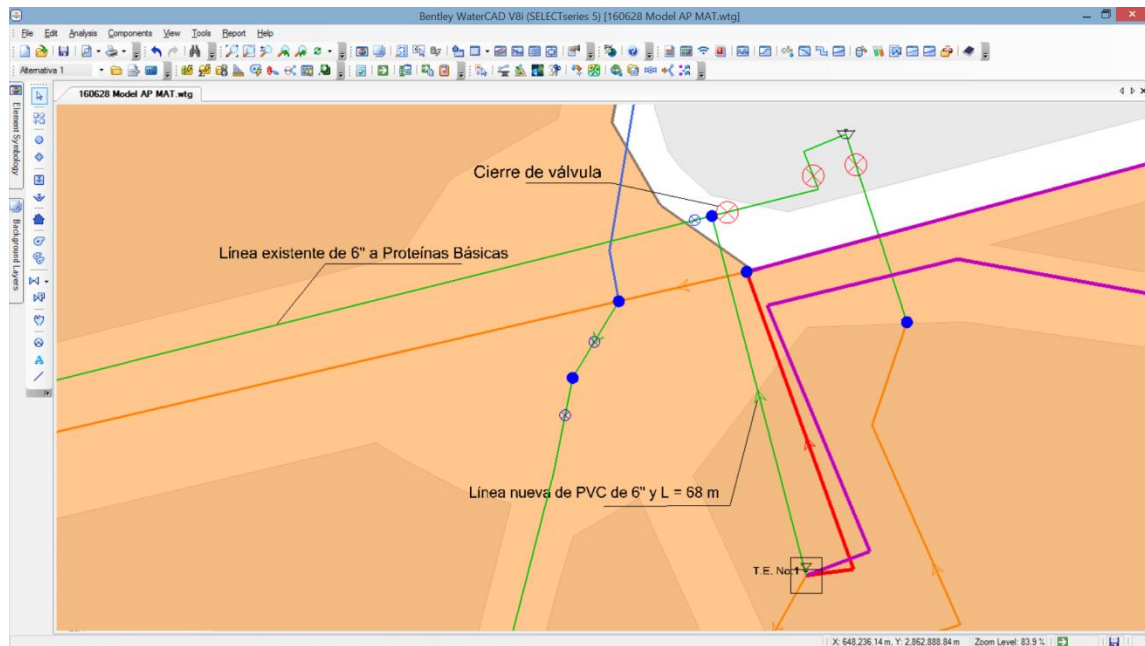


Figura 286. Línea exclusiva del Tanque # 1 a Proteínas Básicas.

Las presiones que se presentan en la red se mantienen entre los 12 y los 19 metros de columna de agua, y en la siguiente figura se muestra la distribución de presiones.

En condiciones actuales, el Tanque #1 abastece solamente un 3% de las demandas del sistema de distribución de agua en la ciudad.

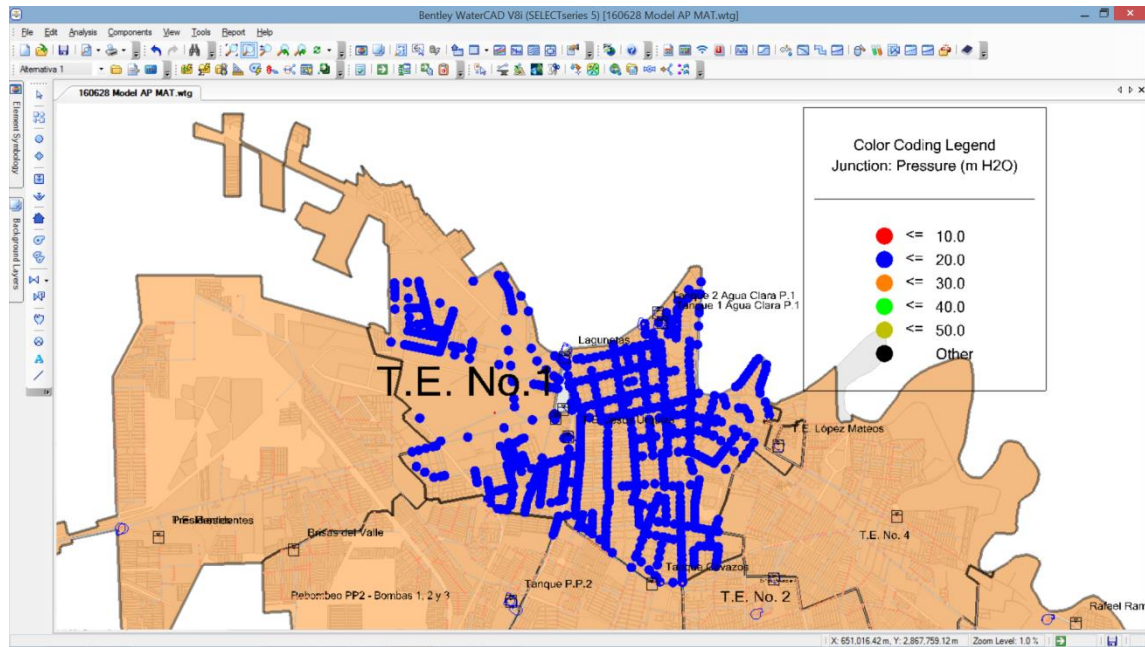


Figura 287. Distribución de presiones en sector del Tanque # 1.

Para lograr que las presiones se mantuvieran entre los 10 y los 20 metros de columna de agua en la red de distribución del sector del Tanque #1, primero se está proponiendo el reemplazo de todas las tuberías de Fierro Fundido, y colocar tuberías de PVC. También tienen que reforzarse algunos tramos de tubería, con un incremento en su sección o diámetro para disminuir las pérdidas por fricción.

El primer tubo que se tiene que reforzar es el de la bajada del tanque, que tendrá que ser de 36" de diámetro y longitud de 66 metros, hasta el crucero que se encuentra al norte. En este punto, la tubería que continúa al oeste se dejará en el diámetro que tiene actualmente, que es de 12", pero la tubería que continúa hacia el oriente, en condiciones actuales cuentan con un diámetro de 12", y deberán cambiarse por tuberías de PVC de 30" en una longitud de 483 m hasta llegar al crucero de las calles Abasolo y 21. Es a partir de aquí donde se tiene que reforzar la tubería en 24" para que continúe hacia el sur, por la calle 21 y luego sigue al oriente por la calle González en una longitud de aproximadamente 798 m hasta llegar al cruce de con la calle trece, en donde se une con una tubería existente de 16" de diámetro.

Existe actualmente un tramo de tubería de Asbesto – Cemento de 10" de diámetro que parte de la Av. Rigo Tovar, aproximadamente 250 m al norte del cruce con Av. Uniones y va hacia el oeste, hasta llegar al cruce de las calles Torreón y Sonora. Esta tubería se tendrá que reforzar con tubo de PVC de 10" de diámetro.

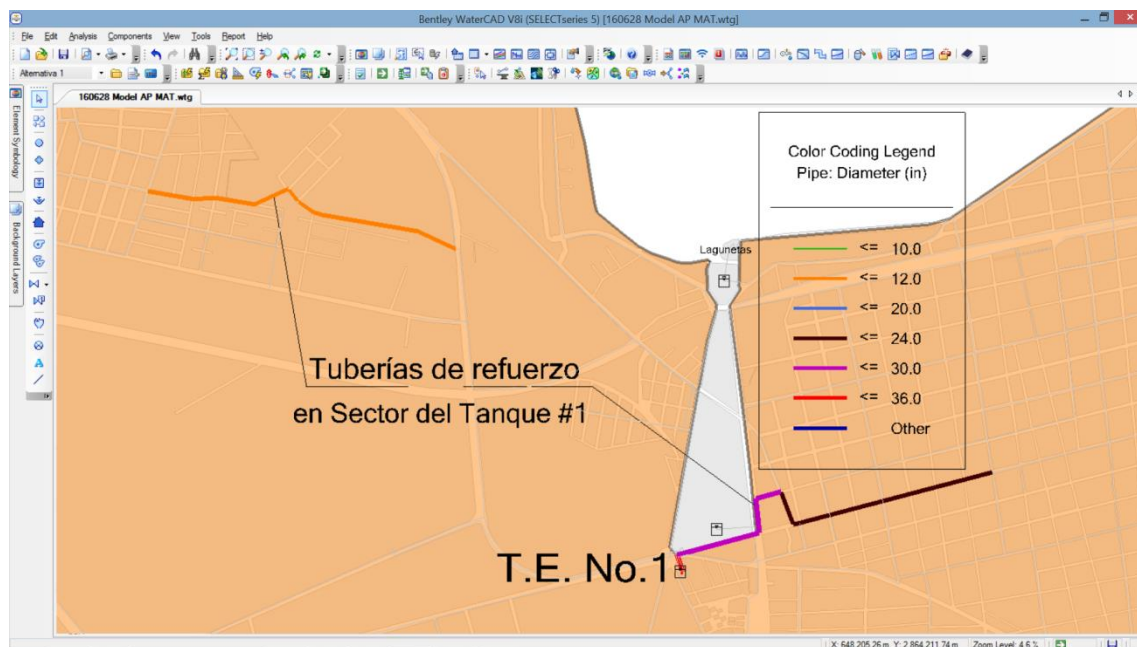


Figura 288. Tuberías a reforzar en sector del Tanque # 1.

Finalmente, todos los tubos de fierro fundido de todo el sector, que suman aproximadamente 5,400 m, tendrán que ser sustituidos por tuberías de PVC en los mismos diámetros que tienen las tuberías actuales.

Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque #1.

Para aislar hidráulicamente el sector del Tanque #1, será necesario cerrar 13 válvulas de corte en su perímetro, de las cuales 5 son colindantes con el sector del Tanque #4; con el sector del Tanque #2 se tienen que cerrar 2 válvulas; con el sector del Tanque Cavazos se tienen que cerrar 5 válvulas y con el sector del tanque Presidentes, sólo 1 válvula.

Tabla 214. Válvulas para aislar el sector de Tanque #1.

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque #4	Acapulco esquina Ciudad de México
2		División del Norte esquina Villarreal
3		Lauro Villar esquina José Arrese
4		Canales esquina José Arrese
5		Av. Del Maestro esquina Juan José Solernau
6	Sector de Tanque #2	Av. Del Maestro esquina Lic. Manuel Cavazos Lerma
7		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Universidad
8	Sector de Tanque Cavazos	Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Pedro Cárdenas Gutiérrez
9		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Gral. Carlos Salazar
10		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Calle Roble
11		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Paseo Naranja
12		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Calle 23
13	Sector de Tanque Presidentes	Carretera Estatal No. 8 esquina Puerto Escondido

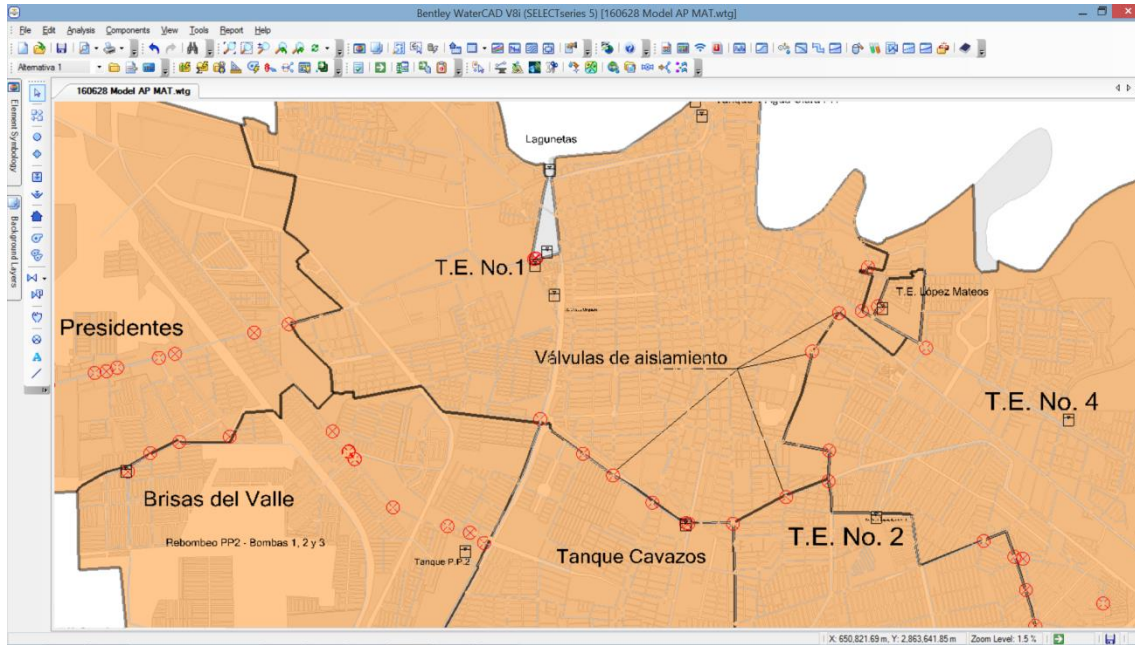


Figura 289. Válvulas para aislar hidráulicamente el sector del Tanque # 1.

Con estas disposiciones y propuestas de mejora, el sector del Tanque #1 estará contando con únicamente una estación de bombeo y se estarán desincorporando la estación de bombeo al Tanque Jesús Urquiza y de la Planta Potabilizadora #1 se estarán dejando de operar la estación de bombeo Casa Poniente, Casa Oriente 1 y Bomba C7.

El Tanque #1 que actualmente abastece solamente un 3% de las demandas en la red de distribución de agua potable en Matamoros, pasará a ser uno de los más importantes en el esquema de distribución, pues con esta sectorización, el Tanque #1 estará ahora suministrando agua al 18.5% de las demandas generada de la red.

Sectores de los Tanques #4, Tanque #2 y Tanque López Mateos.

El Tanque #4 será alimentado por la línea de conducción actual, proveniente de la estación de bombeo Casa Oriente 2 Alto Rendimiento ubicada en la Planta Potabilizadora #1. Esta casa de bombeo tendrá que reequiparse, ya que desde el Tanque #4 se estarán abasteciendo los Tanques #2 y López Mateos, por lo tanto se debe conducir el caudal que demanden estos 3 sectores.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

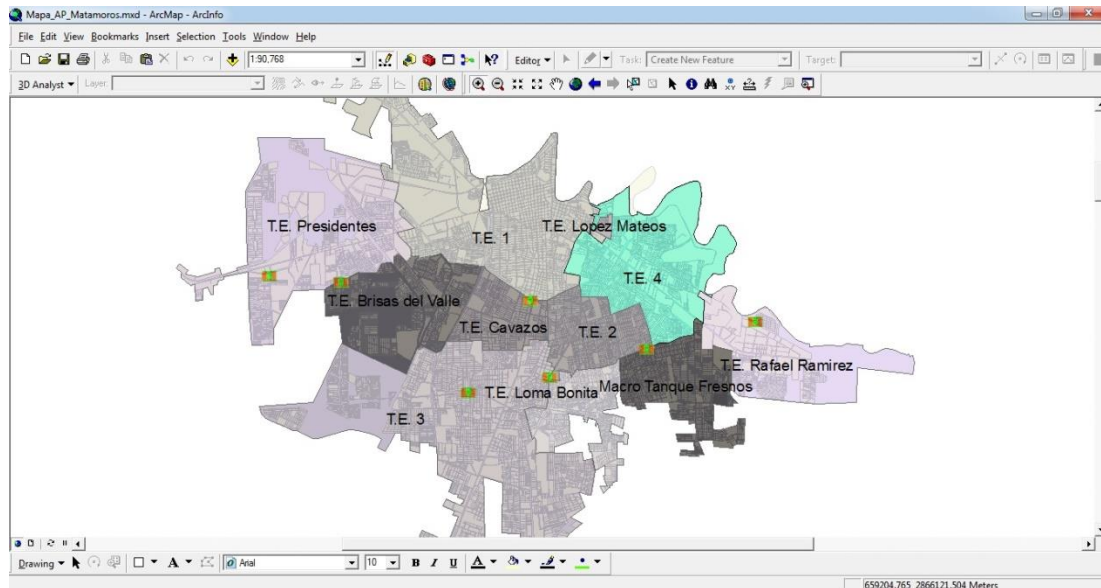


Figura 290. Sector de distribución del Tanque #4.

Tabla 215. Alturas y Gastos de demandas de los Tanque #4, #2 y López Mateos.

Sector	Altura (m)	Gasto medio (L/s)	Gasto máx Diario (L/s)	Gasto máx Horario (L/s)
Tanque #4	40	297	298.62	298.62
Tanque #2	15	168	234.96	234.96
Tanque López Mateos	10	213	7.06	7.06
TOTALES		386	540.64	837.99

El equipo de bombeo y el diámetro de la línea de conducción deberá calcularse para llevar el gasto máximo Diario ($Q = 540.64$ L/s). Las redes correspondientes se estarán analizando con los gastos máximos horarios.

De la estación de bombeo Alto Rendimiento sale una línea de 303 m de longitud y 36" de diámetro hacia el cruce de las calles Dos y Azucenas, y en ese punto el diámetro es reducido a 30" para continuar así por 3,870 metros, hasta llegar a la calle Gral. Francisco Villa al cruce con la Av. División del Norte. Desde ese cruce y por una longitud $L = 1,676$ m hasta llegar al tanque de almacenamiento #4, el diámetro es de 24" en PVC. La longitud total de la línea de conducción es $L = 5,849$ m.

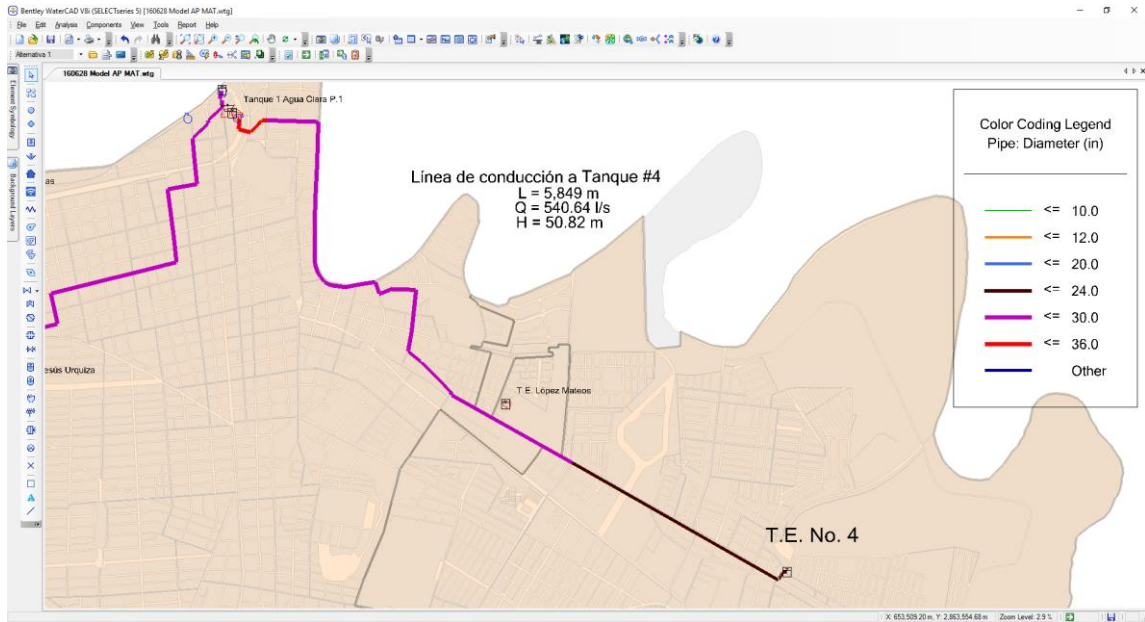


Figura 291. Línea de conducción al Tanque # 4.

Para la selección del equipo de bombeo se elaboró la curva del sistema. En la misma figura se cruzan ambas curvas, la del sistema y la de la curva carga contra caudal de la bomba.

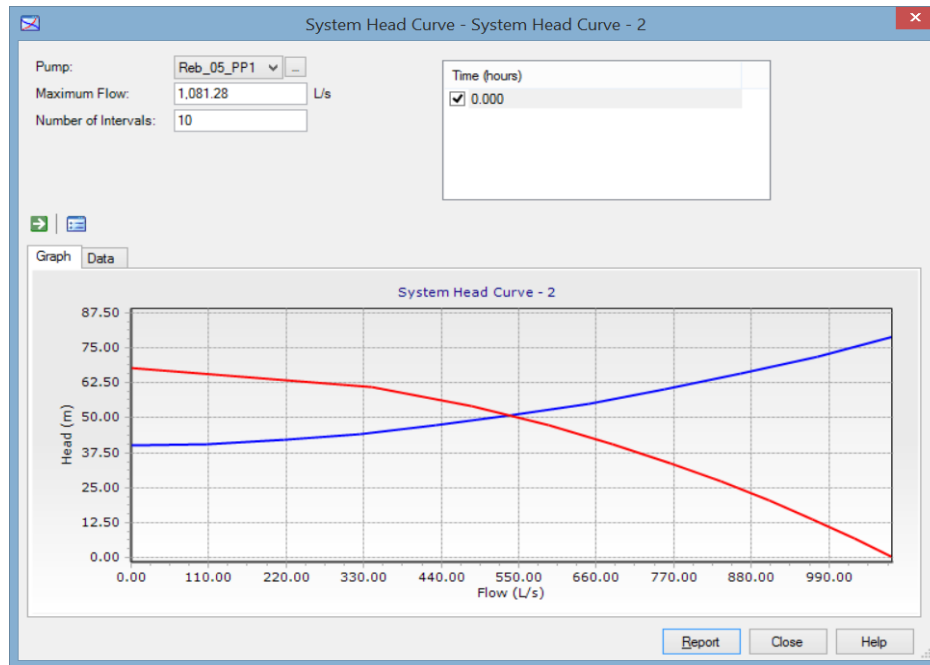


Figura 292. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque # 4.

El punto de diseño para la bomba de la línea de conducción al Tanque #4 corresponde a un caudal $Q = 540.64$ L/s y una carga de diseño $H = 50.82$ m. Con una eficiencia del 70% y con el punto de diseño, se tienen una potencia teórica de la estación de bombeo:



$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 385.047 \text{ kW} = 516 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 540.64 L/s

H = 50.82 m

η = 70%

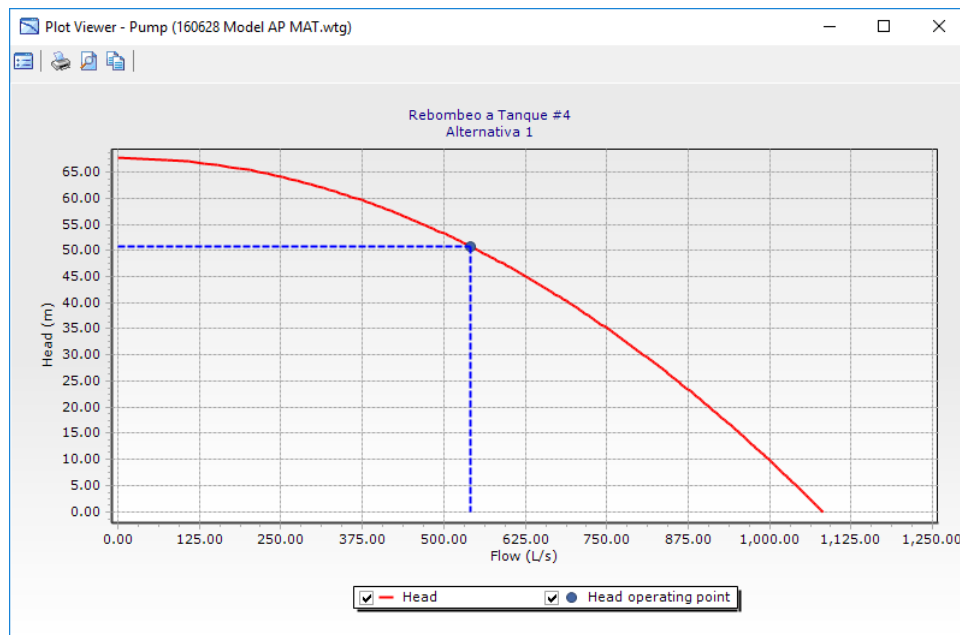


Figura 293. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque # 4.

Red de distribución del Tanque #4.

La bajada del tanque #4 es con una línea de 24" de PVC y la red de distribución correspondiente al sector exclusivamente del Tanque #4 cuenta con diámetros que van de 4" a 24". Existen 3,826 m de tuberías de fierro fundido, de los cuales, 1,304 m son de tuberías de 8" de diámetro y 2,522 m son en diámetro de 12". En las propuestas de la alternativa 1 se está contemplando el remplazo de todas las tuberías de fierro fundido por tuberías de PVC en los diámetros que actualmente tienen.

Para mejorar las condiciones operativas y garantizar un caudal adecuado hacia el Tanque #2 se propone un refuerzo en los diámetros de las siguientes tuberías:



- Actualmente baja del Tanque un tubo de 20" en Asbesto - Cemento, y se propone cambiar a 24" en PVC, en un tramo de 78 m, hasta el cruce de la Av. Fidel Velázquez Sánchez con México Agrario.
- 660 metros de tubería de 4" de diámetro en PVC, que actualmente van por la calle Primero de Mayo, desde el cruce con México Agrario, hasta el cruce con Agapito González, se propone sustituir por tubería de PVC de 8" de diámetro.
- Tramo existente de 12" en Asbesto - Cemento que comienza en el cruce de las calles México Agrario y Av. Fidel Velázquez Sánchez y baja 591 m hasta el cruce de las calles Revolución y Lauro Villar, para dar vuelta hacia el sureste, por la calle Lauro Villar, por 2 cuadras, hasta llegar a la calle Arizona, donde se conecta con tubo existente de 16" de diámetro. Todo este tramo se tendrá que cambiar por tubería de PVC de 16" de diámetro.
- Tubería existente de 12" de diámetro unida a una tubería de 24" de diámetro de Asbesto - Cemento de PVC, que comienza en cruce ubicado entre las calles Bernardo Gutiérrez de Lara y Av. Gral. Lázaro Cárdenas, y sube 967 m al noroeste por la calle Bernardo Gutiérrez hasta el cruce con calle 5. Cambiar este tramo por tubería de PVC de 16" de diámetro.
- A partir del cruce de Bernardo Gutiérrez y calle 5 y hasta el Tanque #2, cambiar diámetro de tubería existente, de 12" a tubería de PVC de 14" de diámetro.

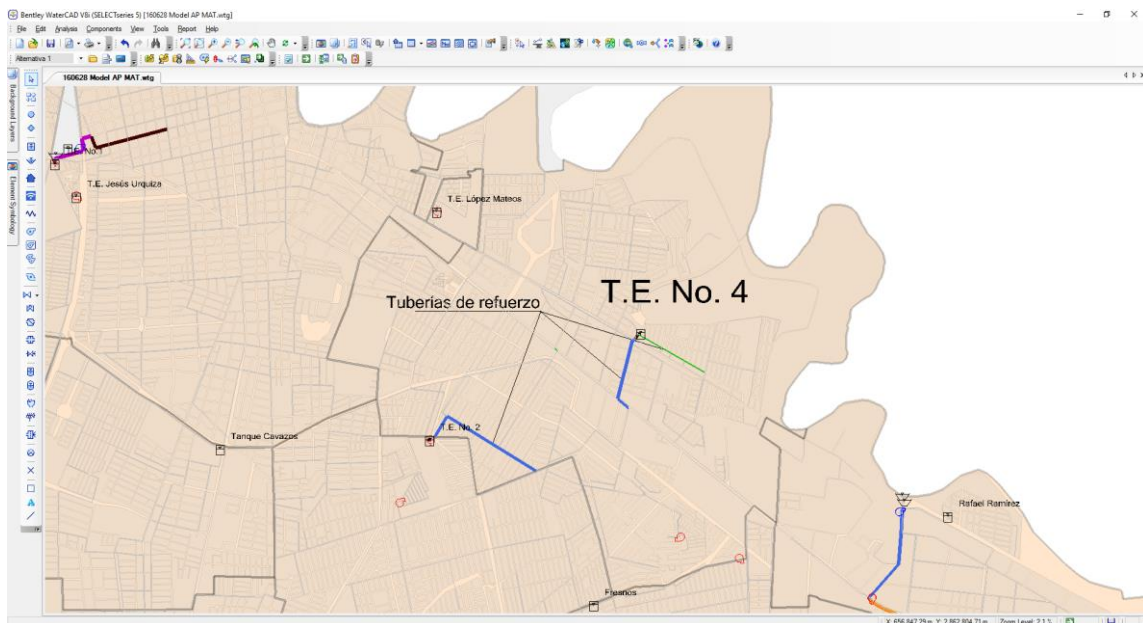


Figura 294. Tuberías de refuerzo en sector del Tanque #4.

A la llegada al Tanque #2, se deberá construir un by-pass entre la línea de alimentación al tanque y la tubería existente de 24" de Asbesto - Cemento que pasa por la calle Carmen Serdán, como se aprecia en el siguiente detalle.

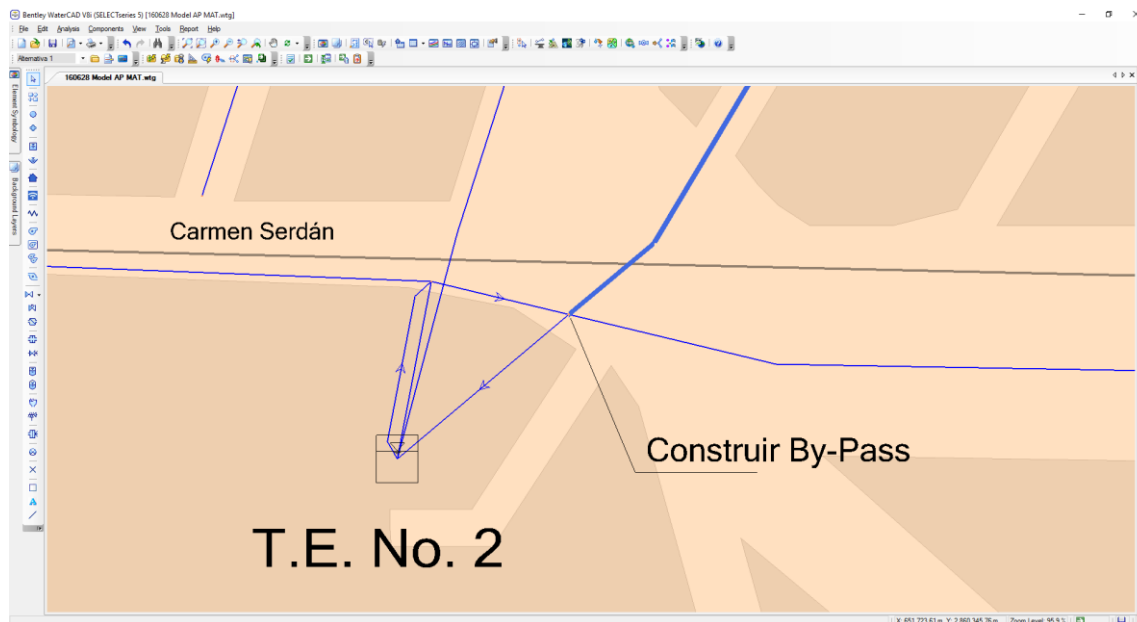


Figura 295. By-Pass a la llegada al Tanque #2.

Esta línea de 14" es la única vía de comunicación entre los sectores de los tanques #4 y #2, ya que se están aislando hidráulicamente mediante el cierre de válvulas de corte en la periferia o frontera entre sectores.

Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque #4.

Para aislar hidráulicamente el sector del Tanque #4, será necesario cerrar 12 válvulas de corte en su perímetro, de las cuales 5 son colindantes con el sector del Tanque #1; con el sector del Tanque #2 se tienen que cerrar 6 válvulas y con el sector del Tanque Fresnos deberá cerrarse sólo 1 válvula.

Tabla 216. Válvulas para aislar el sector de Tanque #4

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque #1	Acapulco esquina Ciudad de México
2		División del Norte esquina Villarreal
3		Lauro Villar esquina José Arrese
4		Canales esquina José Arrese
5		Av. Del Maestro esquina Juan José Solernau
6	Sector de Tanque #2	Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Lic. Emilio Portes Gil
7		Av. Gral. Lázaro Cárdenas esquina calle Mocambo
8		Av. Gustavo Díaz Ordaz esquina Sierra Madre
9		Sierra Madre esquina Playa Hornos
10		Av. Gustavo Díaz Ordaz esquina Sierra Leona
11		Nevado de Toluca esquina Sierra Tarahumara
12	Sector de Tanque Fresnos	Camino Real esquina Lauro Villar (hay 2 tubos)

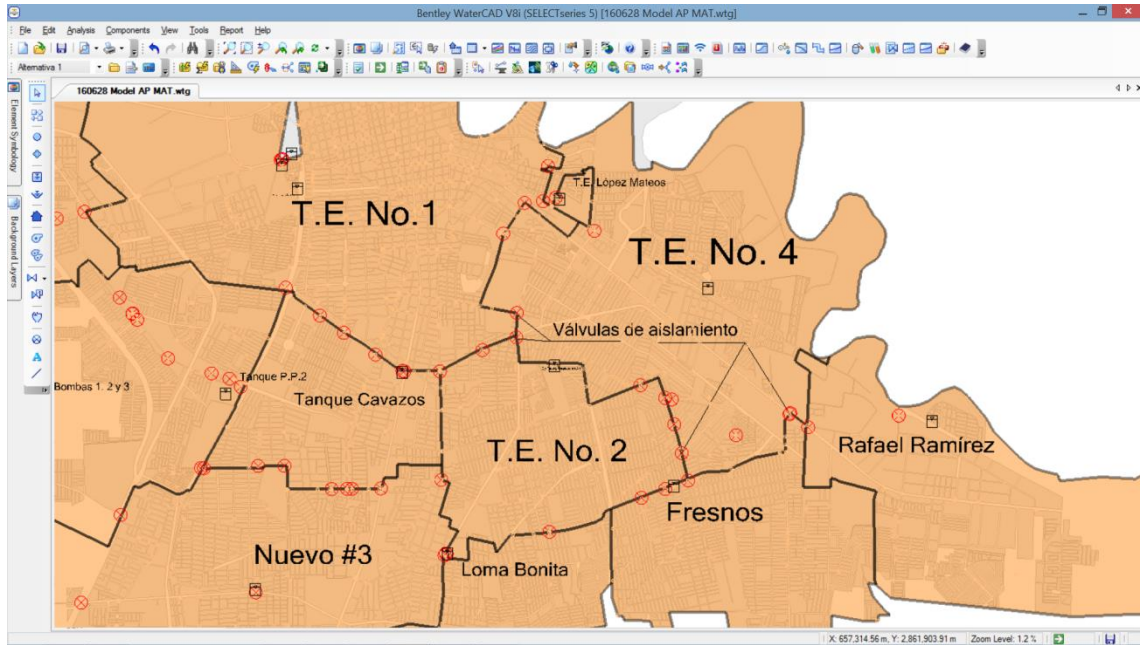


Figura 296. Válvulas para aislar los sectores de Tanque #4, #2 y López Mateos.

Con estos cambios y refuerzos en la red de distribución, se obtienen presiones que oscilan entre 10 y 20 metros de columna de agua en los sectores de los tanques #2 y López Mateos, mientras que en los nodos del sector perteneciente al Tanque de almacenamiento #4, las presiones varían entre los 20 y los 30 metros de columna de agua para un 8.3% de los cruceros en la red. La mayoría de los nodos en el sector del Tanque #4 tienen presiones que van de los 30 a los 40 metros de columna de agua (el 81.5%) y existe un 10.2 % de los nodos en este sector que presentan presiones entre 40 y 42 metros de columna de agua.

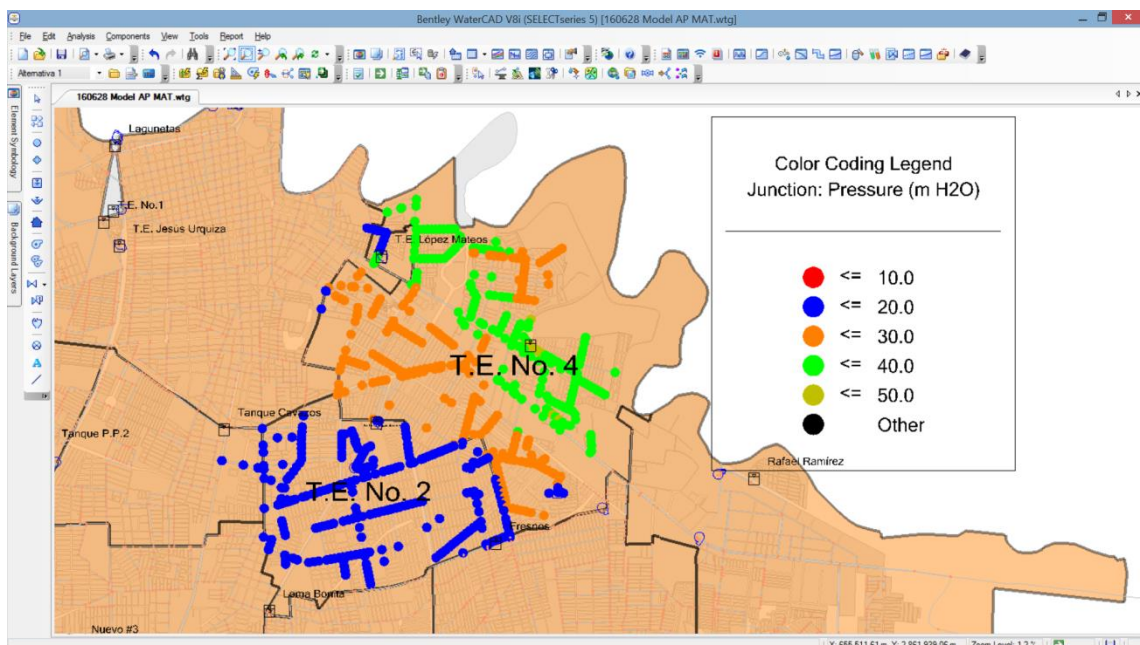


Figura 297. Presiones en los sectores de Tanque #4, #2 y López Mateos.



La propuesta de sectorización de los tanques #4, #2 y López Mateos deja desincorporados los rebombes Portales, Praderas y López Mateos.

En condiciones actuales, el Tanque #4 abastece un 11.6% de las demandas totales de la red de distribución, pero con la propuesta de la Alternativa 1, el tanque ahora tendrá un impacto en el 10.9% de las demandas del sistema de agua potable de Matamoros.

Sector del Tanque #2.

El Tanque #2 en la actualidad suministra agua al 18.4% de las demandas de agua potable en el sistema de distribución, pero con el sector que se le está delimitando, este Tanque ahora proveerá agua a aproximadamente un 8.5% de las demandas generadas en el sistema.

Se abastecerá desde el Tanque #4, a través del sistema de tuberías de la red de distribución y finalmente llegará una línea de 14” de diámetro. La superficie que está bajo la influencia de este tanque es de aproximadamente 575 hectáreas, y el gasto máximo horario que se calculó para este sector es de 364 L/s.

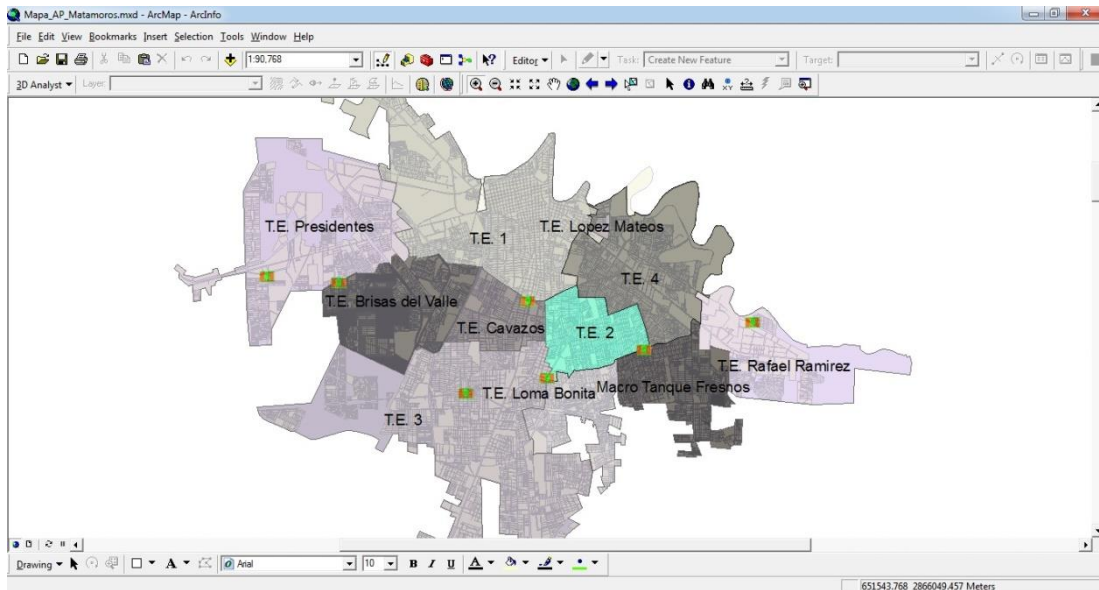


Figura 298. Sector de distribución del Tanque #2.

En este sector se está desincorporando el rebombero Portales, y para dejarlo aislado hidráulicamente se tendrán que cerrar 14 válvulas de corte en su perímetro, de las cuales 5 son colindantes con el sector del Tanque #4; con el sector del Tanque Fresnos se tienen que cerrar 5 válvulas, con el sector del Tanque Nuevo #3 se debe cerrar 1 válvula, al igual que en la colindancia con el Tanque Cavazos y finalmente 2 válvulas en los límites con el sector del Tanque #1.

Tabla 217. Válvulas para aislar el sector de Tanque #2

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque #4	Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Lic. Emilio Portes Gil
2		Av. Gral. Lázaro Cárdenas esquina calle Mocambo
3		Av. Gustavo Díaz Ordaz esquina Sierra Madre



Válvula	Sector Colindante	Ubicación
4	Sector de Tanque Fresnos	Sierra Madre esquina Playa Hornos
5		Av. Gustavo Díaz Ordaz esquina Sierra Leona
6		Av. Fresnos esquina Nevado de Toluca
7		Av. Verde Valle esquina Zapote
8		Av. Verde Valle esquina Colibrí
9	Sector de Tanque Loma Bonita	Av. Venustiano Carranza esquina Álamo
10		Lic. Emilio Portes Gil esquina Diamante
11	Sector de Tanque Nuevo #3	Nicolás Guerra esquina Natividad Lara
12	Sector de Tanque Cavazos	Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina calle Tercera
13	Sector de Tanque #1	Av. Del Maestro esquina Lic. Manuel Cavazos Lerma
14		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Universidad

Sector del Tanque López Mateos.

Este sector es el más pequeño de los sectores de distribución con una superficie de 4.4 hectáreas, y un gasto medio diario de 5 L/s. Actualmente cuenta con un bombeo que le suministra el agua.

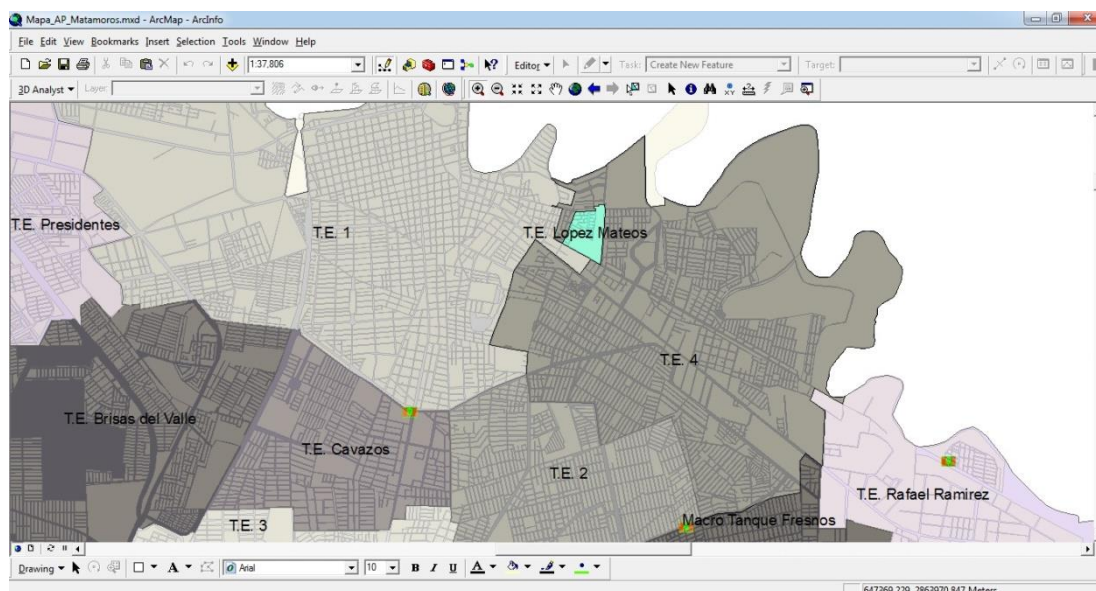


Figura 299. Sector de distribución del Tanque # López Mateos.

Los cambios o modificaciones en la operación de este sector serán:

- Desincorporación del equipo de bombeo.
- Construcción de by-Pass a la bomba
- Cierre de válvula para obligar el paso del agua a través del tanque.

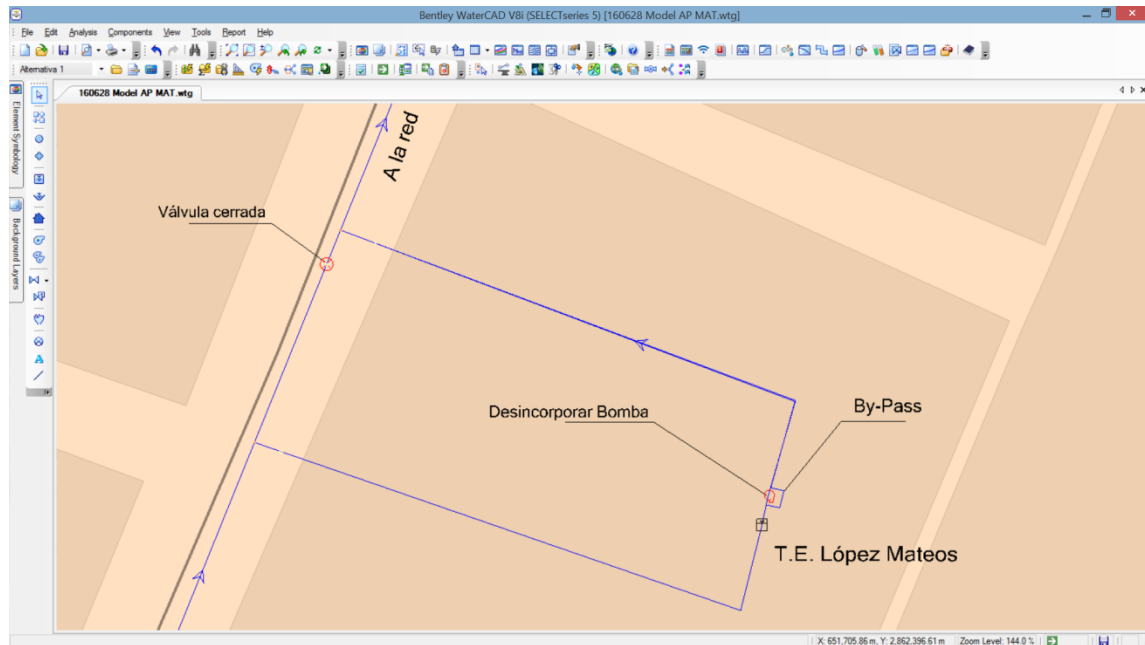


Figura 300. Cambios en Tanque López Mateos.

Estos tanques existentes se aprovechan para mejorar la distribución en la zona norte de la ciudad de Matamoros. Las presiones en estos 4 sectores oscilan entre los 10 y los 20 metros de columna de agua para los sectores de los tanques #1, #2 y López Mateos, mientras que las presiones del sector conformado por el Tanque #4 oscilan entre los 20 y 40 metros de columna de agua, debido a que la altura del tanque es de 40 metros.

Tanques nuevos en alternativa 1.

Los 7 tanques nuevos de la Alternativa 1 estarían abasteciendo el 61.8% de las demandas de la red de distribución de la ciudad de Matamoros, con lo que se estaría dejando de bombear a red y se estarían uniformizando las presiones, además de contar con sectores hidráulicos bien delimitados en los que se podrá tener un mejor control de consumo energético y también será de gran ayuda en la estrategia para reducir el índice de agua no contabilizada.

La Alternativa 1 contempla la construcción de una Obra de Toma desde donde se estaría bombeando un caudal de 340 L/s hasta una Planta Potabilizadora nueva con esta misma capacidad. La línea de conducción de la Obra de Toma a la Planta Potabilizadora sería de aproximadamente 180 m de longitud, con una tubería de PEAD de 24" de diámetro.

Un Acuaférico estará haciendo circular el agua, desde la nueva planta de bombeo ubicada en la nueva Planta Potabilizadora, pasando por el tanque Fresnos, Loma Bonita y punto de conexión con el Tanque Nuevo #3.

En la siguiente figura se muestran las tuberías del acuaférico, en la porción comprendida entre los tanques Fresnos, Loma Bonita y el tramo auxiliar hacia Tanque Nuevo #3.

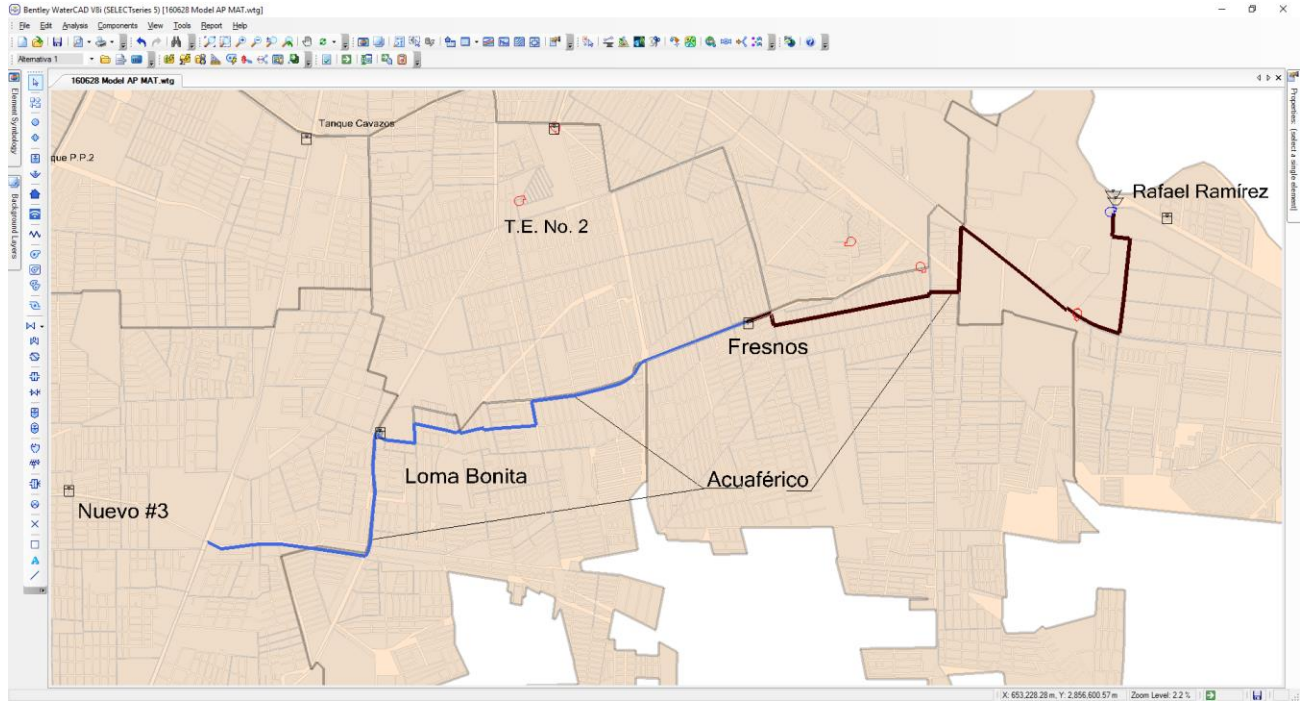


Figura 301. Vista del Acuaférico en Alternativa 1.

Sector del Tanque Rafael Ramírez.

Este sector se ubica al Este de la ciudad de Matamoros. La superficie que es abastecida desde el Tanque Rafael Ramírez es de aproximadamente 1,043 ha, y las demandas de este sector representan el 5.3% del total de las demandas de la ciudad de Matamoros, con un gasto máximo horario de 226 L/s.

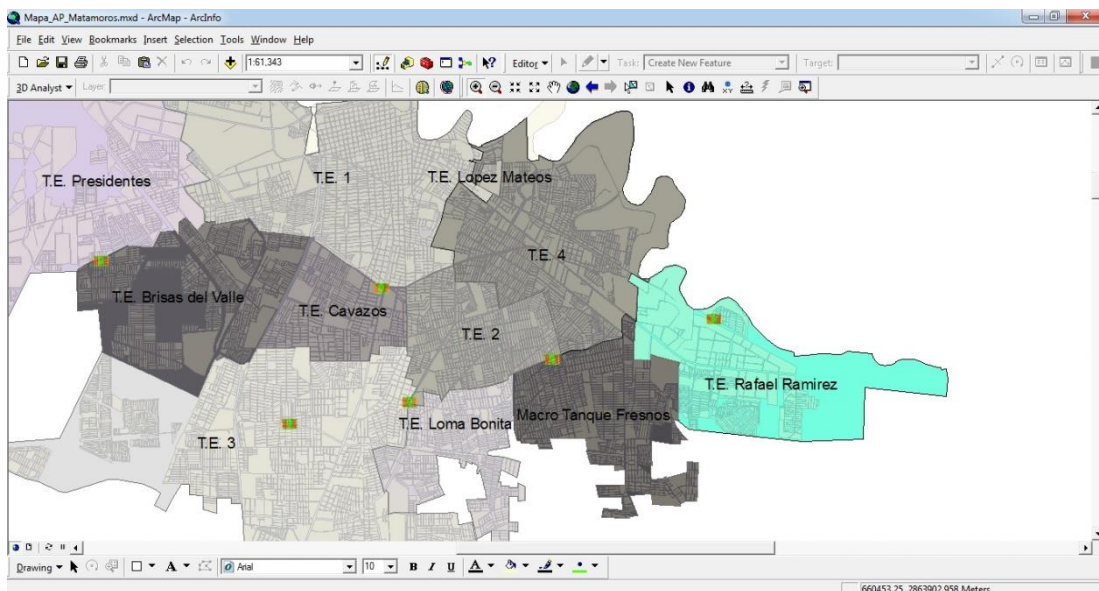


Figura 302. Sector de distribución del Tanque Rafael Ramírez.



Línea de conducción.

Este sector es alimentado desde la Obra de Toma #2, que pasa a la Planta Potabilizadora #3 y desde ahí se bombea a través de una línea de conducción de 18" de PVC con una longitud $L = 542$ m hasta llegar al Tanque Rafael Ramírez, que cuenta con una altura de 20 m sobre el terreno. El Gasto Máximo Diario con el que se diseña la línea de conducción es $Q = 146.23$ L/s y una carga de diseño $H = 21.81$ m.

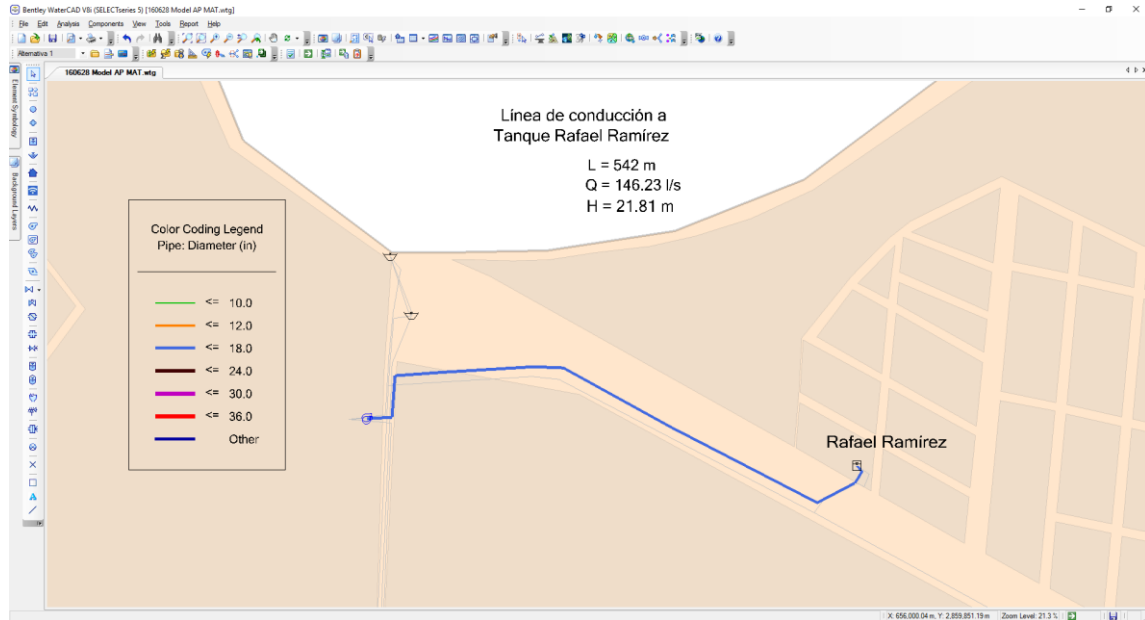


Figura 303. Línea de conducción al Tanque Rafael Ramírez.

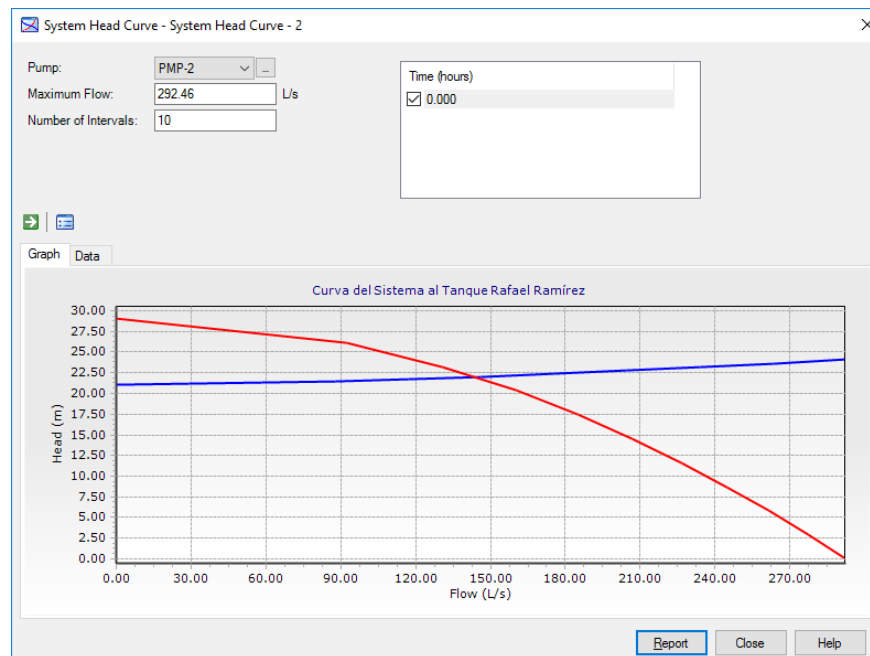


Figura 304. Curva del sistema al Tanque Rafael Ramírez.



El punto de diseño para la bomba de la línea de conducción al Tanque Rafael Ramírez corresponde a un caudal $Q = 146.23$ L/s y una carga de diseño $H = 21.81$ m. Con una eficiencia del 70% y con el punto de diseño, se tienen una potencia teórica de la estación de bombeo:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 44.695 \text{ kW} = 60 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 146.23 L/s

$H = 21.81 \text{ m}$

$\eta = 70 \%$

Y la curva de operación de la bomba es como se muestra en la siguiente figura.

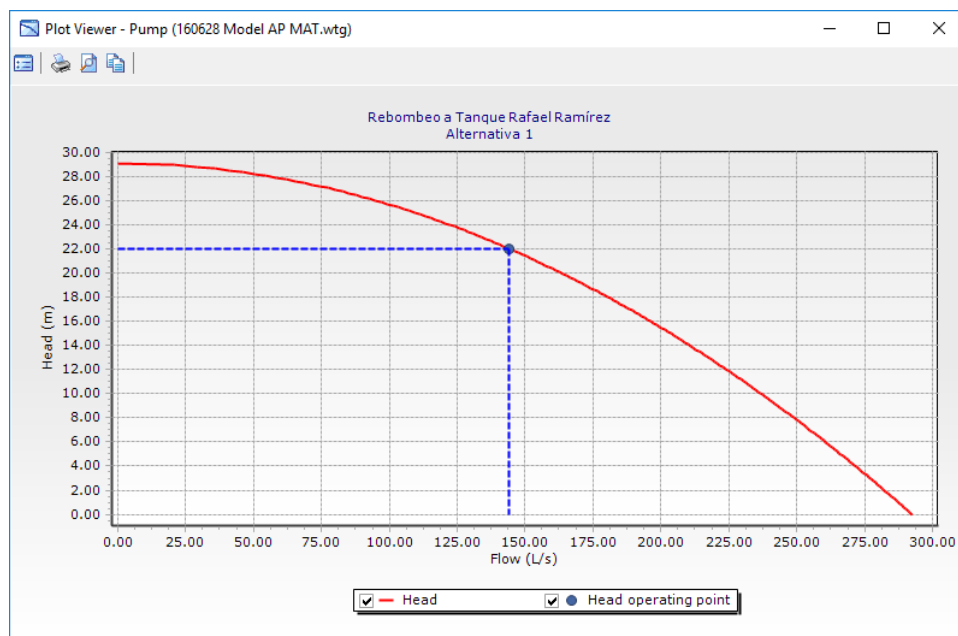


Figura 305. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Rafael Ramírez.

Red de distribución.

Del tanque baja una línea a la red de distribución con una longitud de 80 m, con un diámetro de 20" en PVC, hasta llegar a la avenida Fidel Velázquez. En ese cruce, la línea se bifurca y sale una tubería hacia el sureste, de PVC de 16" en una longitud de 1,254 m hasta llegar al cruce de las calles Lauro Villar y Gral. Pedro Hinojosa, donde se estará conectando con las dos líneas paralelas de tuberías existentes. En este mismo cruce, también se propone la construcción de una línea paralela a las 2 existentes con longitud de



1,041 m, en PVC de 6" hasta la calle Norte 8, para conectarse a línea de 6" que deriva a las Estaciones de bombeo Canadá y Tecolote que saldrán de operación.

La otra línea de la bifurcación que baja del tanque, sigue hacia el Noroeste, en diámetro de 20" y una longitud de 412 m, hasta llegar a las tuberías existentes que actualmente van de la Planta Paquete 2 que saldrá de operación, hacia el sur a la red de distribución.

Estas tuberías anteriores son tramos nuevos que se proponen para la mejora operativa del sector del Tanque Rafael Ramírez. Existen sin embargo otros tramos que operan actualmente y que deberán ser reforzados con diámetros mayores que permitan mejorar las condiciones de distribución del agua y por consiguiente las presiones disponibles en la zona. Los tramos existentes a reforzar son:

- Tubería de Asbesto – Cemento de 10" que baja de la planta paquete #2, y que ahora recibe al tubo del 20" que viene del tanque Rafael Ramírez y baja hasta el rebombeo de Ciudad Industrial (que saldrá de operación). La longitud de este tramo es de 937 m, que deberá ser cambiado por tubo de PVC de 16" de diámetro.
- Del crucero donde termina el tubo anterior de 16", salen dos tubos que en condiciones actuales son de Asbesto – Cemento de 10" los cuales se estarán cambiando por tubería de PVC de 12" de diámetro. Uno de los tubos sale en la misma dirección del tubo precedente, y mide 30 m de longitud, y se conecta con tubo existente de 12" de Asbesto – Cemento. El otro tubo será una conexión nueva hacia el tubo de 6" existente que va por la calle Lauro Villar hasta el cruce con la calle Patriotismo, con una longitud de 381 m en tubo nuevo de PVC de 12" de diámetro.
- Tubería existente que va desde el cruce de las calles Lauro Villar esquina con Patriotismo, en 8" de PVC, con longitud de aproximadamente 1,784 m, hasta llegar al cruce de las calles Constitución esquina con calle Plan de Texcoco. Esta tubería debe ser cambiada por un diámetro de 12" en PVC, para poder garantizar una presión adecuada en la zona sureste del sector, ya que en condiciones actuales se tienen presiones bajas.
- Finalmente, del crucero de la Av. Lauro Villar con calle Norte 8, la línea que va hacia el rebombeo Canadá es de PVC de 6" de diámetro. Se propone cambiar todo este tramo con longitud de 445 m más 173 m después de la planta de rebombeo a tubo de PVC de 8" de diámetro. Longitud total de refuerzo L = 618 m.

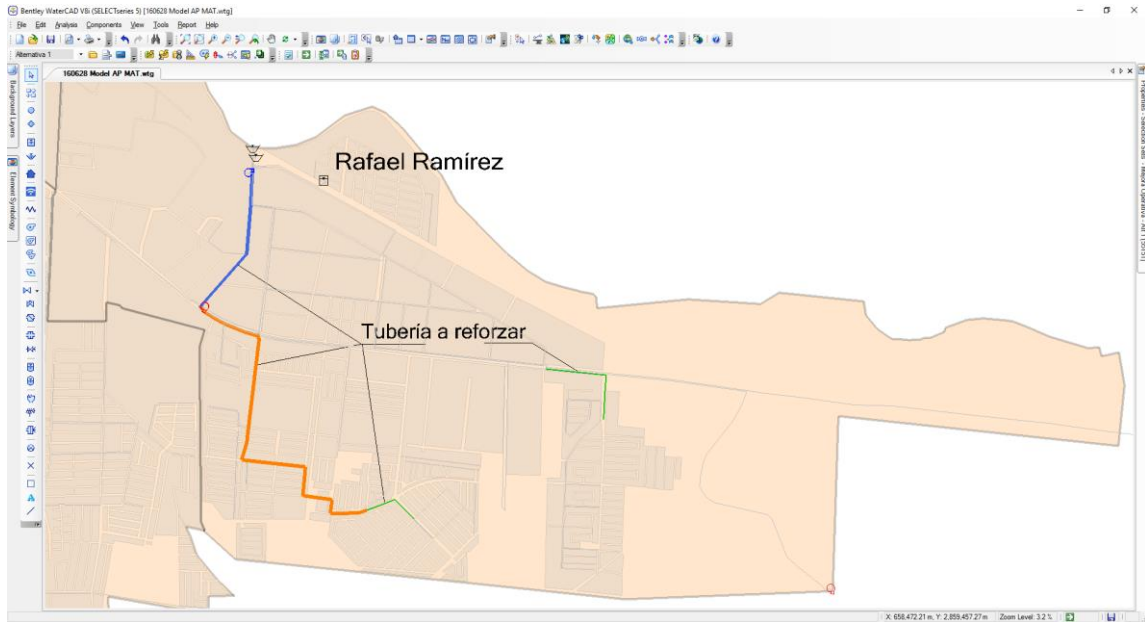


Figura 306. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Rafael Ramírez.

Las presiones en los nodos del sector del Tanque Rafael Ramírez oscilan entre los 10 y los 30 mca tal como puede observarse en la siguiente figura.

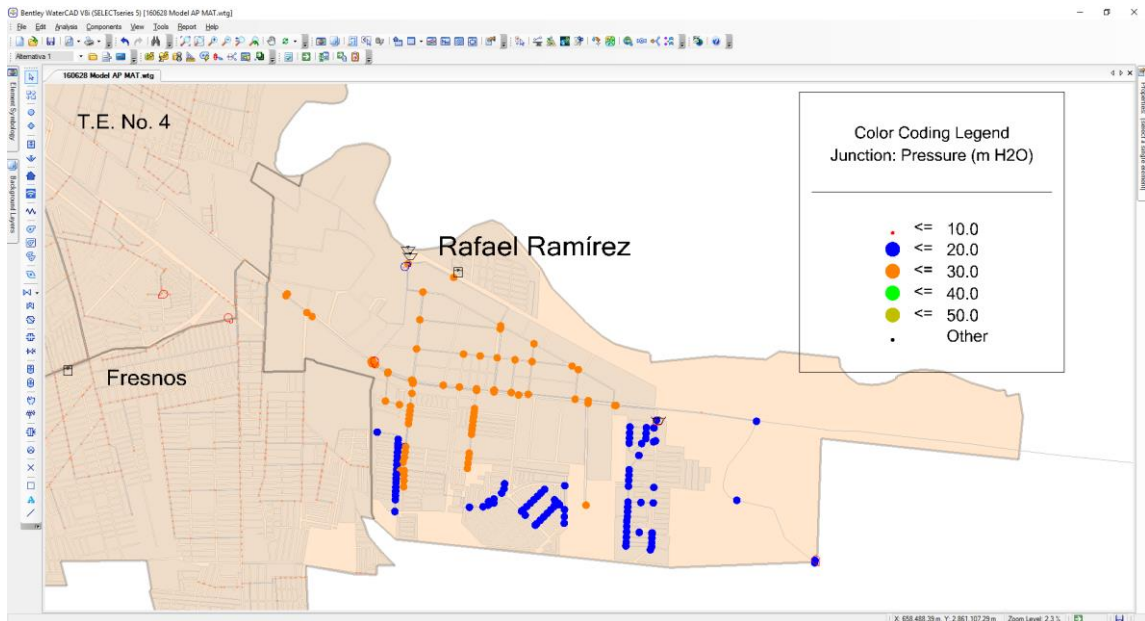


Figura 307. Presiones en sector del Tanque Rafael Ramírez.

Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque #4.

Para aislar hidráulicamente el sector del Tanque Rafael Ramírez, será necesario cerrar únicamente una válvula ubicada sobre la Av. Lauro Villar, en el cruce con el camino al Ejido Lucio Blanco y donde también confluye la calle Sergio López Ochoa. Esta válvula está sobre la tubería de 10" de Asbesto – Cemento que actualmente sirve para llevar agua hacia la zona Sureste de la ciudad.



Los bombos deshabilitados en este sector fueron: Rebombio Ciudad Industrial, Rebombio Canadá y Rebombio Tecolote.

Sector del Tanque Fresnos.

El sector del Tanque Fresnos es de aproximadamente 780 ha y conforme a la propuesta de sectorización se pretende que cubra una demanda máxima horaria de 319 L/s, lo que representa un 7.5% de la demanda total del sistema de distribución.

Una de las características del Tanque Fresnos es que estará recibiendo también el agua que le corresponde al sector del Tanque Loma Bonita, con el objetivo de reducir los costos de operación, ya que este tramo del acuaferico entre los tanques funcionará a gravedad. La altura del tanque se propone en 25 m.

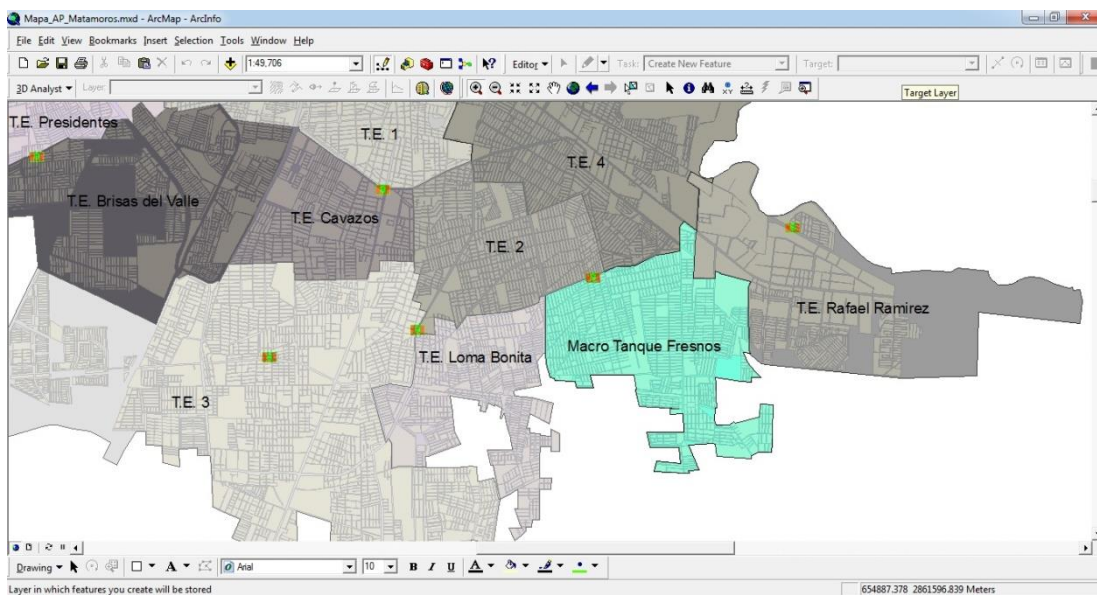


Figura 308. Sector de distribución del Tanque Fresnos.

Línea de conducción.

El abastecimiento al Tanque Fresnos será desde la nueva Planta Potabilizadora #3 a través de una estación de bombeo que estará llevando un caudal de diseño $Q = 346.85$ L/s, correspondientes al gasto máximo diario de los tanques Fresnos y Loma Bonita, levantando una carga de diseño $H = 33.03$ m, La longitud de esta porción del acuaferico es de aproximadamente 4,919 m y un diámetro de 24" en PVC.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

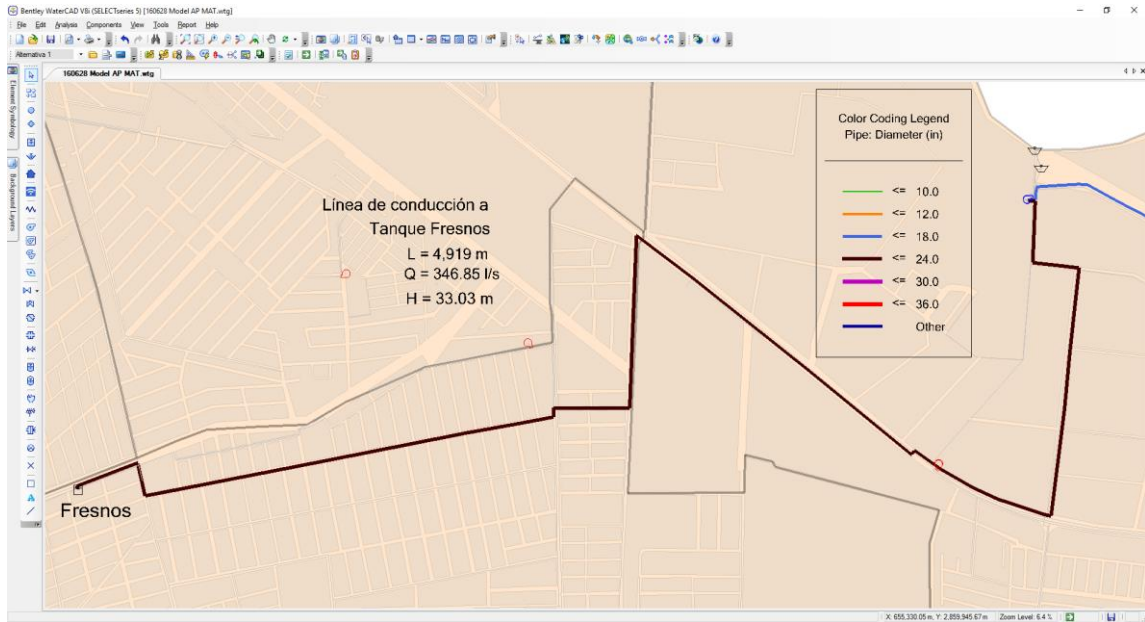


Figura 309. Línea de conducción al Tanque Fresnos.

Se generó la curva del sistema, desde la estación de bombeo hasta el Tanque Fresnos, lo que ayudó con la selección del equipo de bombeo. En la misma figura se cruzan ambas curvas, la del sistema y la de la curva carga contra caudal de la bomba.

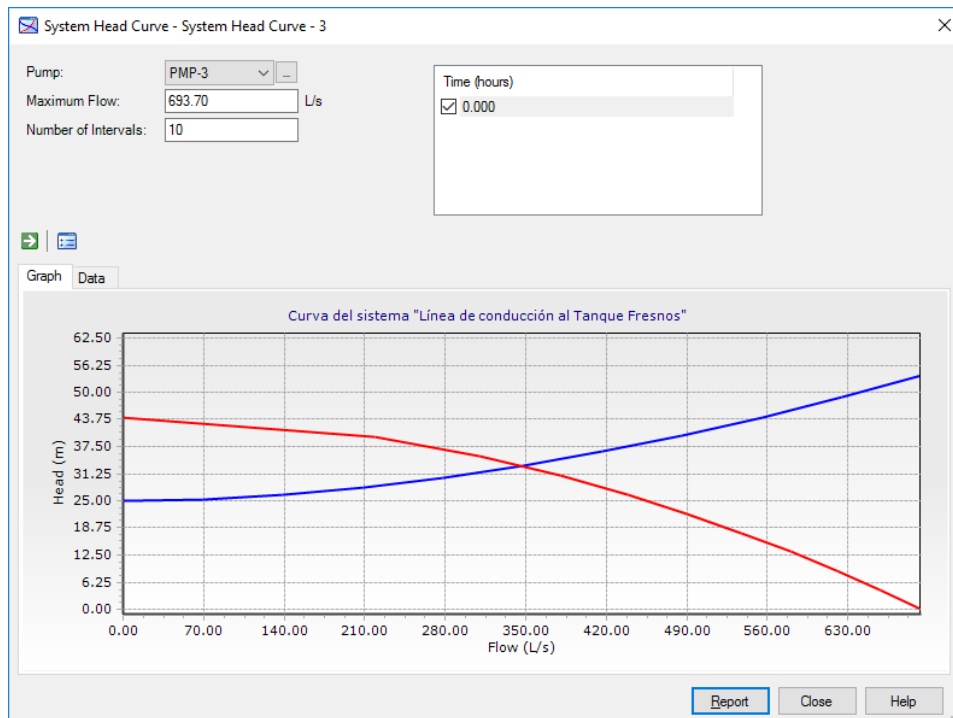


Figura 310. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque Fresnos.



El punto de diseño para el equipo de bombeo de la línea de conducción al Tanque Fresnos corresponde a un caudal $Q = 346.85$ L/s y una carga de diseño $H = 33.03$ m. Con una eficiencia del 70% y con el punto de diseño, se tienen una potencia teórica de la estación de bombeo:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 160.554 \text{ kW} = 215 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 346.85 L/s

$H = 33.03 \text{ m}$

$\eta = 70 \%$

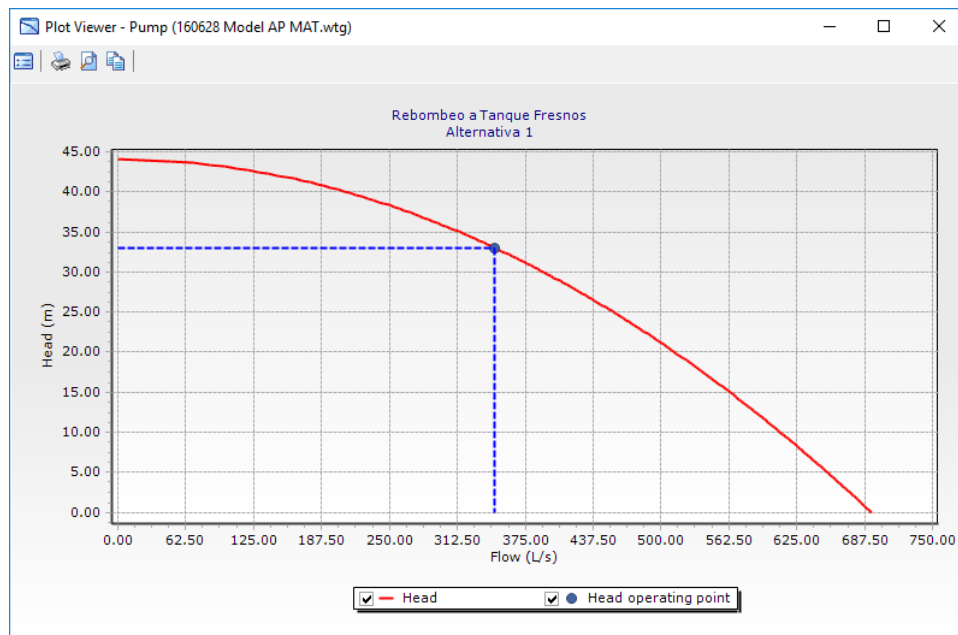


Figura 311. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Fresnos.

Red de distribución.

La red de distribución tendrá que complementarse con tuberías nuevas, para cerrar circuitos de distribución. Los tramos nuevos a considerar son:

- Tubería de 16" de diámetro saliendo del Tanque Fresnos hacia el Este por la calle Fresnos, hasta llegar a la calle Nevado de Toluca. En este punto, conectar con línea existente de 16" de diámetro y cerrar válvula sobre la línea existente, hacia el norte para delimitar la frontera del sector del Tanque Fresnos. La longitud de este tramo es de 196 m.



- Continuación de la tubería anterior, con reducción a tubería de PVC de 8" de diámetro por calle Fresnos, desde Nevado de Toluca hasta conectarse con la tubería de 6" en la calle Soconusco esq. Cerro de Himalaya, de 138 m de longitud.
- En el cruce de Soconusco con Cerro de Himalaya (cruce descrito en el punto anterior), llevar tubo paralelo al existente, hasta llegar al cruce de calle Fresnos esquina Sierra Santa Fe, en tubería de PVC de 6" de diámetro. Longitud L = 475 m.
- Tubería de PVC de 8" de diámetro, saliendo del Tanque Fresnos hacia el Oeste, por la calle Fresnos hasta llegar a calle Bugambilias. En este punto se conecta con tubería existente de 6" de diámetro y se cierra la válvula en la parte norte del cruce para cortar flujo que baja por Bugambilias y así delimitar la frontera del sector del Tanque Fresnos.
- A partir de este cruce, la calle Fresnos cambia de nombre a Valle Verde, y desde aquí se continúa el tramo anterior con una reducción de diámetro a 6", en el mismo material (PVC) hasta la calle Josefa Ortiz de Domínguez, bajando por ésta última hasta llegar al cruce con la calle Encino.
- Conectar con línea de PVC de 6" de diámetro, desde la calle Josefa a la tubería existente de 6" en calle Cerezo. Longitud L = 12 m.
- Conectar con línea de PVC de 6" de diámetro, desde la calle Josefa a la tubería existente de 6" en calle 20 de Noviembre. Longitud L = 395 m.

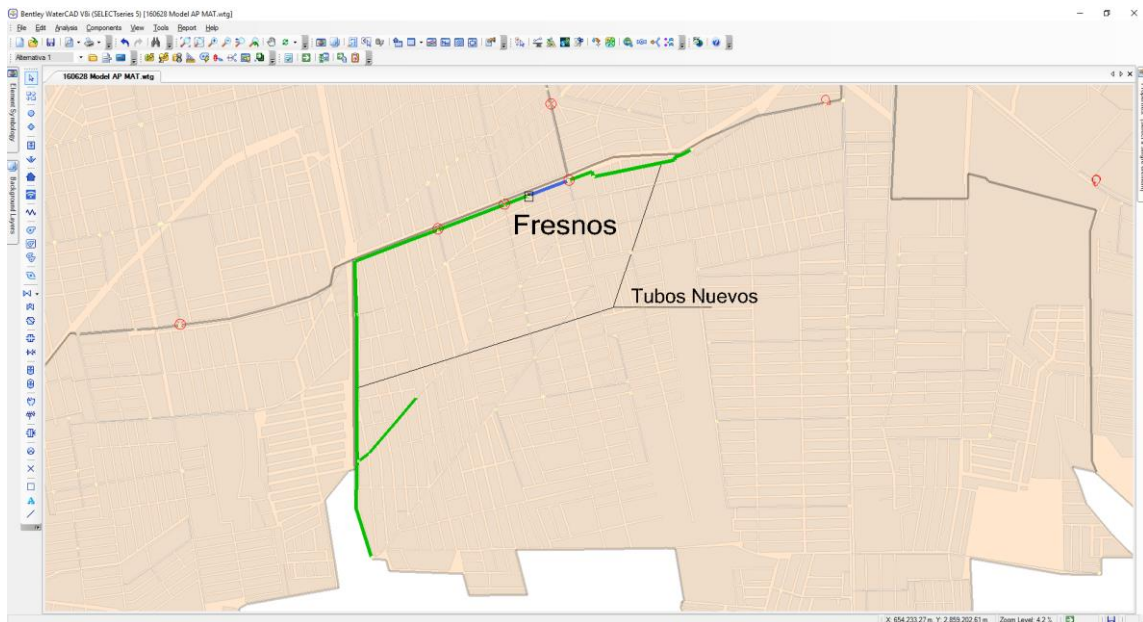


Figura 312. Tubos nuevos en el sector del Tanque Fresnos.

Las presiones del sector se encuentran en un intervalo de entre 10 y 30 metros de columna de agua y el nodo con la presión más baja tiene una lectura de 13.4 metros de columna de agua, mientras que la presión más alta que se registra en el sector es de 27.5 mca.

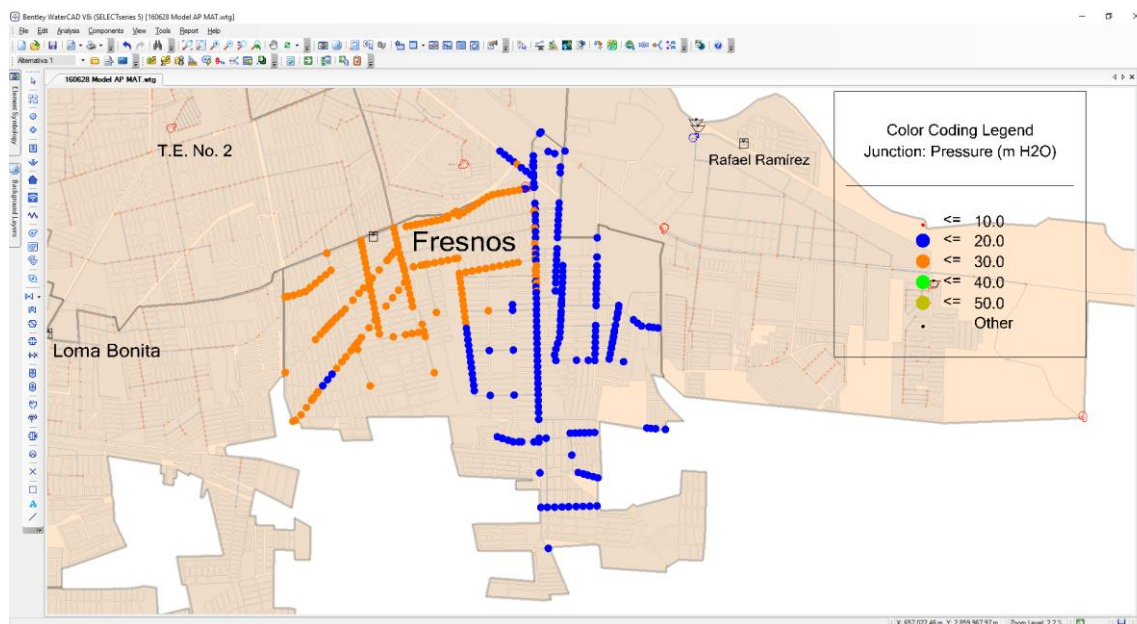


Figura 313. Presiones en el sector del Tanque Fresnos.

Para sectorizar y aislar el sector del Tanque Fresnos, es necesario cerrar 5 válvulas de corte, 3 de ellas colindantes con el sector del Tanque #2 y dos más en los límites del sector del Tanque #4.

Tabla 218. Válvulas para aislar el sector de Tanque Fresnos.

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque #2	Av. Verde Valle esquina Nevado de Toluca
2		Av. Verde Valle esquina Zapote
3		Av. Verde Valle esquina Colibrí
4	Sector de Tanque #4	Camino Real esquina Lauro Villar (hay 2 tubos)

En resumen, para el sector del Tanque Fresnos es necesario contar con 2,952 m de tuberías de PVC de 6", para cerrar circuitos de distribución, mientras que las tuberías de 8" suman una longitud de 256 m y finalmente un tramo de 16" de 196 m.

Con la sectorización del Tanque Fresnos, se deja fuera de operación el Rebombear Palo Verde ubicado en calle Sierra de Maquihuana, casi esquina con calle Sierra San José.

Sector del Tanque Loma Bonita.

El sector del Tanque Loma Bonita tiene una superficie aproximada de 546 hectáreas y la demanda que se satisface es de 219 L/s, a gasto máximo horario. Esta demanda es de aproximadamente el 5% de la demanda total del sistema de Matamoros.

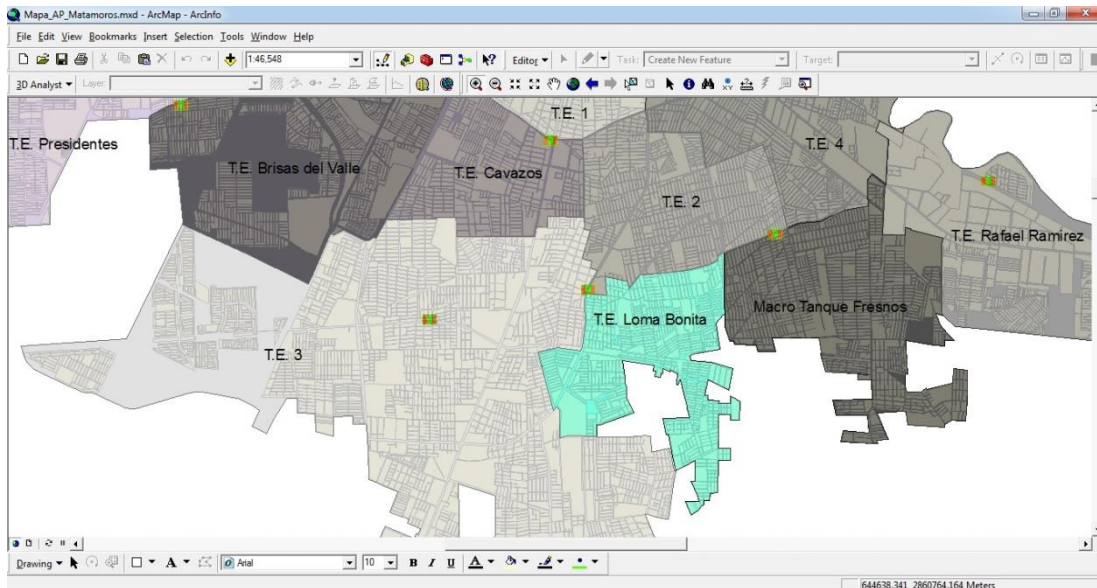


Figura 314. Sector de distribución del Tanque Loma Bonita en Alternativa 1.

El Tanque Loma Bonita tiene una altura de 20 m y se abastece desde el Tanque Fresnos, por medio del acuaférico, que en este tramo es una tubería de PVC de 18" de diámetro y una longitud de 3,532 m.

Red de distribución.

La red de distribución del sector del Tanque Loma Bonita no tiene tuberías nuevas, pero sí existen unos tramos que se tienen que reforzar. El diámetro de bajada del tanque es un tubo de PVC de 20" de diámetro, y se conecta con tubería de la red existente sobre la calle Emilio Portes Gil. A partir de esta conexión se proponen los siguientes reforzamientos:

- A partir del punto de conexión de la tubería que baja del tanque, se tiene que reforzar un tramo con longitud de 26 m hacia el sur, donde actualmente se tiene un tubo de 12" de diámetro. Este tubo se propone cambiarlo por un tubo de PVC de 20" de diámetro y llega hasta la calle Diamante.
- En el cruce anterior, continuando por la calle Diamante hasta llegar al cruce de la calle Francisco González Yáñez se propone sustituir tubería de 8" por tubería de PVC de 14" de diámetro.

Como tubería nueva, se dejará el último tramo del acuaférico que conecta el tanque Loma Bonita con el Tanque Nuevo #3, desde la tubería de 24" existente en el cruce de las calles Ing. Marte R. Gómez con La Gran Puerta de México, en una longitud de 2,260 m, con diámetro de 18" en PVC.

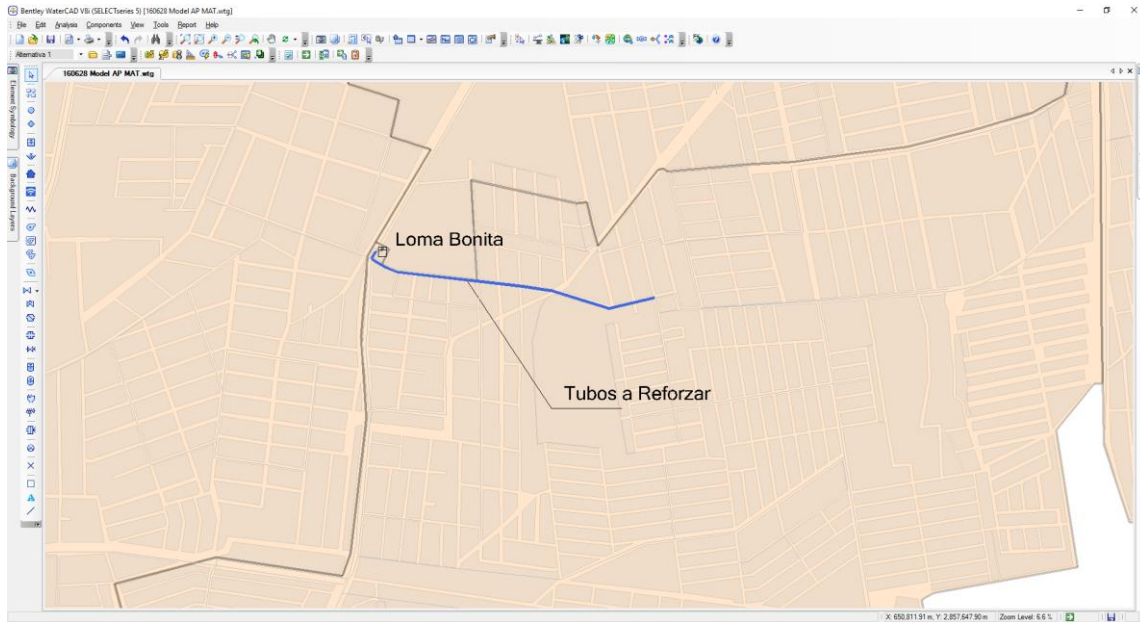


Figura 315. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Loma Bonita.

Las presiones en el sistema están entre los 10 y los 30 metros de columna de agua, tal como se muestra en la figura siguiente.

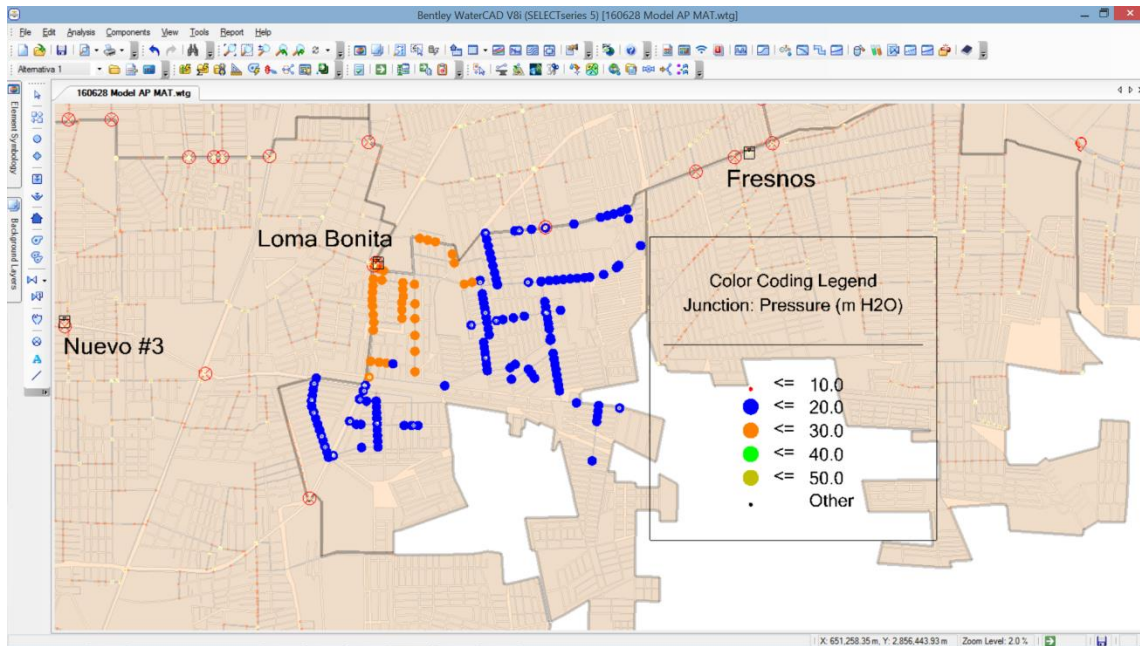


Figura 316. Presiones en sector del Tanque Loma Bonita.



Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque Loma Bonita.

Para sectorizar y aislar el sector del Tanque Loma Bonita, es necesario cerrar 4 válvulas de corte, 2 de ellas colindantes con el sector del Tanque Nuevo #3 y 2 más en los límites del sector del Tanque #2.

Tabla 219. Válvulas para aislar el sector de Tanque Loma Bonita.

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque Nuevo #3	Lic. Emilio Portes Gil esquina Diamante (tubo hacia calle Pedro Lara)
2		Lic. Emilio Portes Gil esquina Roberto Lerma Sánchez
3	Sector del Tanque #2	Av. Venustiano Carranza esquina Álamo
4		Lic. Emilio Portes Gil esquina Diamante

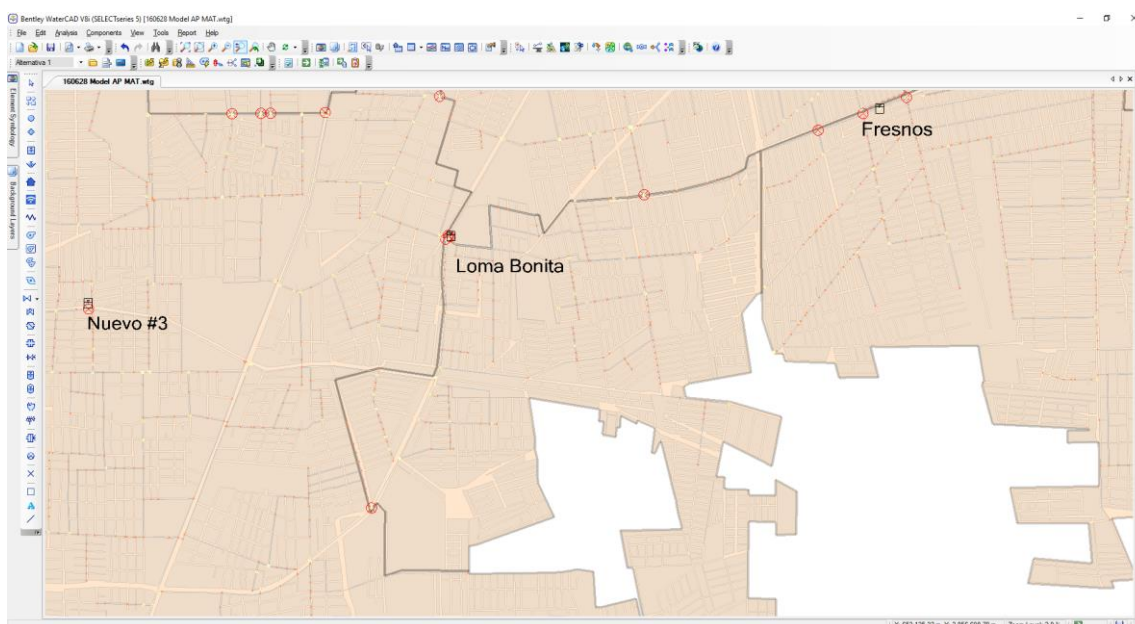


Figura 317. Válvulas para aislar los sectores de Tanque Loma Bonita.

Adicional a las 4 válvulas anteriores, se tendrá una válvula cerrada en el cruce de las calles Ing. Marte R. Gómez y Pedro Cárdenas Gutiérrez, en la línea auxiliar de llenado del Tanque Nuevo #3 hacia el Tanque Loma Bonita, para suministrarle agua en caso de que por cuestiones operativas no sea posible llevar agua del Tanque Fresnos.

Sector del Tanque Nuevo #3.

Este es el sector con la mayor extensión territorial, al contar con un área de influencia de 3,185 ha. El porcentaje de las demandas que quedan satisfechas desde este tanque asciende a 12.8%, siendo el gasto máximo horario $Q = 643.63$ L/s. Este tanque nuevo tendrá una altura de 25 m.

Para calcular la línea de conducción, se tomará como gasto de diseño el Gasto Máximo Diario, que para este sector es $Q = 415.24$ L/s, y con la curva del sistema se determinará la carga de diseño para la curva de la bomba.

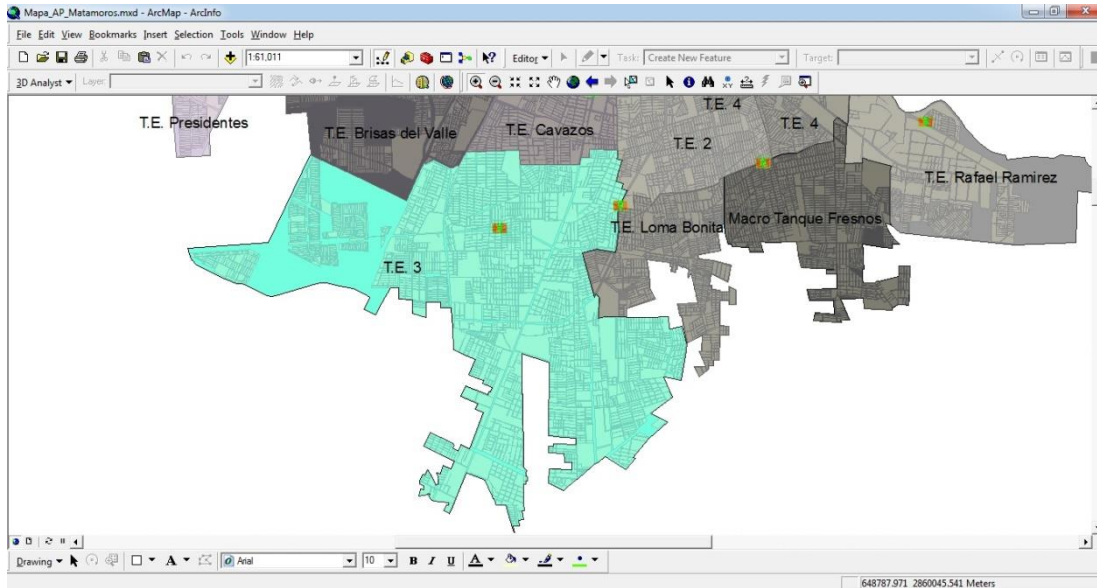


Figura 318. Sector de distribución del Tanque Nuevo #3.

Línea de conducción.

Desde el tanque de aguas claras de la Planta Potabilizadora #2, se estará reequipando la estación donde se encuentran las bombas 1, 2 y 3, para rebompear hasta el Tanque Nuevo #3 a través de una línea existente de conducción de PVC que se compone de un primer tramo de 36" de diámetro con una longitud de $L=2,870$ m, medida desde el tanque hasta el crucero de la Av. Ing. Marte R. Gómez y calle Sierra Madre Oriental. En este crucero la línea de conducción continúa hacia el Este, al Tanque Nuevo #3, por la calle Ing. Marte R. Gómez por tubería que actualmente tiene 20" de diámetro, pero se propone cambiar por tubería de PVC de 30" de diámetro, en una longitud de 1,209 m. Con esto, la longitud total de la línea de conducción es de 4,079 m.

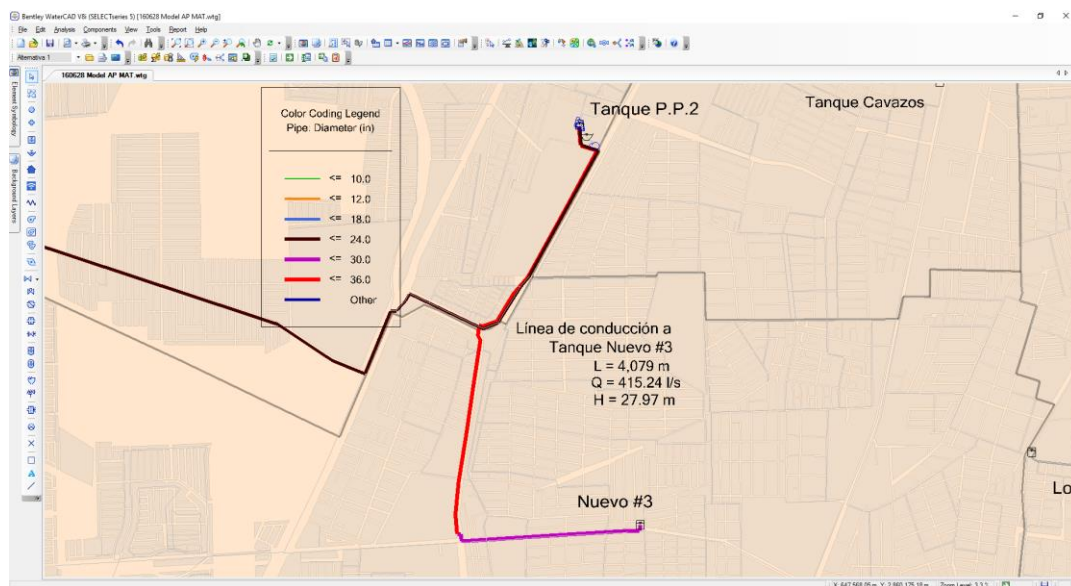


Figura 319. Línea de conducción al Tanque Nuevo #3.



Esta nueva configuración de diámetros en la línea de conducción da como resultado la siguiente curva del sistema.

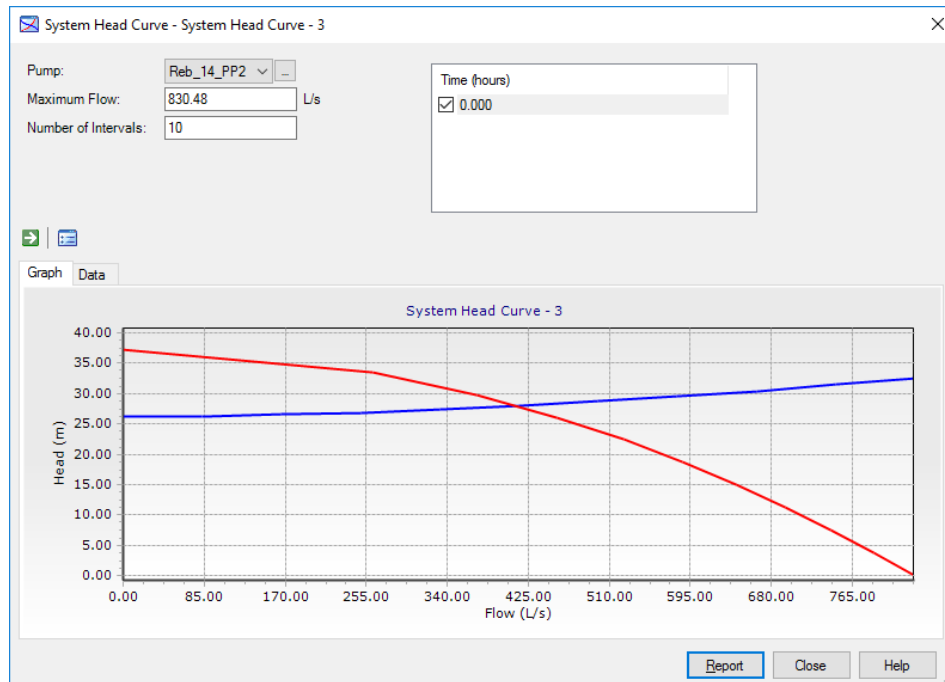


Figura 320. Curva del sistema al Tanque Nuevo #3.

El punto de diseño para el reequipamiento de la planta de bombeo de la línea de conducción al Tanque Nuevo #3, corresponde a un caudal $Q = 415.24$ L/s y una carga de diseño $H = 27.97$ m. Con una eficiencia del 70% y con el punto de diseño, se tienen una potencia teórica de la estación de bombeo:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 162.766 \text{ kW} = 218 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 415.24 L/s

$H = 27.97 \text{ m}$

$\eta = 70 \%$

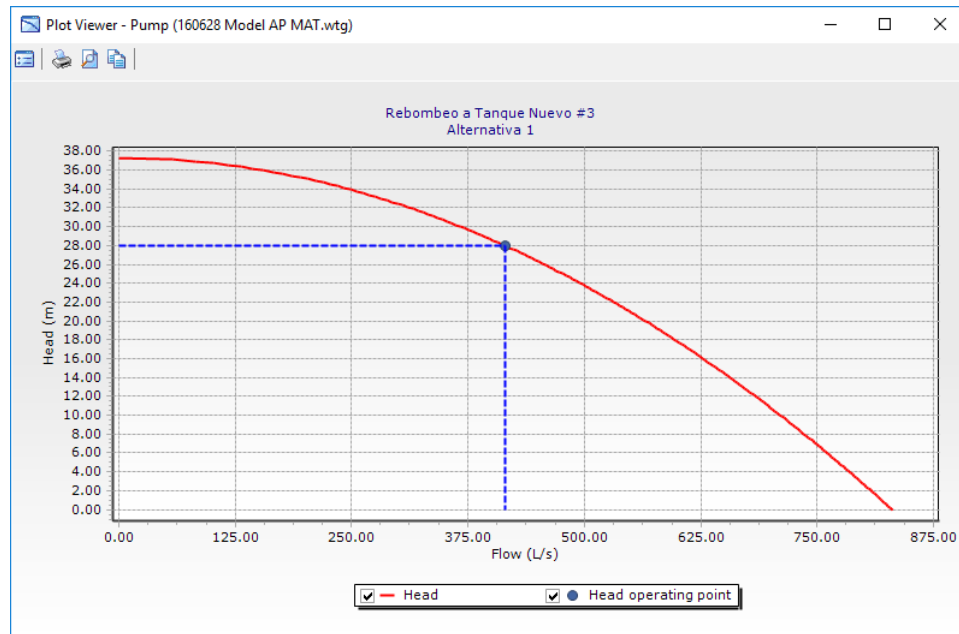


Figura 321. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Nuevo #3.

Red de distribución.

La red de distribución del Tanque Nuevo #3 cuenta con alrededor de 112 km de red primaria, en diámetros que van de las 4" a las 24" de diámetro. En este sector se propone reforzar los siguientes tramos:

- De la tubería de conducción se desprende tubo nuevo de PVC en 30" con longitud de 38 m como el tubo de alimentación al Tanque Nuevo #3. El tanque contará con 2 líneas de descarga, la línea Este y la línea Oeste, que se describen a continuación.
- Descarga del tanque hacia la zona Este, se proponen 39 m de tubería nueva de PVC de 24" de diámetro, que conectan a tubería existente de 18" de diámetro.
- A partir de la conexión anterior, la línea existente de 18" se propone reforzarla a 24" en PVC, en longitud de 1,112 m, hacia el Este por la calle Ing. Marte R. Gómez hasta el cruce con la calle Gran Puerta de México donde se une a tubo existente de 24" de diámetro.
- Reforzar tubería existente de 8" de diámetro que va por la calle Pedro Cárdenas Gutiérrez, hacia el norte, desde el cruce con la Av. Ing. Marte R. Gómez hasta calle Tláloc (prol. Calle 3). Longitud total de 579 m, cambiar a tubería de PVC de 10" de diámetro.
- Descarga del tanque hacia la zona Oeste, se propone tubería nueva de PVC con longitud de 2,256 m sobre la calle Ing. Marte R. Gómez, de los cuales:
 - o 1000 m son en 24", comenzando en el Tanque Nuevo #3 hasta llegar al cruce de la calle Sierra Madre Occidental, donde se conecta con tuberías existentes de 10" de diámetro. También habilitar conexión con tubería de 6" en cruce con calle Francisco I. Madero, conexión con tubo de 8" en cruce con calle Gral. Luis Caballero
 - o 1256 m en diámetro de 16", desde Sierra Madre Occidental hasta conectarse con la línea de 16" que viene de la Planta Potabilizadora 2, en la esquina de la calle 12 de Marzo. Habilitar conexión con tubo de 8" de diámetro en cruce con calle Canek.



En la figura siguiente se muestran las tuberías nuevas:

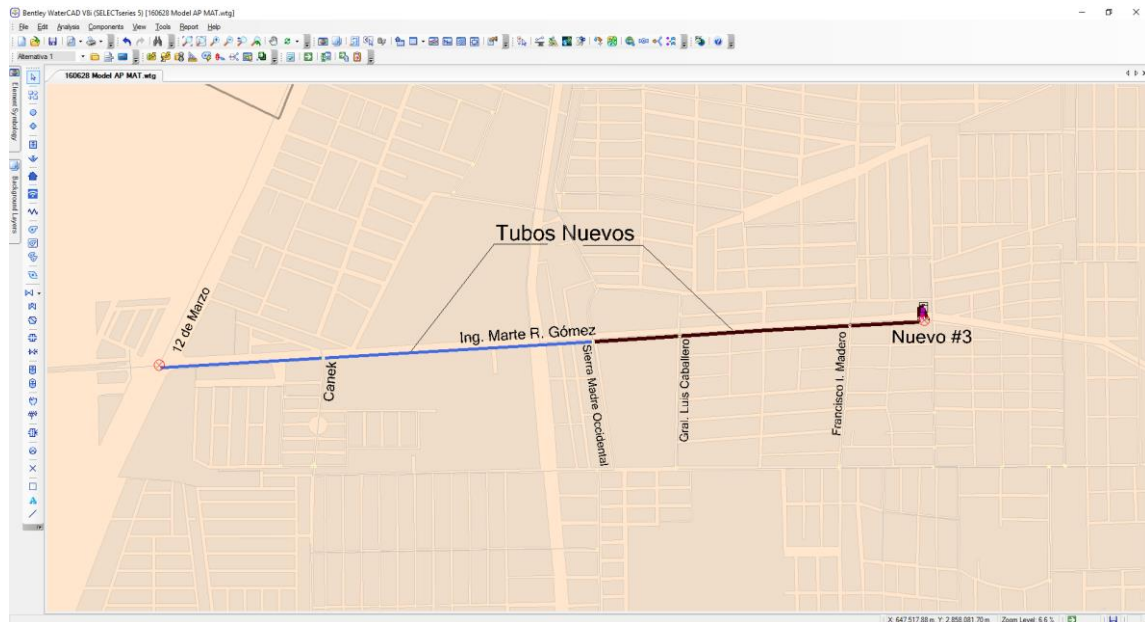


Figura 322. Tuberías nuevas en sector del Tanque Nuevo #3.

En la figura siguiente se muestran las tuberías a reforzar.

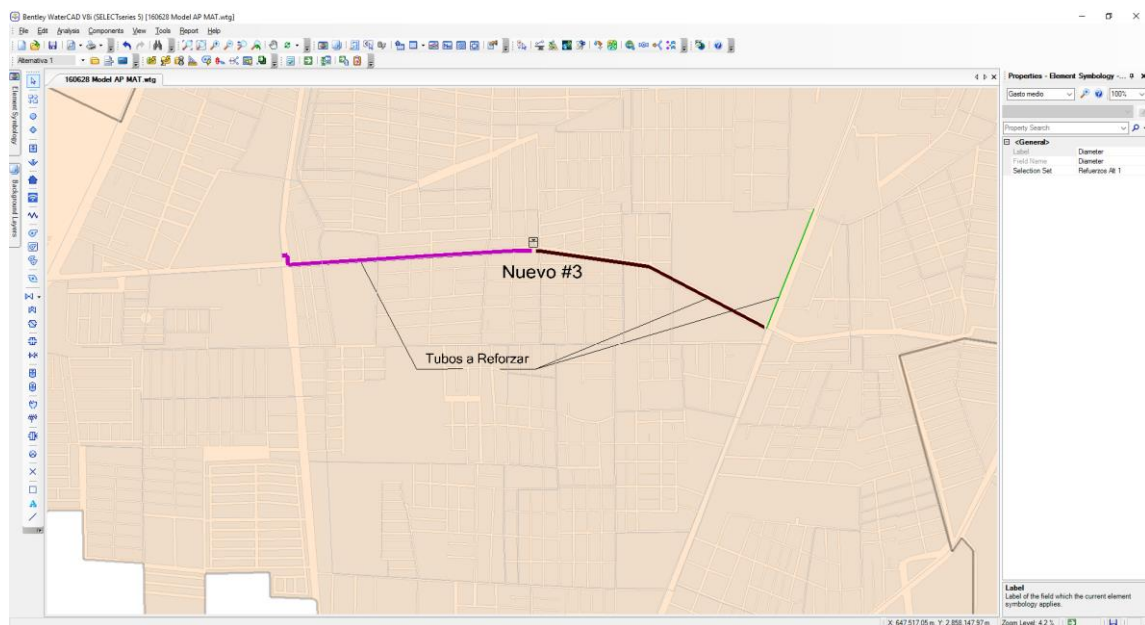


Figura 323. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Nuevo #3.

Las presiones en el sector están entre los 10 y los 30 metros de columna de agua, siendo 12 mca la presión más baja, mientras que la presión más alta registrada en el sector es de 27 mca.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

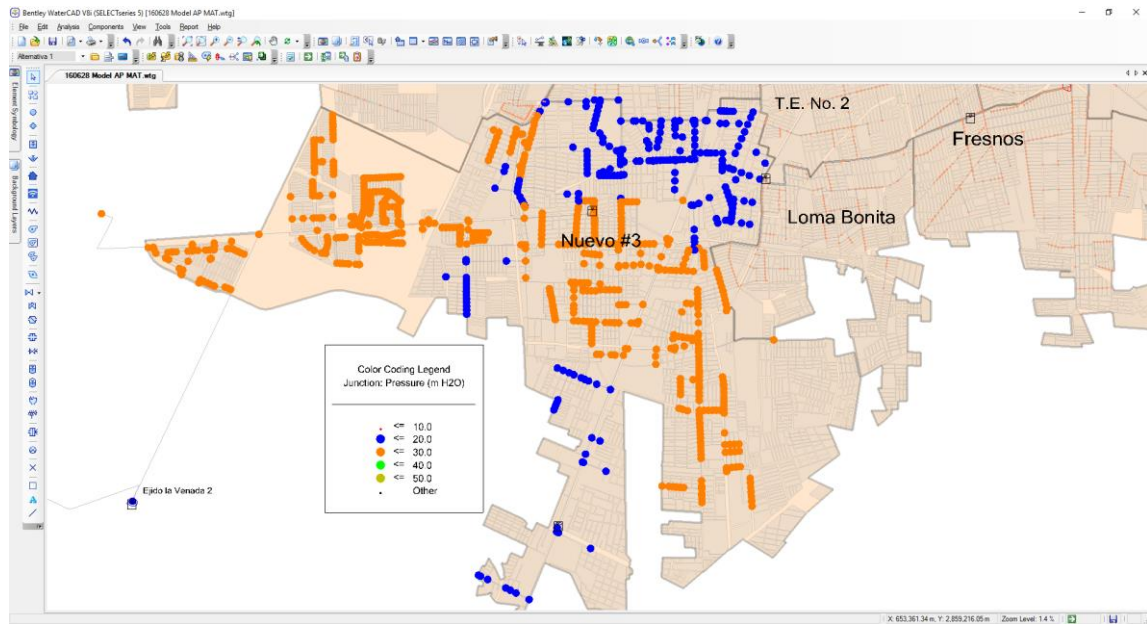


Figura 324. Presiones en sector del Tanque Nuevo #3.

Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque Nuevo #3.

Para sectorizar y aislar el sector del Tanque Nuevo #3, es necesario cerrar 11 válvulas de corte, 2 de ellas colindantes con el sector del Tanque Loma Bonita, 1 válvula en la frontera con el sector del Tanque #2, 7 válvulas en los límites con el sector del Tanque Cavazos y 1 válvula colindante con Brisas del Valle.

Tabla 220. Válvulas para aislar el sector de Tanque Nuevo #3.

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque Loma Bonita	Av. Venustiano Carranza esquina Álamo
2		Lic. Emilio Portes Gil esquina Diamante
3	Sector del Tanque #2	Nicolás Guerra esquina Natividad Lara
4	Sector del Tanque Cavazos	Av. Del Trabajo esquina Pedro Cárdenas Gutiérrez
5		Av. Del Trabajo esquina Sinaloa
6		Av. Del Trabajo esquina Carlos Salazar
7		Av. Del Trabajo esquina Fidel Velázquez Sánchez
8		Constitución del 17 esquina Mariano Matamoros
9		Constitución del 17 esquina Dr. Ignacio Chávez
10		Constitución del 17 esquina Virgilio Garza Ruiz
11	Sector del Tanque Brisas del Valle	12 de Marzo esquina Paseo de las Palmas

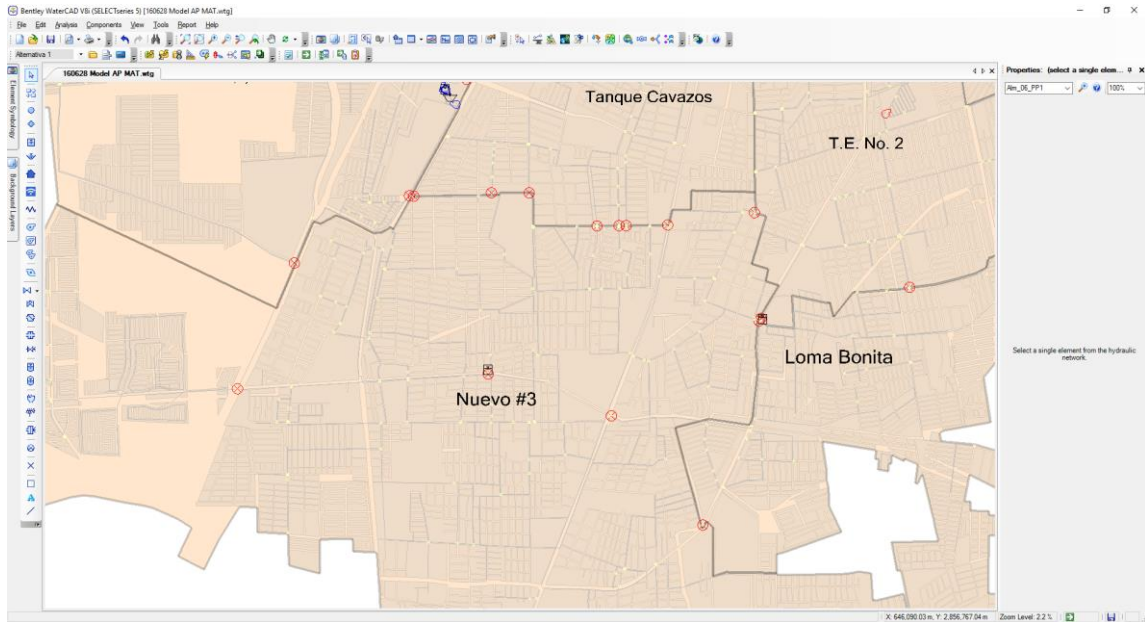


Figura 325. Válvulas para aislar los sectores de Tanque Nuevo #3.

Sector del Tanque Brisas del Valle.

Este tanque entregará agua a una extensión territorial de aproximadamente 1,046 hectáreas, y representa una demanda por atender de 576.5 L/s como gasto máximo horario. Este caudal equivale al 13.7 % de la demanda total del sistema de distribución de Matamoros.

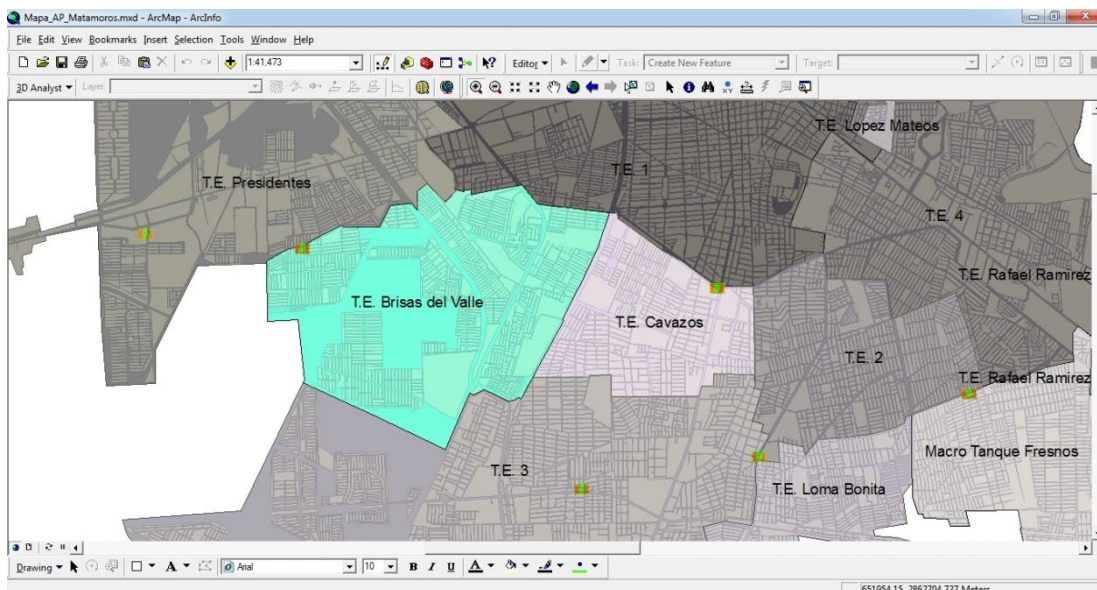


Figura 326. Sector de distribución del Tanque Brisas del Valle.

El tanque será alimentado por una línea de conducción directa, que saldrá de la Planta Potabilizadora 2, en el reequipamiento que se propone realizar en la planta de bombeo donde actualmente está el rebombeo llamado “Bomba 11”. La altura propuesta del Tanque Brisas del Valle es de 25 m, a la base del depósito.



Línea de conducción.

Los primeros 1,110 m de la línea de conducción pertenecen a la línea de conducción existente, que sale del tanque de aguas claras de la Planta Potabilizadora 2 hasta el cruce de las calles Virgilio Garza Ruiz esquina con calle Constitución del 17, en donde se estará colocando una válvula de corte, para derivar a un tubo nuevo de PVC de 24" de diámetro que va directamente al Tanque Brisas del Valle. A partir de este punto se coloca este tubo nuevo, de 5,331 m de longitud porque el existente tiene derivaciones a la red y esto es lo que se quiere evitar con el nuevo esquema de distribución. La longitud total de la línea de conducción será de 6,441 m, Gasto Máximo Diario $Q = 371.94$ L/s y una carga de diseño $H = 37.67$ metros.

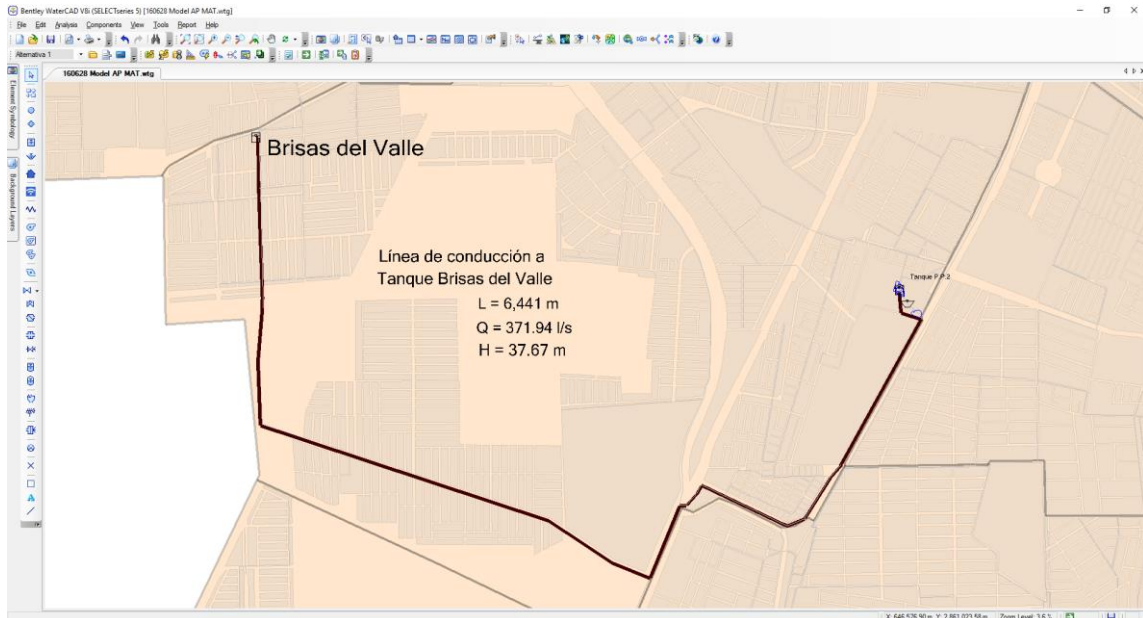


Figura 327. Línea de conducción al Tanque Brisas del Valle.



Con los datos de diámetros y longitud de la línea de conducción se procede a obtener la curva del sistema, que es donde se cruza con el caudal de diseño para obtener el valor de la carga de diseño. La siguiente figura muestra tanto la curva del sistema como la curva de la bomba.

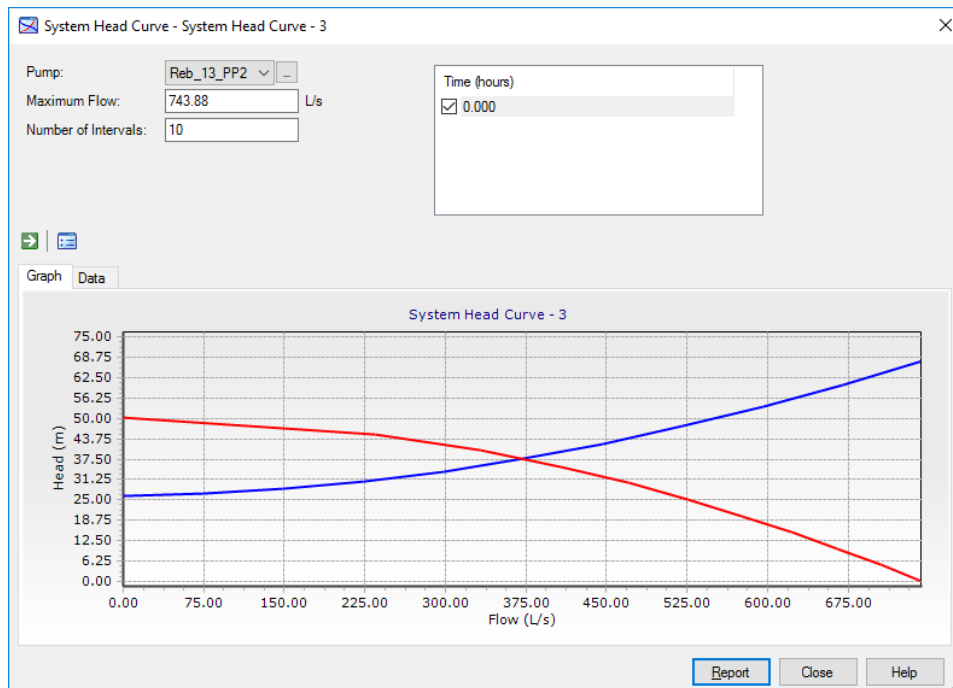


Figura 328. Curva del sistema al Tanque Brisas del Valle.

El punto de diseño para el equipo de bombeo de la línea de conducción al Tanque Brisas del Valle es para un caudal $Q = 371.94$ L/s y una carga de diseño $H = 37.67$ m. Con una eficiencia del 70% y con el punto de diseño, se tienen una potencia teórica de la estación de bombeo:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 196.354 \text{ kW} = 263 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 371.94 L/s

$H = 37.67 \text{ m}$

$\eta = 70 \%$



La curva de la bomba se muestra en la siguiente figura:

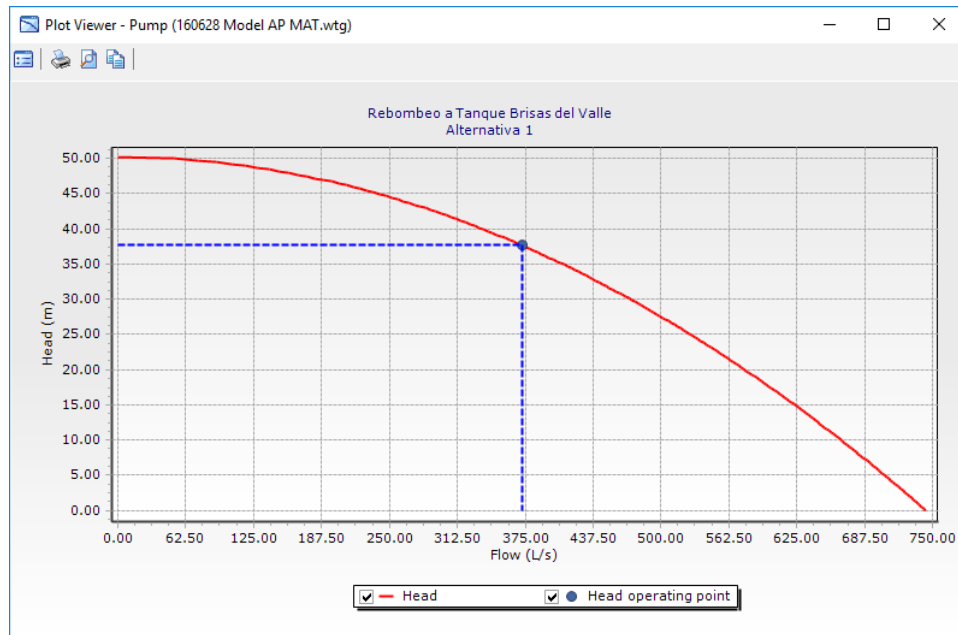


Figura 329. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Brisas del Valle.

Red de distribución, tramos de tubería nuevos.

Del tanque se desprenden dos líneas hacia la red de distribución, una hacia el norte y otra hacia el sur, que junto con las tuberías existentes se propone la creación de un circuito principal de distribución con diámetros de 16" principalmente.

La línea que va hacia el norte, nace con un tubo nuevo de 25 m de longitud, de PVC y 20" de diámetro que se conecta con línea existente en la calle Brisas del Valle, para continuar en PVC de 18" de diámetro por la calle Bahía de Santa María, con una longitud de 288 m, hasta llegar a conectarse con tubería de 8" sobre la calle Laguna de las Brisas. El tubo continúa ahora en 16" por los siguientes 1,980 m, hasta llegar a conectarse con cruce en la calle Casa Blanca esquina con Principal, donde la tubería existente es también de 16" de diámetro. En el trayecto de este último tramo, habilitar conexiones con tubería de 8" en calle Cedro y de 6" en calle San Pedro.

La bajada del Tanque hacia el Sur, es de PVC de 16" de diámetro y longitud de 18.4 m, para conectarse con tubería existente sobre la calle Brisas del Valle.

En la parte sur del sector, en la colonia Hacienda del Puente, se propone conectar 2 tubos nuevos de 8" a la red, desde tubo existente de 24", el primero conectando con la calle Fuji, con 71 m de longitud y el segundo conectando por la calle Del Puente, con una longitud de 82 metros.

Tubo nuevo de PVC de 6" de diámetro conectando tuberías existentes entre las calles de Valle de Mónica y Viejo San Juan, con longitud de 188 metros.



Tramo nuevo de PVC de 6" con longitud de 30 m, para unir tramos de tubería entre las calles Valle Alto y Sahara, en la colonia Valle Real.

Conectar tuberías en el cruce de las calles Casablanca y Mohamed, ya que actualmente están desconectadas y esa conexión ayudará a una mejor distribución en esa zona.

Por la avenida Constituyentes actualmente pasa una tubería de 16" y se tienen conexiones en los cruces con las calles Mediterráneo, que va con diámetro de 16" y también en el cruce de la calle Casablanca, que va con diámetro de 6". En ambos cruces se propone generar un by-Pass, ya que la tubería que va por la Av. Constituyentes estará siendo propuesta como línea de conducción hacia el Tanque Presidentes. Ver figura para mayor referencia.

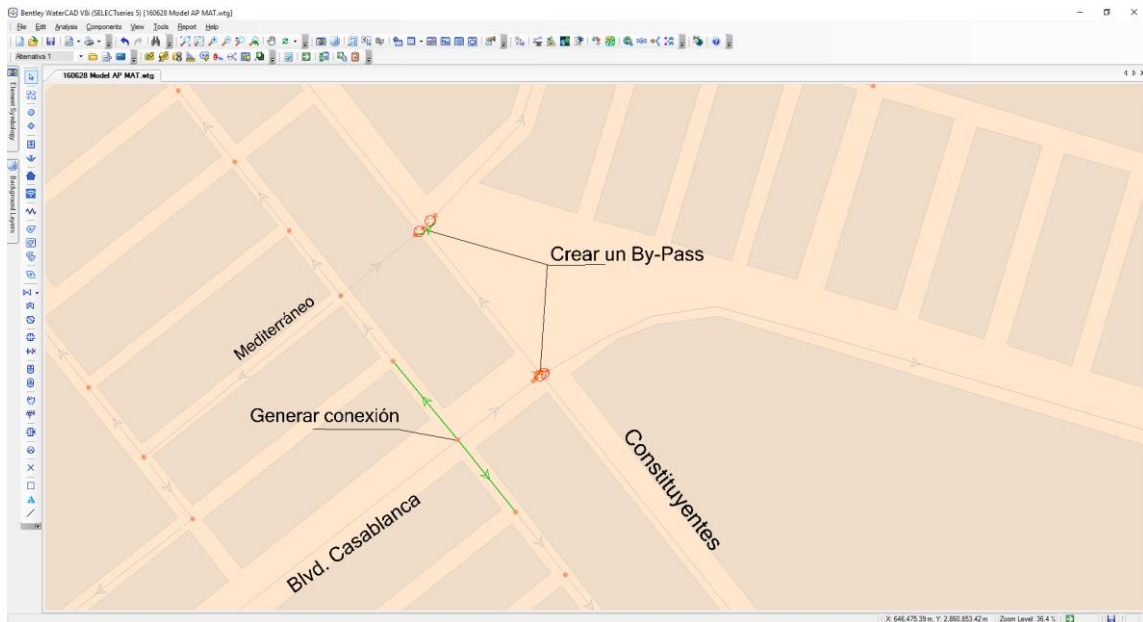


Figura 330. Detalle de conexiones en sector de Brisas del Valle.

Por la calle Brisas del Valle, actualmente baja un tubo de 12" de diámetro. Se propone generar las conexiones con las tuberías de 4" de diámetro en los cruces con las calles Rinconada del Chairel y Rinconada del Chairel Sur, así como también se propone conectar con tubería de 8" que pasa por la calle ojo de agua.

En la siguiente figura se muestran los tramos de mejora operativa (tramos nuevos) que se proponen para el sector del Tanque Brisas del Valle.

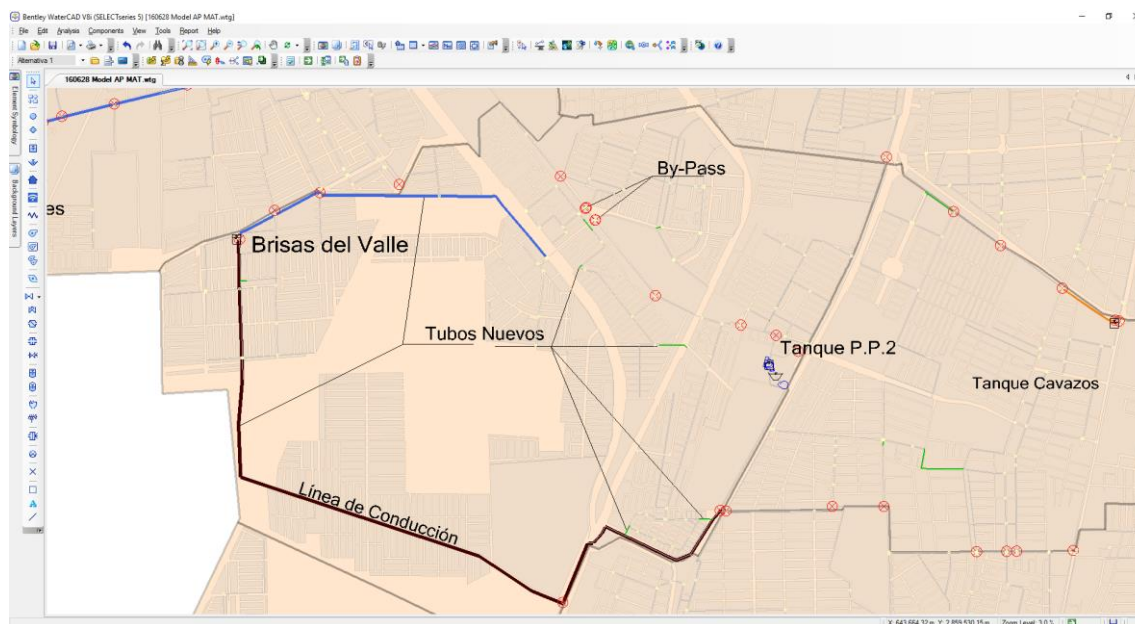


Figura 331. Tubos Nuevos en sector de Brisas del Valle.

Red de distribución, tramos de tubería por reforzar.

Además de necesitar tuberías nuevas para el sector Brisas del Valle, será necesario reforzar algunos tramos de la red para mejorar las condiciones operativas. Las propuestas de refuerzo contemplan:

- Tramo de tubería de 952 m que baja por Av. Brisas del Valle, desde Av. Bahía de Santa María, actualmente tiene diámetro de 12", y se propone cambiar por tubo de PVC de 16" de diámetro.
- Tubo de 221 m que actualmente tiene 4" de diámetro, y va por la calle Pirules, entre Ojo de Agua y Puerto Arista. Cambiar por tubo de PVC de 8" de diámetro.
- Tubo de 212 m que actualmente tiene 4" de diámetro, y va por la calle Laguna Aguada Grande, entre Puerto Loreto Sur y Puerto Arista. Cambiar por tubo de PVC de 8" de diámetro.
- Tramo de tubería de 336 m que baja por calle Cedros, desde Av. Bahía de Santa María hasta Rinconada del Chairel, actualmente tiene diámetro de 6", y se propone cambiar por tubo de PVC de 8" de diámetro.
- Tramo de tubería de 294 m que va por calle Rinconada del Chairel, desde calle Cedros hasta Laguna de las Brisas, actualmente tiene diámetro de 6", y se propone cambiar a PVC de 8" de diámetro.
- Tubo de 176 m que actualmente tiene 4" de diámetro, y va por la calle Laguna de las Brisas, entre Rinconada del Chairel y Rinconada del Chairel Sur. Cambiar por tubo de PVC de 8" de diámetro.
- Tubo que actualmente tiene 8" de diámetro, entre calle Puerto Vallarta y Av. Del Puente, con longitud de 76 m. Cambiar por tubo de PVC de 10" de diámetro.
- Tramo de 195 m de tubería que actualmente tiene 4", por la calle Viejo San Juan, entre calle San Juan y 12 de Marzo, cambiar por tubería de PVC de 6" de diámetro.
- 234 m de tubería que actualmente tiene diámetro de 4", cambiarlos por diámetros de 6", comprendidos desde la calle Mohamed, entre Madeira y Sahara (43 m) y por calle Sahara, entre Mohamed y Valle de Alejandría (191 m).

En la siguiente figura se muestran los tramos de tubo en los que se propone cambio de diámetro para mejorar las condiciones operativas del sector del Tanque Brisas del Valle.

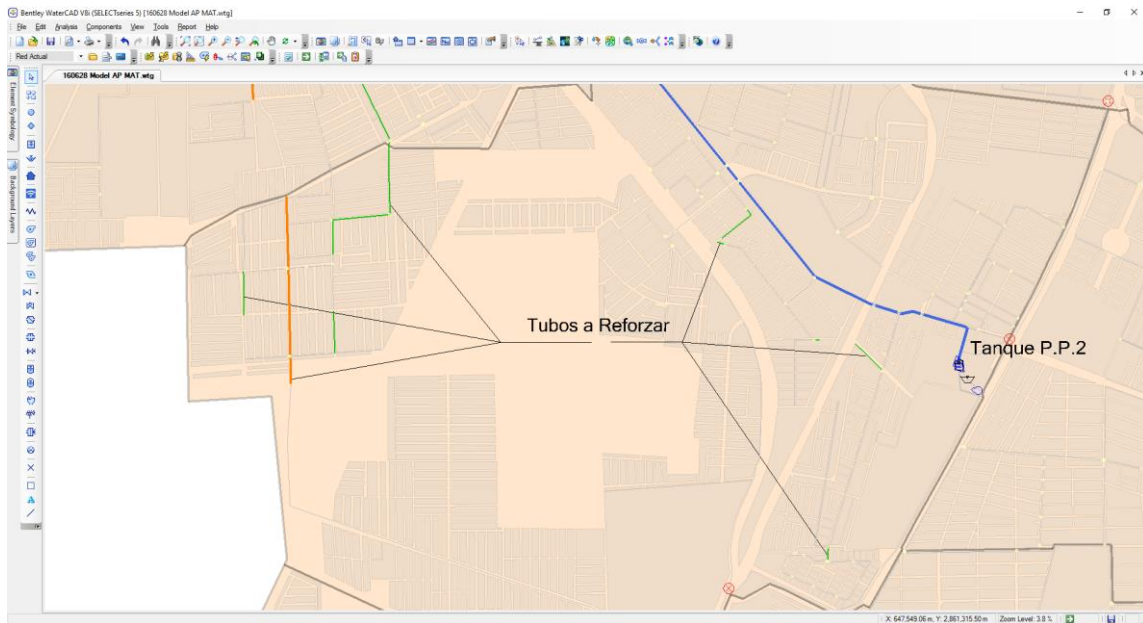


Figura 332. Tubos a reforzar en sector de Brisas del Valle.

Con las tuberías nuevas y los refuerzos en los diámetros propuestos, las presiones en el sector del Tanque Brisas del Valle van de los 10 a los 30 metros de columna de agua. En la siguiente figura se muestra la distribución de presiones en el sector.

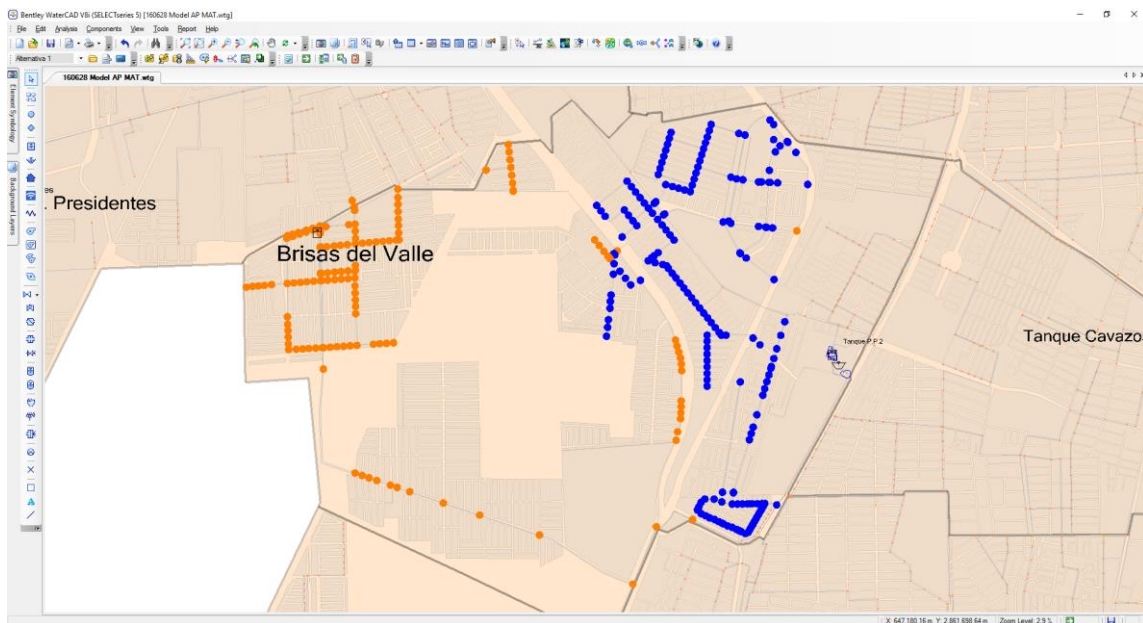


Figura 333. Presiones en sector del Tanque Brisas del Valle.

La presión mínima que se presenta en la red es de 12 metros de columna de agua, mientras que la presión mayor es de 28 metros de columna de agua.



Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque Brisas del Valle.

Para sectorizar y aislar el sector del Tanque Brisas del Valle, es necesario cerrar 5 válvulas de corte, 3 de ellas colindantes con el sector del Tanque Presidentes, 1 válvula en la frontera con el sector del Tanque Cavazos y 1 válvula colindante con el sector del Tanque Nuevo #3.

Tabla 221. Válvulas para aislar el sector de Tanque Brisas del Valle.

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque Presidentes	Av. Bahía de Santa María esquina Laguna de Las Brisas
2		Av. Bahía de Santa María esquina Cedros
3		Circuito interior esquina Laguna Santa María
4	Sector del Tanque Cavazos	Isabel La Católica esquina Puerto Rico
5	Sector del Tanque Nuevo #3	12 de Marzo esquina Paseo de las Palmas
6	Tubo Extru-Pak por Av. Constituyentes	Constituyentes esquina San Juan
7		Constituyentes esquina Valle del Parque
8		Constituyentes esquina Marruecos

Sector del Tanque Presidentes.

En la actualidad, existe un Tanque Presidentes, pero se propone construir uno nuevo en el mismo predio. Este Nuevo Tanque Presidentes será el que abastezca al sector Noroeste de la ciudad, con una extensión de territorio de alrededor de 1,988 hectáreas, actualmente suministra caudal para aproximadamente el 1.6% de las demandas del sistema, pero con la nueva distribución propuesta, el Tanque Presidentes estará suministrando un caudal de 400 L/s en gasto máximo horario, lo que equivale a la dotación del 9.5 % de las necesidades de Matamoros. El Nuevo Tanque Presidentes contará con una altura de 25 m, medidos del terreno a la base del depósito.

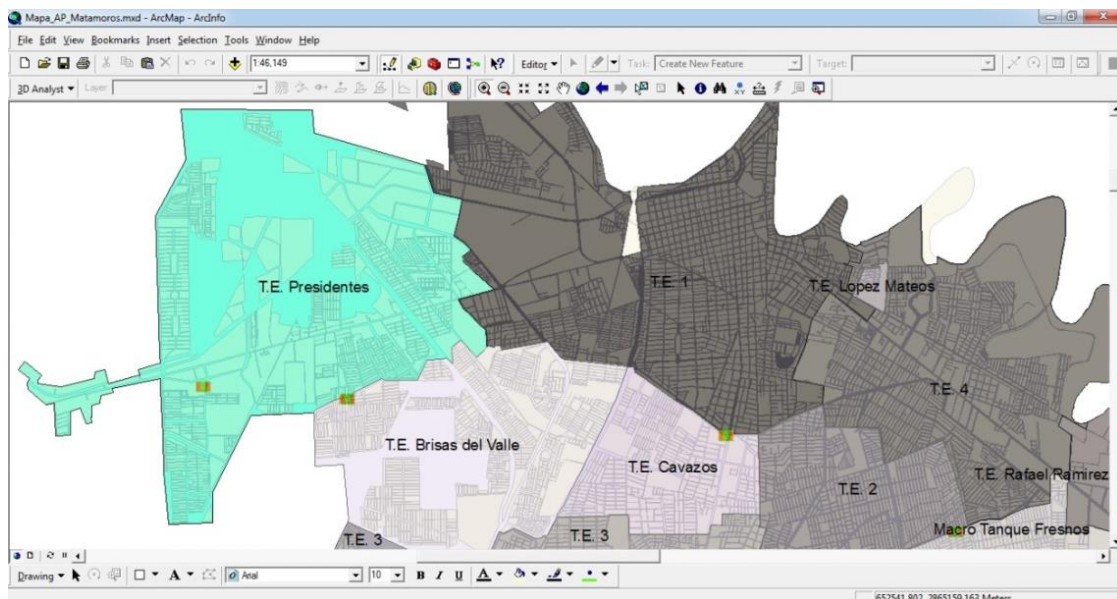


Figura 334. Sector de distribución del Tanque Presidentes.



Línea de conducción

La línea de conducción al Tanque Presidentes comienza con el reequipamiento del tanque de agua clara en la Planta Potabilizadora 2, en lo que ahora se conoce como casa de bombas 5 y 6. El Gasto Máximo Diario para este sector es de $Q = 257.75$ L/s y se llevará el agua a través de una tubería existente por la calle Constituyentes y luego por la Av. Sendero Nacional, hasta llegar a la calle Los Presidentes que es donde se ubica el nuevo Tanque Presidentes. La longitud total de la línea de conducción es de $L = 7,181$ m en tubería de PVC de 24" pulgadas.

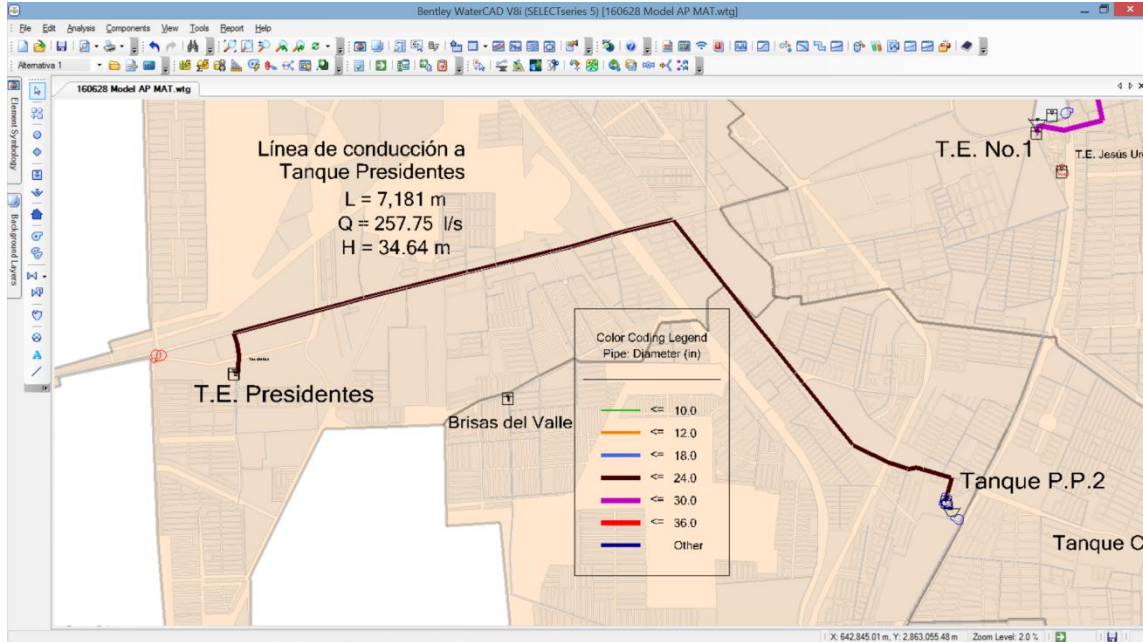


Figura 335. Línea de conducción al Tanque Presidentes.

Con los datos de Longitud y diámetro, así como el desnivel topográfico entre la fuente de abastecimiento o planta de bombeo y el tanque de entrega, se puede construir la curva del sistema, que es necesaria para obtener una propuesta de la carga de diseño para el equipo de bombeo.

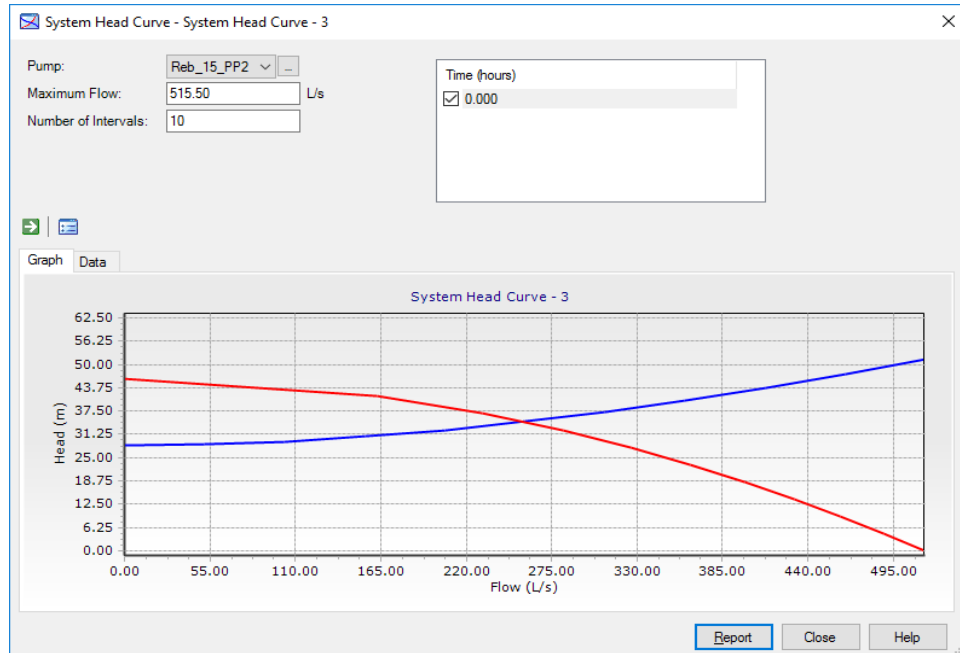


Figura 336. Curva del sistema al Tanque Presidentes.

El punto de diseño para el equipo de bombeo de la línea de conducción al Tanque Presidentes corresponde a un caudal $Q = 257.75$ L/s y una carga de diseño $H = 34.64$ m. Con una eficiencia del 70% y con el punto de diseño, se tienen una potencia teórica de la estación de bombeo:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 125.125 \text{ kW} = 168 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 257.75 L/s

$H = 34.64 \text{ m}$

$\eta = 70 \%$

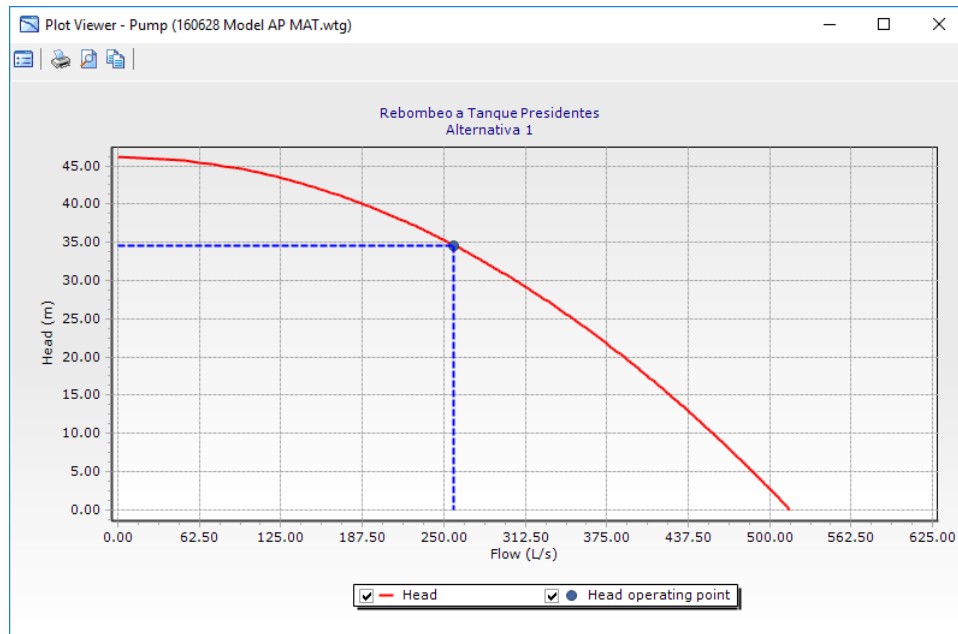


Figura 337. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Presidentes.

Red de distribución.

La infraestructura necesaria para optimizar el sistema de distribución del sector del Tanque Presidentes, puede dividirse en dos, infraestructura nueva e infraestructura a reforzar. La infraestructura nueva o también llamada mejora operativa consiste en la instalación de los siguientes tramos de tubería:

- La línea de conducción al Tanque Presidentes, al llegar al cruce de la Carretera Estatal (Sendero Nacional) con la calle Presidentes, en ese cruce, se divide en dos tubos que bajan hasta el tanque, uno con diámetro de 10" y el otro con diámetro de 12" ambos en PVC. Este último se propone reforzarlo a 24" hasta el Tanque (L = 360 m), mientras que el de 10" se dejará en ese diámetro, pero se cerrará la válvula que deriva agua hacia el actual rebompeo, que será deshabilitado en las propuestas de Alternativa 1. En ese cruce donde se propone cerrar con una válvula, se estará habilitando una conexión con tubería de 8" hasta el tanque con una longitud de 87 m.
- El tanque tendrá 2 bajadas, una de PVC de 12" hacia calle Presidentes, con longitud de 32 m, hasta conectar con tuberías existentes de 8" y 12" que continúan hacia el sur por la calle Presidentes.
- La tubería de bajada que se dirige al Norte, será de PVC de 20" con longitud de 350 m hasta llegar a la carretera Estatal (Sendero Nacional), en donde se tendrá un cruce donde saldrán dos tubos:
 - o Uno hacia el norte, de 5 m de longitud, PVC de 12" de diámetro, a conectarse con tubería existente de 14" de diámetro en PVC, que se dirige hacia el Oeste por la misma carretera Estatal.
 - o Uno hacia el Este, con diámetro de 18" que corre por la Carretera Estatal por una longitud de 2,564 m hasta conectar con tubería de 12" en la calle Las Brisas, desde donde la tubería nueva continuará con diámetro de 14" por una longitud de 1,071 m hasta conectarse con tubería de 12" existente en la calle Constituyentes.
 - o En el cruce anterior, se habilitará una conexión con tubería de PVC de 6" y longitud de 12 m, entre la tubería existente de 12" con tubería de 6" también existente.



Como refuerzo se tiene únicamente la tubería de la línea de conducción, que actualmente es de PVC de 14" de diámetro, y tendrá que cambiarse por tubería de PVC de 24" de diámetro.

Las presiones en la red de distribución varían entre los 20 y los 30 metros de columna de agua, tal como puede apreciarse en la siguiente figura.

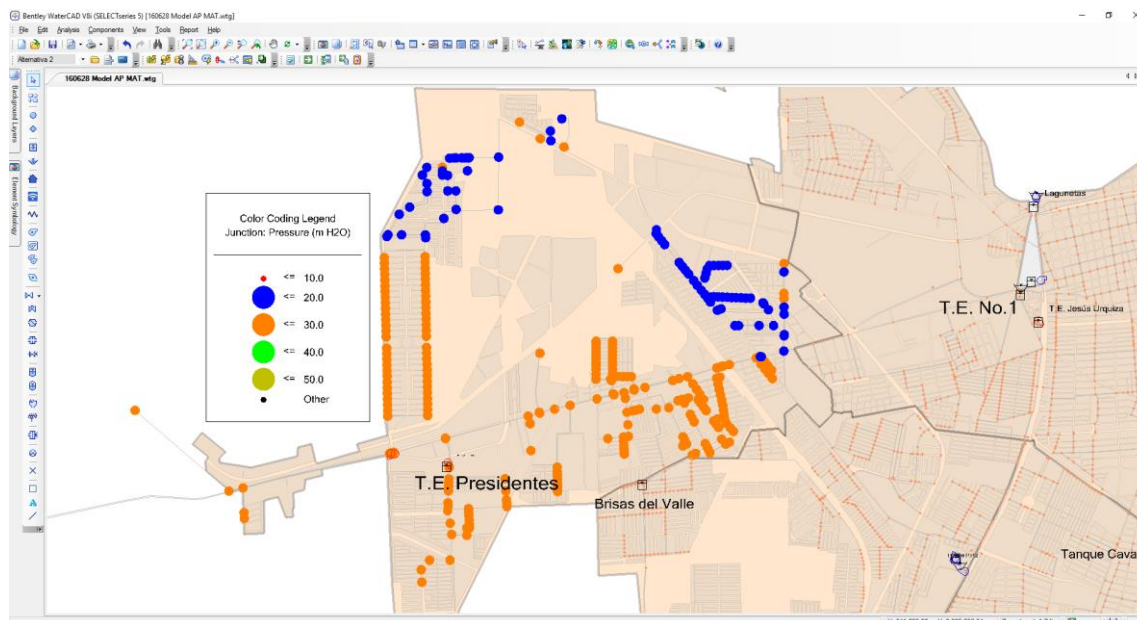


Figura 338. Presiones en sector del Tanque Presidentes.

Con la propuesta de sector para el nuevo Tanque Presidentes, se deja fuera de operación el rebombeo Presidentes.

Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque Presidentes.

Para sectorizar y aislar el sector del Tanque Presidentes, es necesario cerrar 4 válvulas de corte, 3 de ellas colindantes con el sector del Tanque Brisas del Valle y 1 válvula colindante con el sector del Tanque #1.

Tabla 222. Válvulas para aislar el sector de Tanque Presidentes.

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque Brisas del Valle	Av. Bahía de Santa María esquina Laguna de Las Brisas
2		Av. Bahía de Santa María esquina Cedros
3		Círculo interior esquina Laguna Santa María
4	Sector del Tanque #1	Carretera Estatal No. 8 esquina Puerto Escondido

Sector del Tanque Cavazos.

El Tanque Cavazos es un tanque ubicado al centro geográfico de la ciudad de Matamoros, propuesto en el cruce del periférico Manuel Cavazos Lerma con la Av. Pedro Cárdenas Gutiérrez. Su cobertura será de aproximadamente 455 hectáreas, y está propuesto para atender un 4.6% de las demandas del sistema, que



para este sector corresponde a un gasto máximo horario de $Q = 197.11$ L/s. La altura de este tanque será de 25 m, medidos desde el terreno natural hasta la base del almacenamiento.

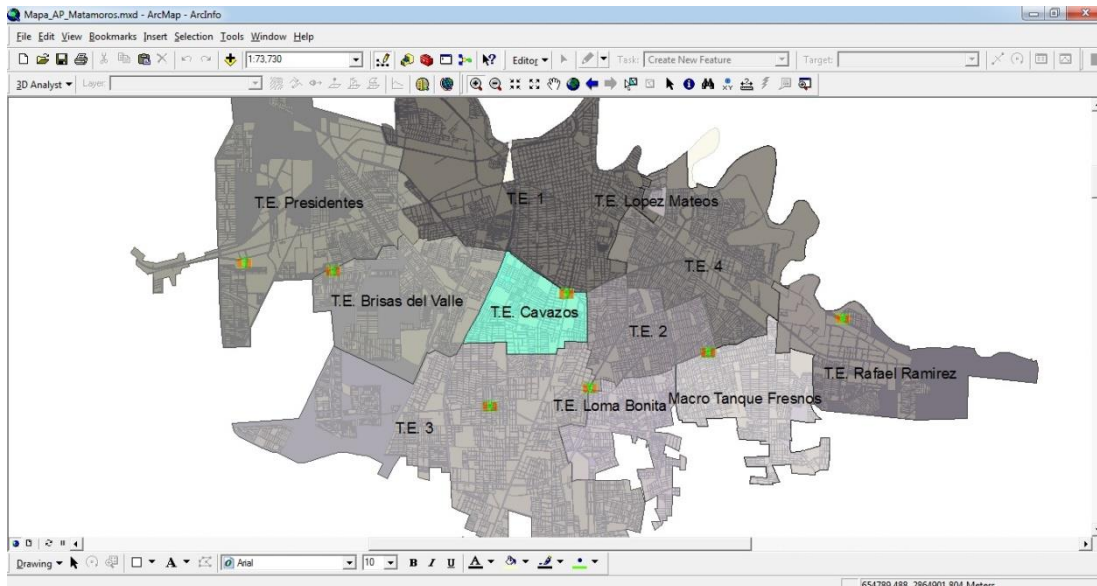


Figura 339. Sector de distribución del Tanque Cavazos.

El Tanque Cavazos será alimentado con una línea de conducción que viene de la Planta Potabilizadora 2, de la estación de bombeo donde actualmente se encuentran los equipos denominados Bombas 5 y 6, a través de una tubería existente de 30" de diámetro en material de Asbesto – Cemento. La longitud total de la línea de conducción será de $L = 3,455$ m, y el gasto de diseño será la suma del gasto máximo diario del sector 127.17 L/s más el caudal que se deriva a la zona de las colonias Rincón Colonial, Villa Española y Paseo del Magisterio (53.88 L/s) por lo que el gasto total a bombear $Q = 181.05$ L/s.

Línea de conducción.

La línea de conducción comienza en la Planta Potabilizadora 2, con el reequipamiento de la casa de bombas 5 y 6, para poder conducir un caudal $Q = 181.05$ L/s. Comienza la línea de conducción desde la descarga de las bombas, con tubería existente de Asbesto – Cemento de 30" de diámetro, y a 322 m se tiene la derivación a red en el cruce de las calles Virgilio Garza Ruiz y Puerto Rico, mediante una salida de un tubo de Asbesto – Cemento de 16" de diámetro, que conecta con la red de distribución de la zona de las colonias Rincón Colonial, Villa Española y Paseo del Magisterio.

Después de la única derivación que se hace a red desde un bombeo, la línea de conducción existente de Asbesto – Cemento de 30" de diámetro continúa por la calle Virgilio Garza Ruiz, hasta dar vuelta por el periférico Manuel Cavazos Lerma. Al llegar al cruce de la calle Gral. Carlos Salazar, el diámetro es reducido a 24" y continúa así hasta llegar al Tanque Cavazos.

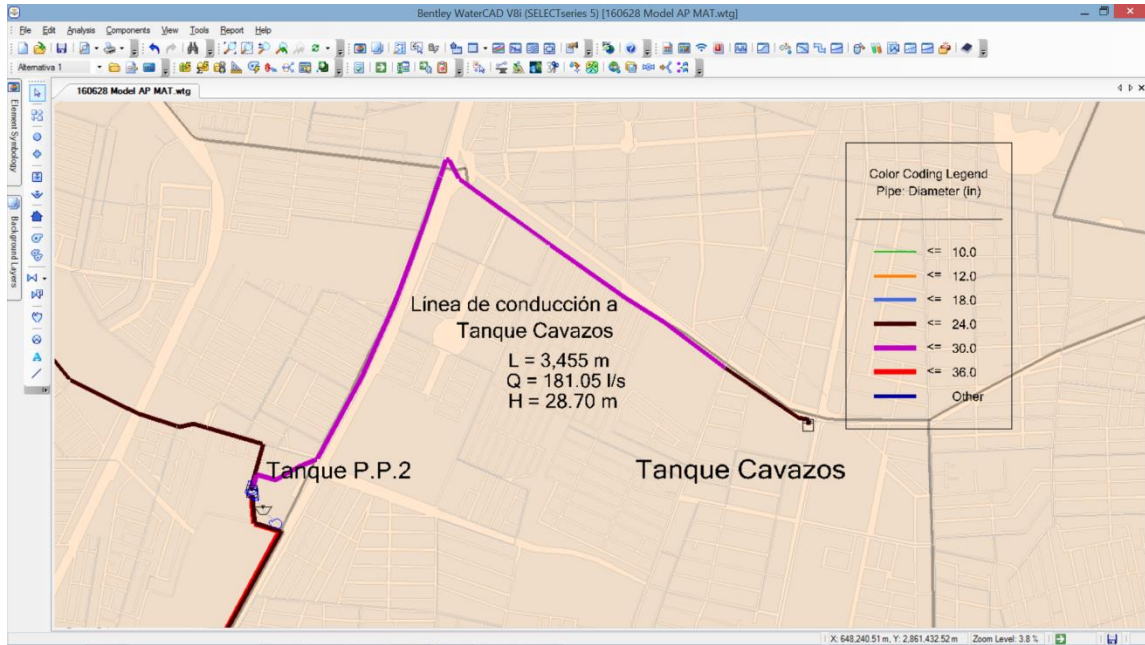


Figura 340. Línea de conducción al Tanque Cavazos.

Con los datos de diámetros y longitud de la línea de conducción se procede a obtener la curva del sistema, que es donde se cruza con el caudal de diseño para obtener el valor de la carga de diseño. La siguiente figura muestra tanto la curva del sistema como la curva de la bomba.

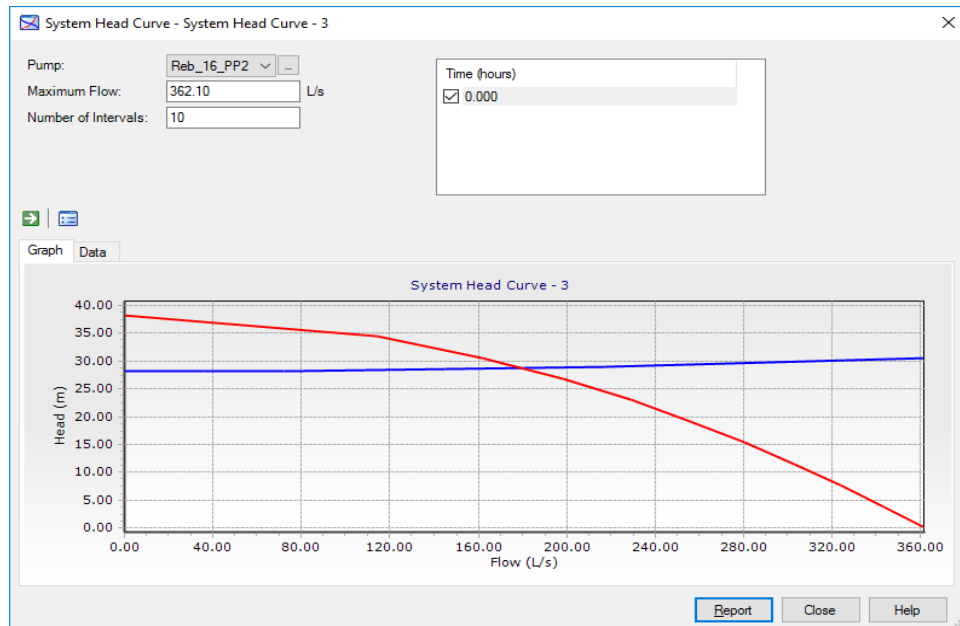


Figura 341. Curva del sistema al Tanque Cavazos.

El punto de diseño para el equipo de bombeo de la línea de conducción al Tanque Cavazos corresponde a un caudal $Q = 181.05$ L/s y una carga de diseño $H = 28.70$ m. Con una eficiencia del 70% y con el punto de diseño, se tienen una potencia teórica de la estación de bombeo:



$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 72.820 \text{ kW} = 98 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 181.05 L/s

H = 28.70 m

η = 70%

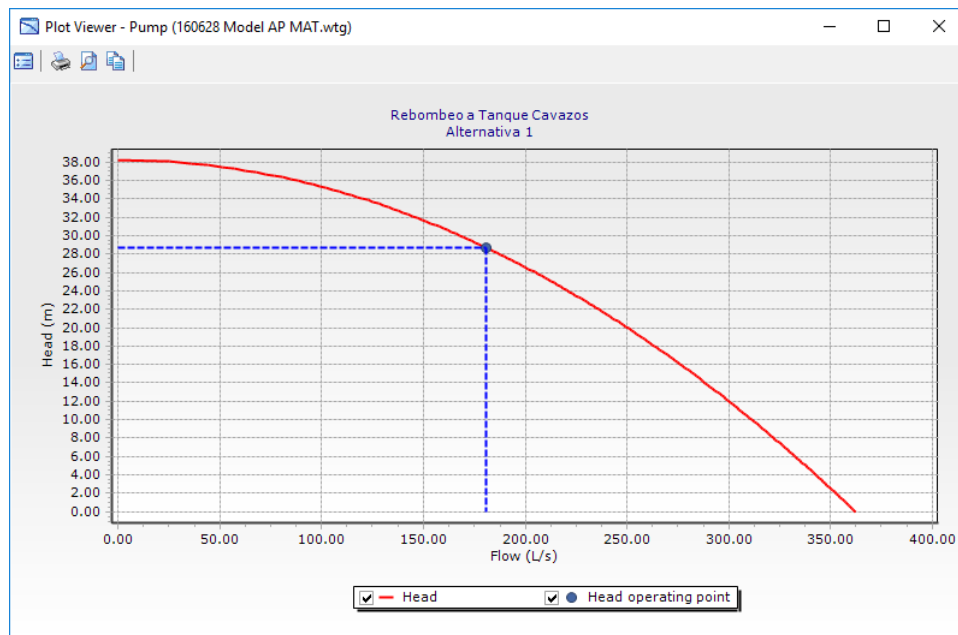


Figura 342. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Cavazos.

Red de distribución

Para la red de distribución del Tanque Cavazos se tuvieron que proponer algunas mejoras operativas mediante la instalación de tubos nuevos que permitieran una mejor interconexión de las tuberías. Las propuestas de mejora fueron:

- Tubería de PVC de 24" de diámetro con longitud de 22 m, para conectar tubo existente de 24" de diámetro, con el Tanque Cavazos.
- Tubo de PVC de 12" de diámetro con longitud de 414 m sobre Manuel Cavazos, hasta llega a la Av. Gral. Carlos Salazar, donde se conecta con tuberías existentes de 14" y 8".

- 248 m de tubería de PVC de 8" de diámetro, para unir tuberías existentes por el Libramiento Manuel Cavazos Lerma, entre las calles Paseo Naranja y Paseo de Los Fresnos.
- Construcción de la línea de distribución para conectar la línea de 8" de diámetro sobre la C. Francisco Javier Mina y Costa de Oro, con una longitud de 404 m y 8 " de diámetro, con tubería de PVC, hasta la C. Reynosa y Quintana Roo.

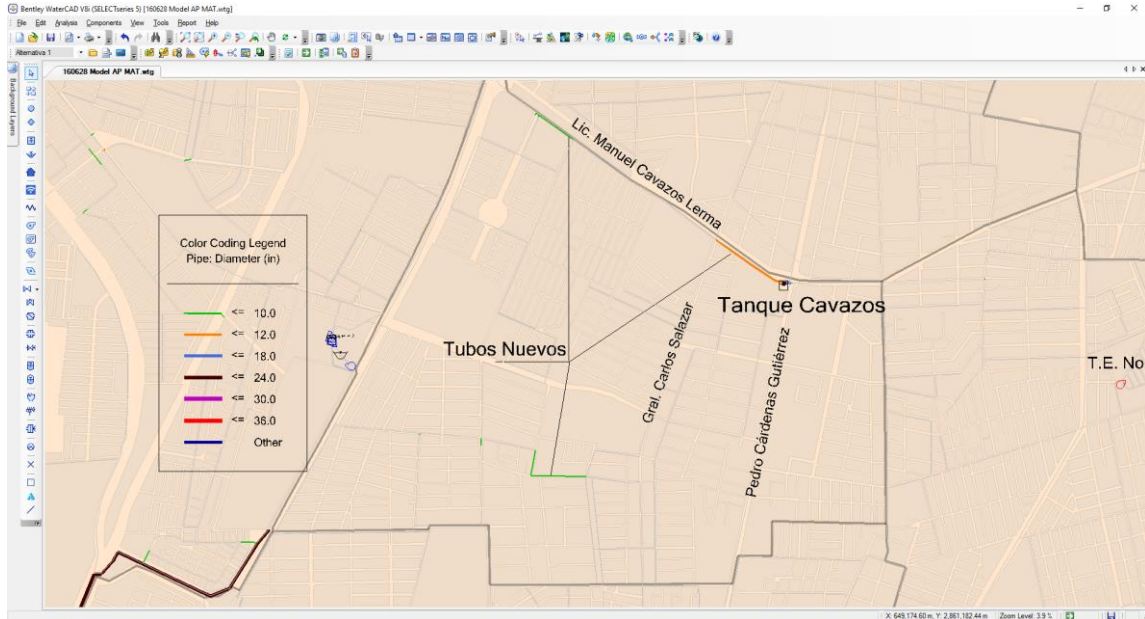


Figura 343. Tubos Nuevos en sector de Tanque Cavazos.

Las presiones del sector del Tanque Cavazos, oscilan entre los 20 y los 30 mca, tal como se muestran en la figura siguiente.

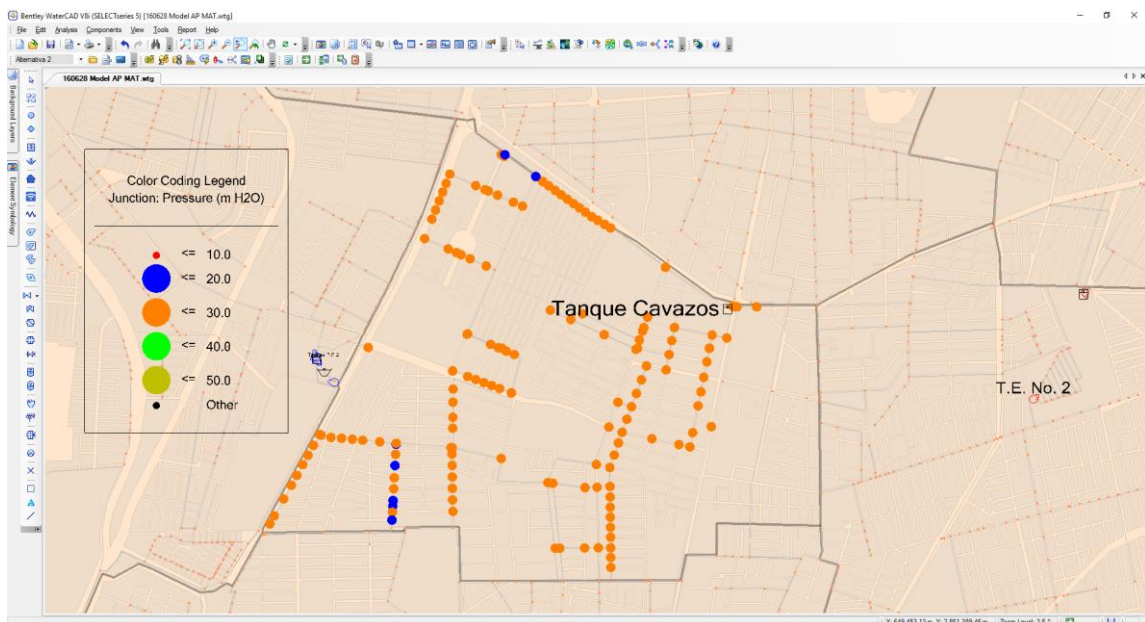


Figura 344. Presiones en sector del Tanque Cavazos.



Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque Cavazos.

Al estar en el centro de la red de distribución, el Sector del Tanque Cavazos es el sector al que se tienen que cerrar más válvulas, con un número de 14. Para aislar del Tanque #1 se requiere el cierre de 5 válvulas; en la colindancia con el sector del Tanque #2, se requiere el cierre de 1 válvula; con la frontera del sector del Tanque Nuevo #3, existen 7 válvulas de corte que se tienen que cerrar y finalmente para aislar del sector del Tanque Brisas del Valle, se tiene 1 válvula de corte.

Tabla 223. Válvulas para aislar el sector de Tanque Cavazos.

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector del Tanque #1	Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Pedro Cárdenas Gutiérrez
2		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Gral. Carlos Salazar
3		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Calle Roble
4		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Paseo Naranja
5		Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina Calle 23
6	Sector del Tanque #2	Av. Lic. Manuel Cavazos Lerma esquina calle Tercera
7	Sector del Tanque Nuevo #3	Av. Del Trabajo esquina Pedro Cárdenas Gutiérrez
8		Av. Del Trabajo esquina Sinaloa
9		Av. Del Trabajo esquina Carlos Salazar
10		Av. Del Trabajo esquina Fidel Velázquez Sánchez
11		Constitución del 17 esquina Mariano Matamoros
12		Constitución del 17 esquina Dr. Ignacio Chávez
13		Constitución del 17 esquina Virgilio Garza Ruiz
14	Sector del Tanque Brisas del Valle	Isabel La Católica esquina Puerto Rico

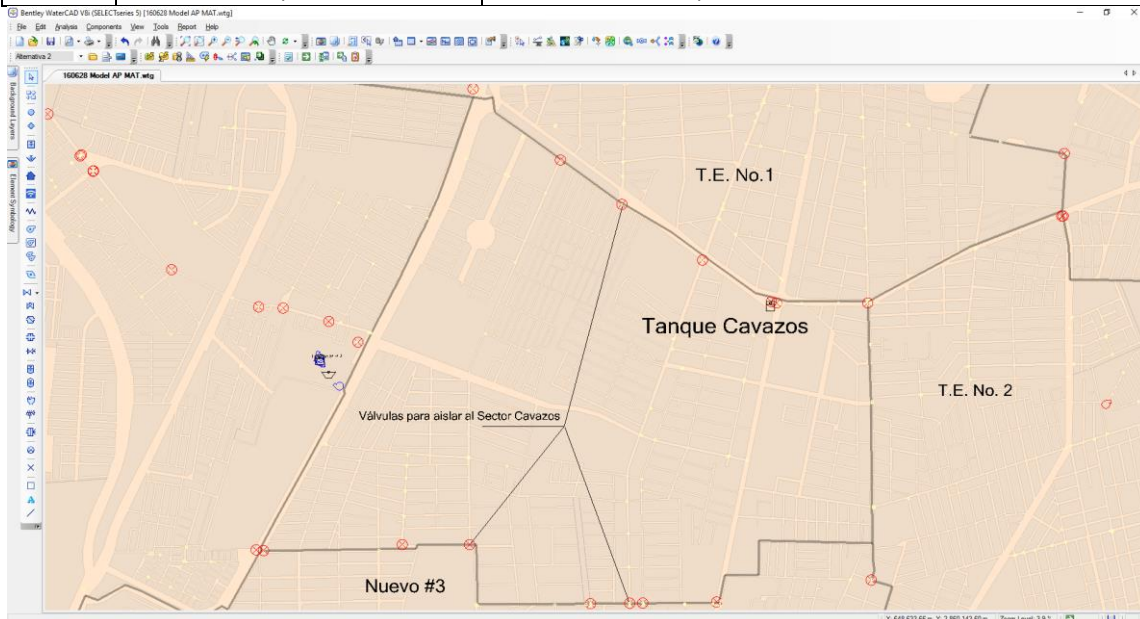


Figura 345. Válvulas para aislar el sector del Tanque Cavazos.

Estas son las propuestas de mejora operativa y refuerzos de tuberías, estaciones de bombeo y tanques que componen la Alternativa de solución No. 1. A manera de resumen se presenta una tabla que contiene las estaciones de bombeo a Tanques del sistema de distribución, con sus caudales y cargas de diseño, así como la potencia teórica en HP, correspondientes a eficiencias del 70%.



La alternativa 1 presenta las siguientes características en sus estaciones de bombeo:

Tabla 224. Resumen de estaciones de Bombeo de Alternativa 1.

Bombeo a Sector	Gasto de Diseño (L/s)	Carga de Diseño (m)	Eficiencia (%)	Potencia (HP)
Tanque #1	510.04	22.12	70	212
Tanque #4	540.64	50.82	70	516
Tanque Rafael Ramírez	146.23	21.81	70	60
Tanque Fresnos	346.85	33.03	70	215
Tanque Nuevo #3	415.24	27.97	70	218
Tanque Brisas del Valle	371.94	37.67	70	263
Tanque Presidentes	257.75	34.64	70	168
Tanque Cavazos	181.05	28.70	70	98
TOTAL				1,750

Alternativa 2 a corto y mediano plazo

Para la Alternativa 2, se tiene la misma delimitación de sectores de distribución. La diferencia radica en que en la alternativa 2, el tanque Rafael Ramírez se cambia por un tanque ubicado en la Planta Paquete # 2 y es alimentado desde la Planta Potabilizadora 1, lo mismo que el Tanque Loma Bonita.

El funcionamiento del Tanque Loma Bonita en la alternativa 2 es preponderante, pues ahora este tanque recibe el agua desde la planta potabilizadora y le envía agua al tanque Fresnos, con la posibilidad de alimentar también al Tanque Nuevo #3 en caso de emergencia.

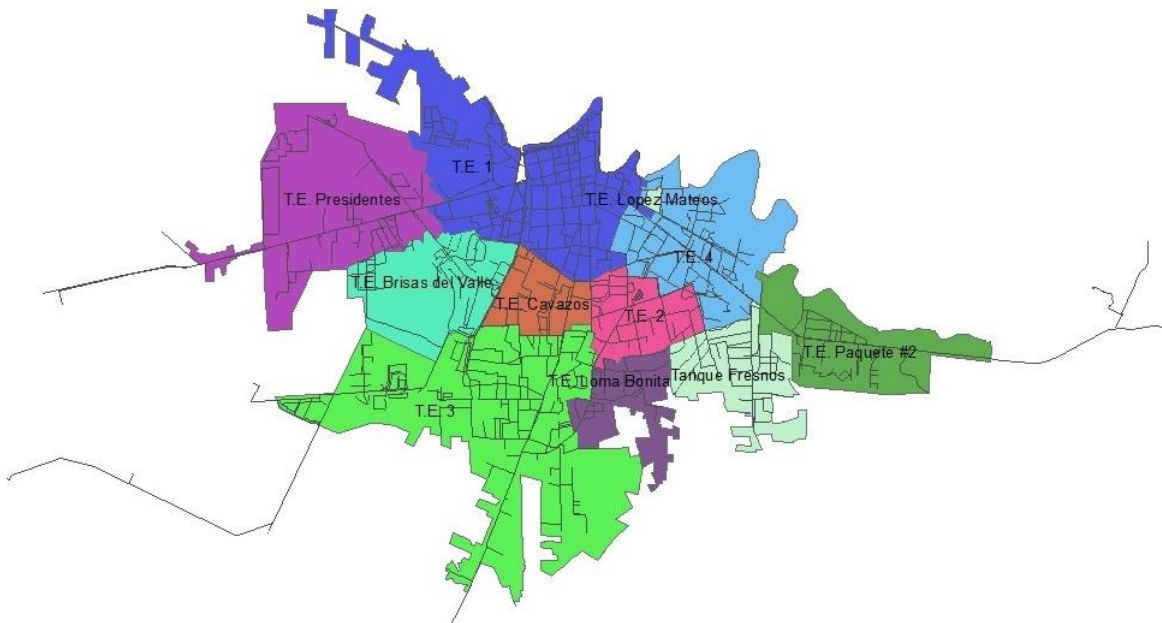


Figura 346. Sectores de distribución en Alternativa 2.

En consecuencia, para la Alternativa 2 se describirán únicamente las líneas de conducción a los tanques Paquete #2 y Loma Bonita y sus respectivas redes de distribución.



Sector del Tanque Paquete #2.

En la Alternativa 2 ya no se contempla la construcción de la Planta Potabilizadora 3, sino que se pretende alimentar al Tanque Paquete #2 desde la Planta Potabilizadora 1, reequipando la planta de bombeo Casa Oriente (Alto Rendimiento) que actualmente bombeo al Tanque #4. Aprovechando la línea de conducción existente. Ahora, la Casa Oriente Alto Rendimiento tendrá que bombear un caudal $Q = 686.87 \text{ L/s}$, debido a que además de los caudales del Tanque #4, Tanque #2 y Tanque López Mateos, se le tiene que adicionar el caudal correspondiente al Tanque Paquete #2.

El Tanque Paquete #2 estará cubriendo un territorio de aproximadamente 1,043 hectáreas, correspondientes a una demanda máxima horaria de 227 L/s, que representan un 5.3% de las demandas del sistema de distribución de Matamoros. La altura del tanque se propone de 25 metros.

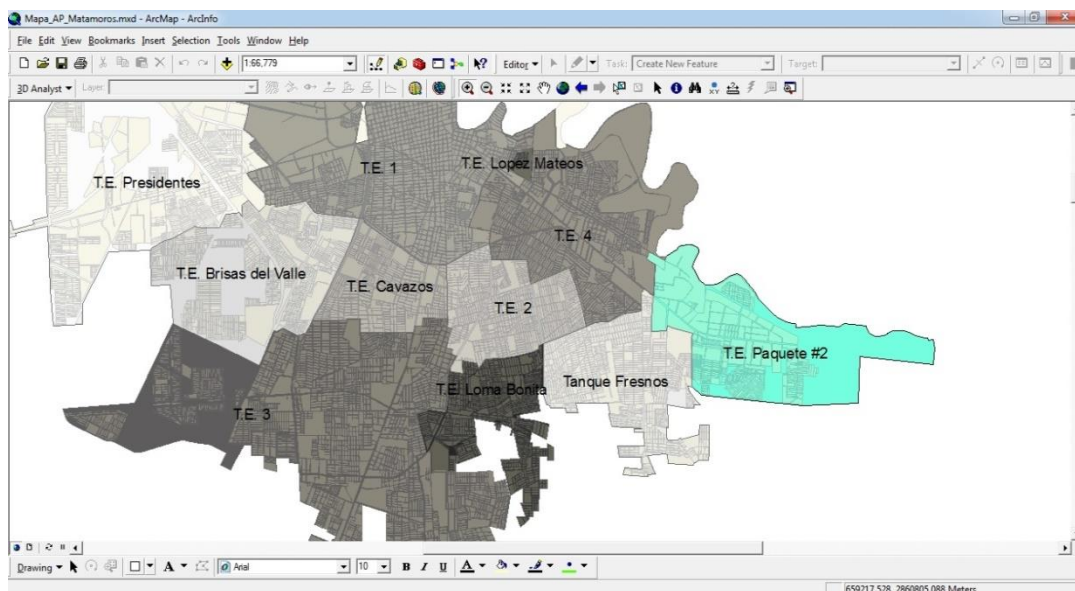


Figura 347. Sector de distribución del Tanque Paquete #2.

Línea de conducción

De la estación de bombeo Alto Rendimiento sale una línea de 303 m de longitud y 36" de diámetro hacia el cruce de las calles Dos y Azucenas, y en ese punto el diámetro es reducido a 30" para continuar así por 3,870 metros, hasta llegar a la calle Gral. Francisco Villa al cruce con la Av. División del Norte. Hasta este punto, la línea de conducción hacia el Tanque #4 y el Tanque Paquete #2 es común, pero a partir aquí, la línea de conducción que va hacia el Tanque Paquete #2 es una línea con una longitud $L = 4,558 \text{ m}$, el diámetro es de 14" en PVC.

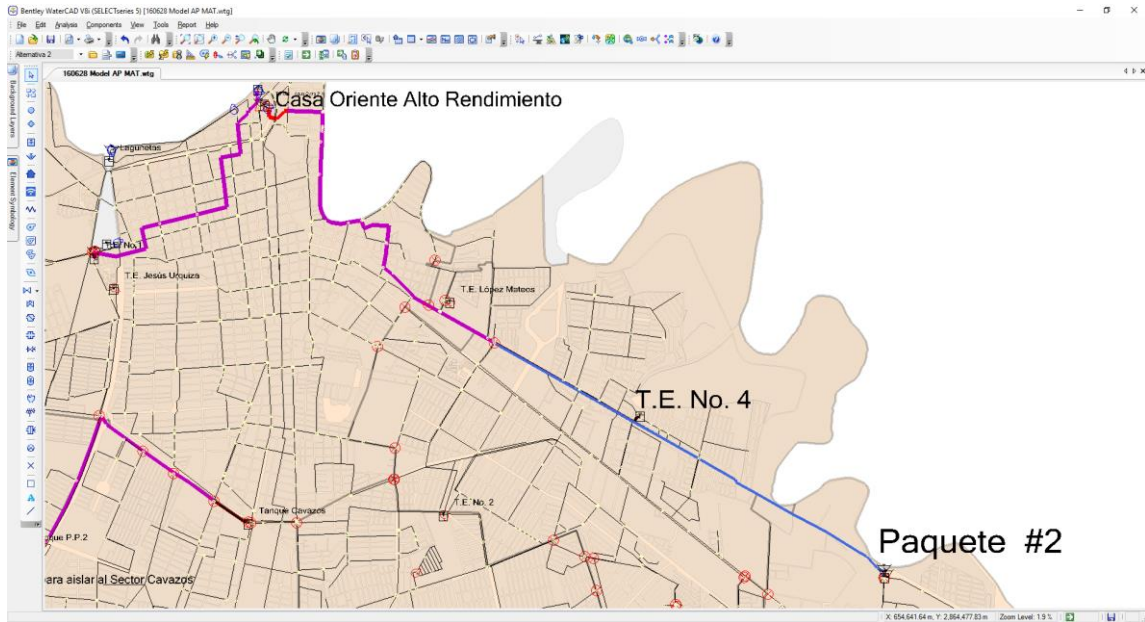


Figura 348. Línea de conducción al Tanque Paquete #2.

Con esta disposición de diámetros y caudales, se construyó la curva del sistema para poder determinar la carga de diseño y posteriormente calcular la potencia en HP que le corresponde a la nueva estación de bombeo Casa Oriente Alto Rendimiento.

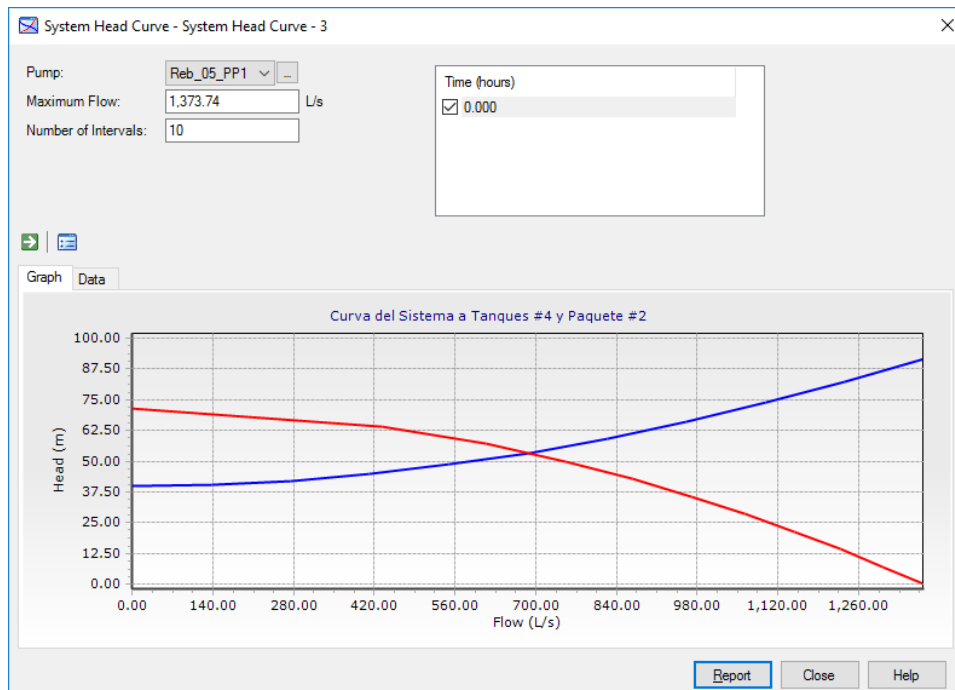


Figura 349. Curva del sistema al Tanque #4 y Paquete #2.

La curva de operación de la bomba de la línea de conducción al Tanque Paquete #2 se muestra en la siguiente figura:

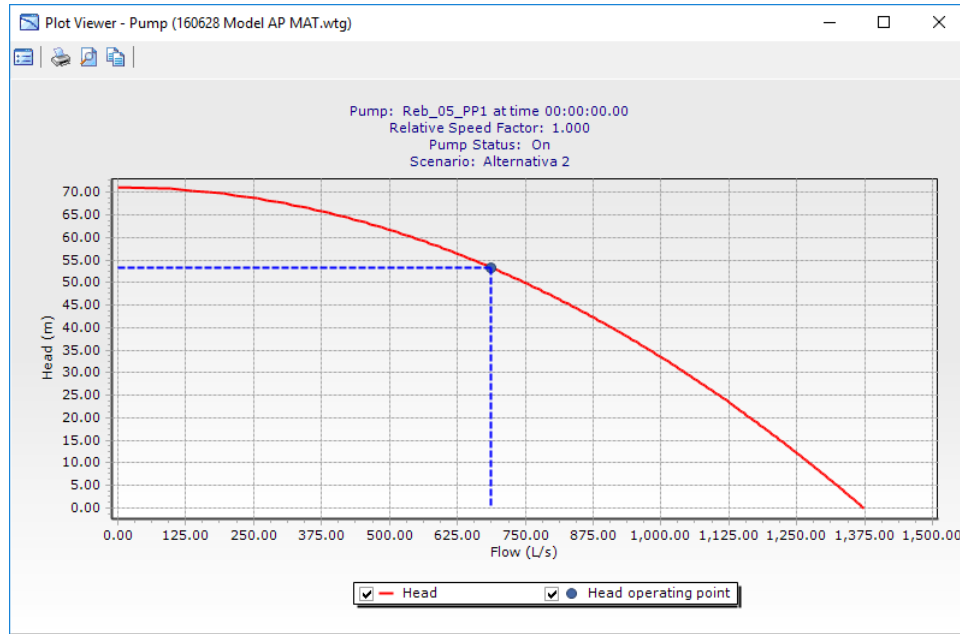


Figura 350. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Paquete #2.

El punto de diseño para el equipo de bombeo de la línea de conducción al Tanque Paquete #2 corresponde a un caudal $Q = 686.87$ L/s y una carga de diseño $H = 53.41$ m. Con una eficiencia del 70% y con el punto de diseño, se tienen una potencia teórica de la estación de bombeo:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 514.124 \text{ kW} = 689 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 686.87 L/s

H = 53.41 m

η = 70 %

Red de distribución.

Del Tanque Paquete #2 sale una línea hacia el Este, de PVC de 16" en una longitud de 1,679 m hasta llegar al cruce de las calles Lauro Villar y Gral. Pedro Hinojosa, donde se estará conectando con las dos líneas paralelas de tuberías existentes. En este mismo cruce, también se propone la construcción de una línea paralela a las 2 existentes, con longitud de 1,041 m, en PVC de 6" hasta la calle Norte 8, para conectarse a línea de 6" que deriva a las Estaciones de bombeo Canadá y Tecolote que saldrán de operación.



Del Tanque Paquete #2 hacia el Oeste, en diámetro de 20" y una longitud de 7 m, hasta llegar a las tuberías existentes que actualmente bajan de la Planta Paquete 2 que saldrá de operación, hacia el sur a la red de distribución.

Estas tuberías anteriores son tramos nuevos que se proponen para la mejora operativa del sector del Tanque Rafael Ramírez. Existen sin embargo otros tramos que operan actualmente y que deberán ser reforzados con diámetros mayores que permitan mejorar las condiciones de distribución del agua y por consiguiente las presiones disponibles en la zona. Los tramos existentes a reforzar son:

- Tubería de Asbesto – Cemento de 10" que baja de la planta paquete #2, y que ahora recibe al tubo del 20" que viene del tanque Paquete #2 y baja hasta el rebombero de Ciudad Industrial (que saldrá de operación). La longitud de este tramo es de 937 m, que deberá ser cambiado por tubo de PVC de 18" de diámetro.
- Del cruce donde termina el tubo anterior de 18", salen dos tubos que en condiciones actuales son de Asbesto – Cemento de 10" los cuales se estarán cambiando por tubería de PVC de 12" de diámetro. Uno de los tubos sale en la misma dirección del tubo precedente, y mide 30 m de longitud, y se conecta con tubo existente de 12" de Asbesto – Cemento. El otro tubo será una conexión nueva hacia el tubo de 6" existente que va por la calle Lauro Villar hasta el cruce con la calle Patriotismo, con una longitud de 381 m en tubo nuevo de PVC de 12" de diámetro.
- Tubería existente que va desde el cruce de las calles Lauro Villar esquina con Patriotismo, en 8" de PVC, con longitud de aproximadamente 1,784 m, hasta llegar al cruce de las calles Constitución esquina con calle Plan de Texcoco. Esta tubería debe ser cambiada por un diámetro de 12" en PVC, para poder garantizar una presión adecuada en la zona sureste del sector, ya que en condiciones actuales se tienen presiones bajas.
- Finalmente, del cruce de la Av. Lauro Villar con calle Norte 8, la línea que va hacia el rebombero Canadá es de PVC de 6" de diámetro. Se propone cambiar todo este tramo con longitud de 445 m más 173 m después de la planta de rebombero a tubo de PVC de 8" de diámetro. Longitud total de refuerzo L = 618 m.

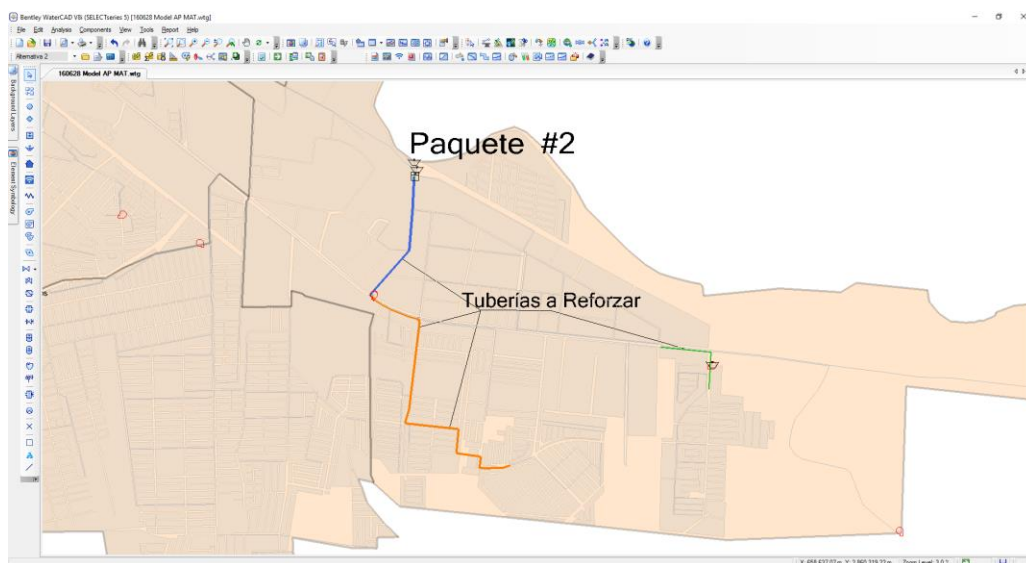


Figura 351. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Rafael Ramírez.



Las presiones en el sector se presentan en un intervalo de entre 20 y 30 metros de columna de agua, tal como se muestra en la siguiente figura.

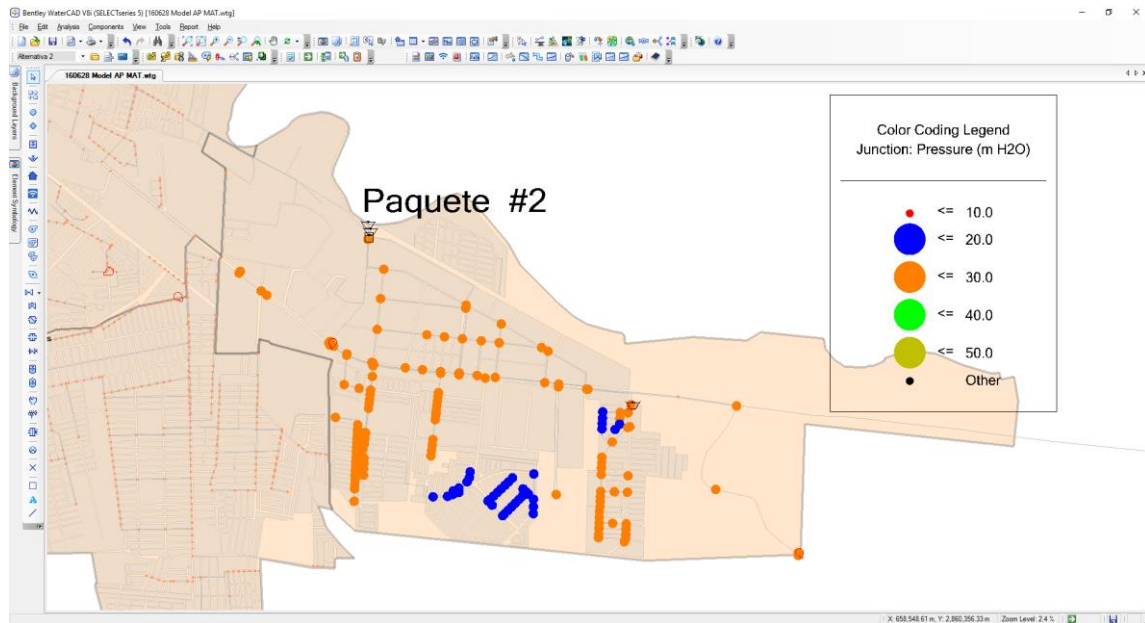


Figura 352. Presiones en sector del Tanque Paquete #2.

Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque #4.

Para aislar hidráulicamente el sector del Tanque Paquete #2, será necesario cerrar únicamente una válvula ubicada sobre la Av. Lauro Villar, en el cruce con el camino al Ejido Lucio Blanco y donde también confluye la calle Sergio López Ochoa. Esta válvula está sobre la tubería de 10" de Asbesto – Cemento que actualmente sirve para llevar agua hacia la zona Sureste de la ciudad.

Los bombos deshabilitados en este sector fueron: Rebombeo Ciudad Industrial, Rebombeo Canadá y Rebombeo Tecolote.

Sector del Tanque Loma Bonita.

El sector del Tanque Loma Bonita tiene una superficie aproximada de 546 hectáreas y la demanda que se satisface es de 219 L/s, a gasto máximo horario. Esta demanda es de aproximadamente el 5% de la demanda total del sistema de Matamoros. En esta alternativa, el Tanque Loma Bonita tendrá una línea de alimentación al Tanque Fresnos, como parte del Acuaférico.

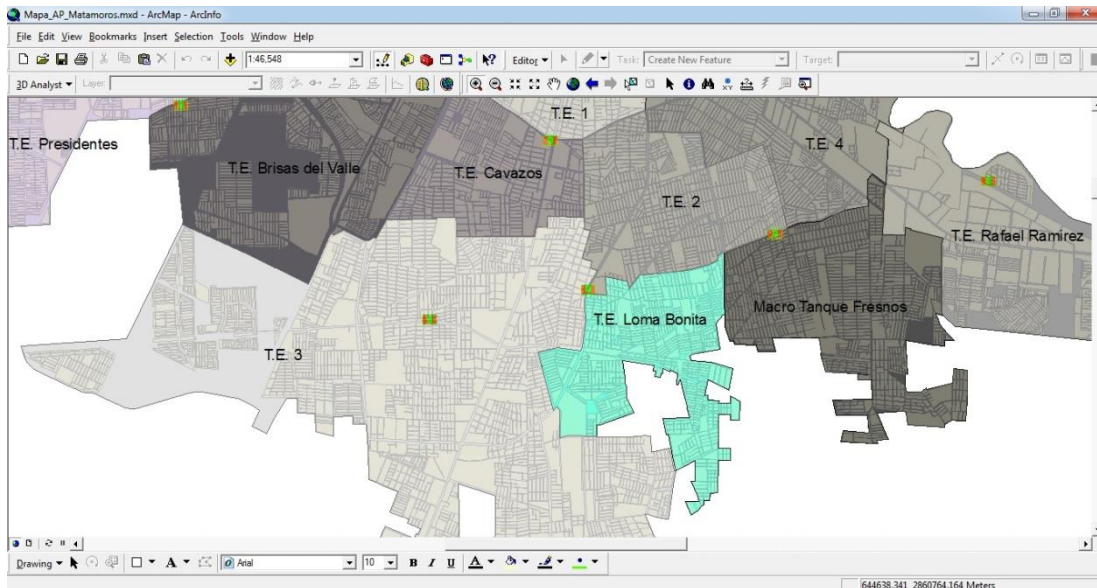


Figura 353. Sector de distribución del Tanque Loma Bonita en Alternativa 2.

Para la alternativa 2, el Tanque Loma Bonita tiene una altura propuesta de 25 m (5 m más alto que en la alternativa 1) y se abastece desde la Planta Potabilizadora 1, por medio de una línea de conducción nueva que se describe a continuación.

Línea de conducción al Tanque Loma Bonita.

El Tanque Loma Bonita será suministrado desde la Planta Potabilizadora #1, para lo cual se tendrá que equipar el tanque de agua clara y contar con una planta de bombeo y una línea de conducción de PVC de 24" con una longitud de aproximadamente 7,701 m. El gasto máximo diario con el que se propone esta línea de conducción es de 346.85 L/s, de los cuales 205.86 L/s corresponden al Tanque Fresnos, ya que en esta alternativa, éste último tanque será suministrado a partir del Tanque Loma Bonita.

Para seleccionar el equipo de bombeo se generó la curva del sistema, a partir de los caudales y cargas de diseño, así como de la longitud de línea de conducción.

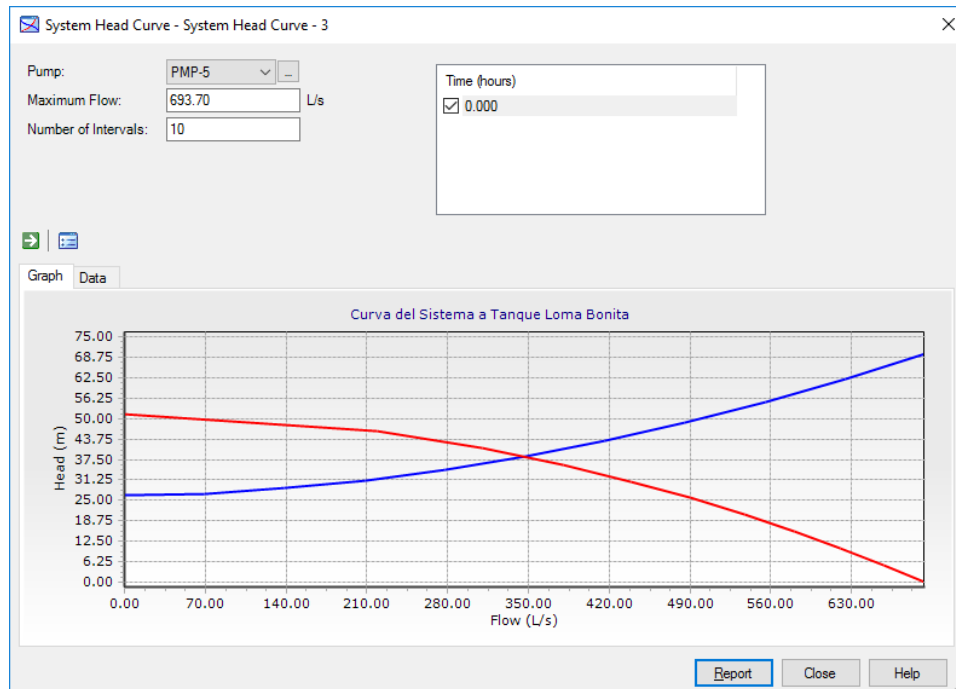


Figura 354. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque Loma Bonita.

En la figura anterior puede observarse la curva del sistema, en forma ascendente, pues entre más caudal se hace circular por el sistema, mayores son las pérdidas de energía generadas. En el mismo gráfico se observa la curva de la bomba y el punto de cruce con la curva del sistema es en el punto donde se tiene el gasto de diseño, que corresponde a los 346.85 L/s de gasto máximo diario, mientras que la carga de diseño, $H=38.53$ m.

Para las propuestas de equipos de bombeo nuevos se estará usando una eficiencia del 70%, por lo tanto, para calcular la potencia del equipo de bombeo, se tiene la fórmula:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 187.288 \text{ kW} = 251 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 346.85 L/s

H = 38.53 m

η = 70 %

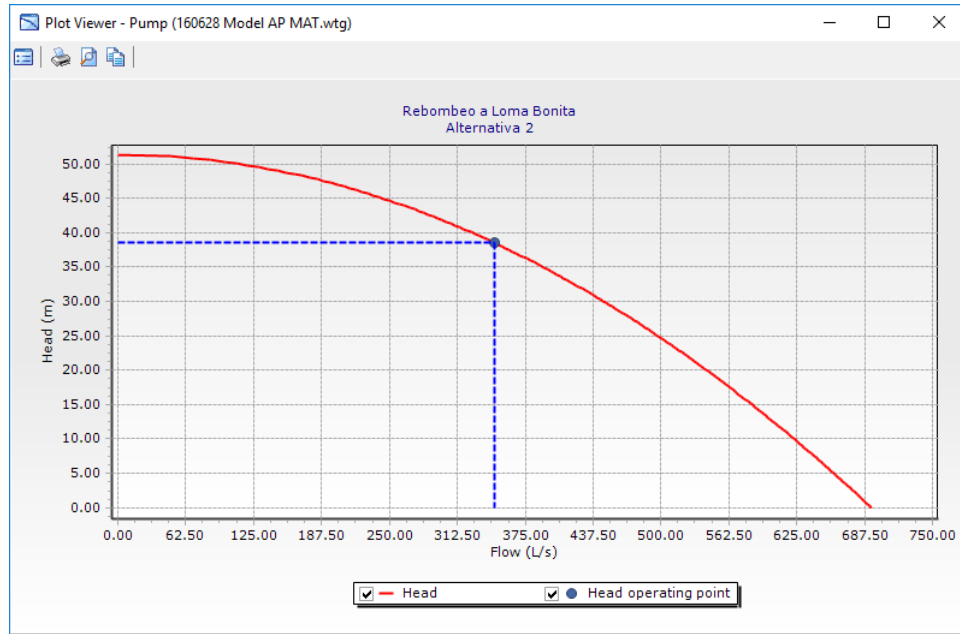


Figura 355. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque # 1.

La línea de conducción se muestra en la siguiente figura.

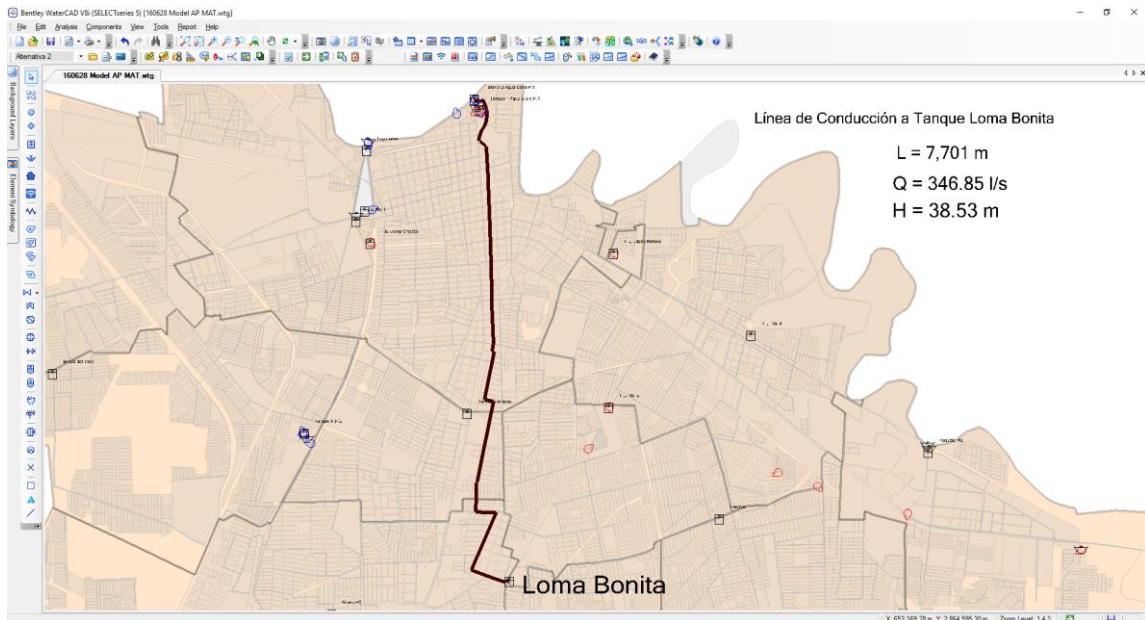


Figura 356. Línea de conducción al Tanque Loma Bonita.

Red de distribución.

La red de distribución del sector del Tanque Loma Bonita no tiene tuberías nuevas, pero sí existen unos tramos que se tienen que reforzar. El diámetro de bajada del tanque es un tubo de PVC de 20" de diámetro, y se conecta con tubería de la red existente sobre la calle Emilio Portes Gil. A partir de esta conexión se proponen los siguientes reforzamientos:



- A partir del punto de conexión de la tubería que baja del tanque, se tiene que reforzar un tramo con longitud de 26 m hacia el sur, donde actualmente se tiene un tubo de 12" de diámetro. Este tubo se propone cambiarlo por un tubo de PVC de 20" de diámetro y llega hasta la calle Diamante.
- En el cruce anterior, continuando por la calle Diamante hasta llegar al cruce de la calle Francisco González Yáñez se propone sustituir tubería de 8" por tubería de PVC de 14" de diámetro.

Como tubería nueva, se dejará el último tramo del acuaférico que conecta el tanque Loma Bonita con el Tanque Nuevo #3, desde la tubería de 24" existente en el cruce de las calles Ing. Marte R. Gómez con La Gran Puerta de México, en una longitud de 2,260 m, con diámetro de 18" en PVC.

El Tanque Loma Bonita tiene una altura de 25 m y abastecerá al Tanque Fresnos, por medio del acuaférico, que en este tramo es una tubería de PVC de 20" de diámetro y una longitud de 3,532 m. que conducirá un caudal $Q = 205$ L/s correspondientes al gasto máximo diario del sector del Tanque Fresnos.

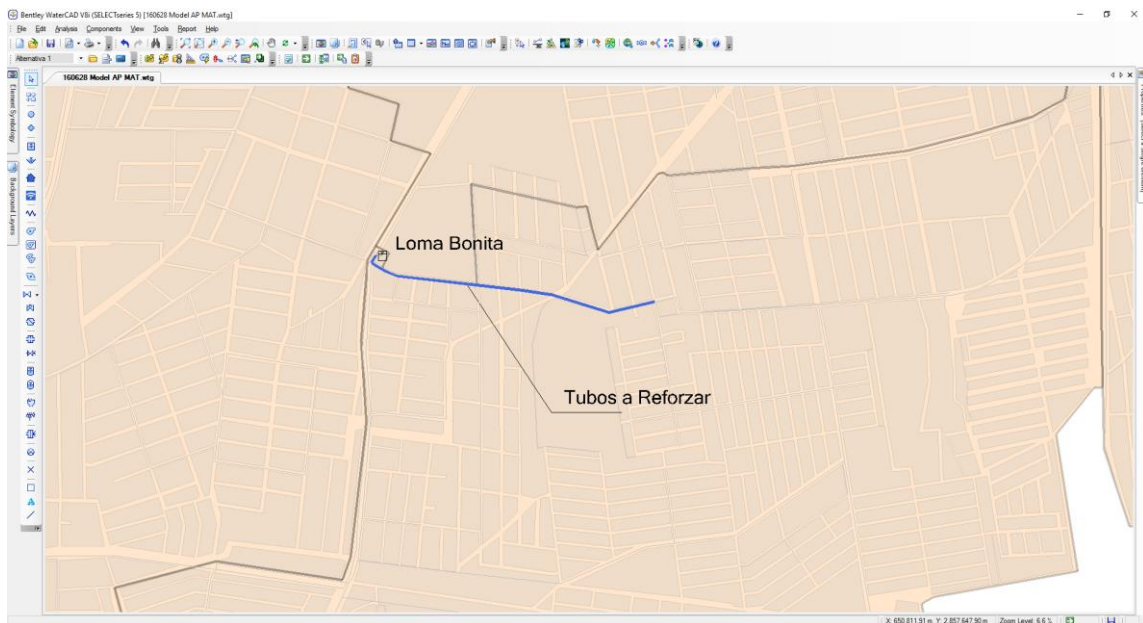


Figura 357. Tuberías a reforzar en sector del Tanque Loma Bonita.

Las presiones en el sistema están entre los 20 y los 30 metros de columna de agua, tal como se muestra en el gráfico siguiente. En la presente propuesta las presiones tienen 5 mca más que en la Alternativa 1, debido al incremento en esa misma magnitud en la altura del tanque.

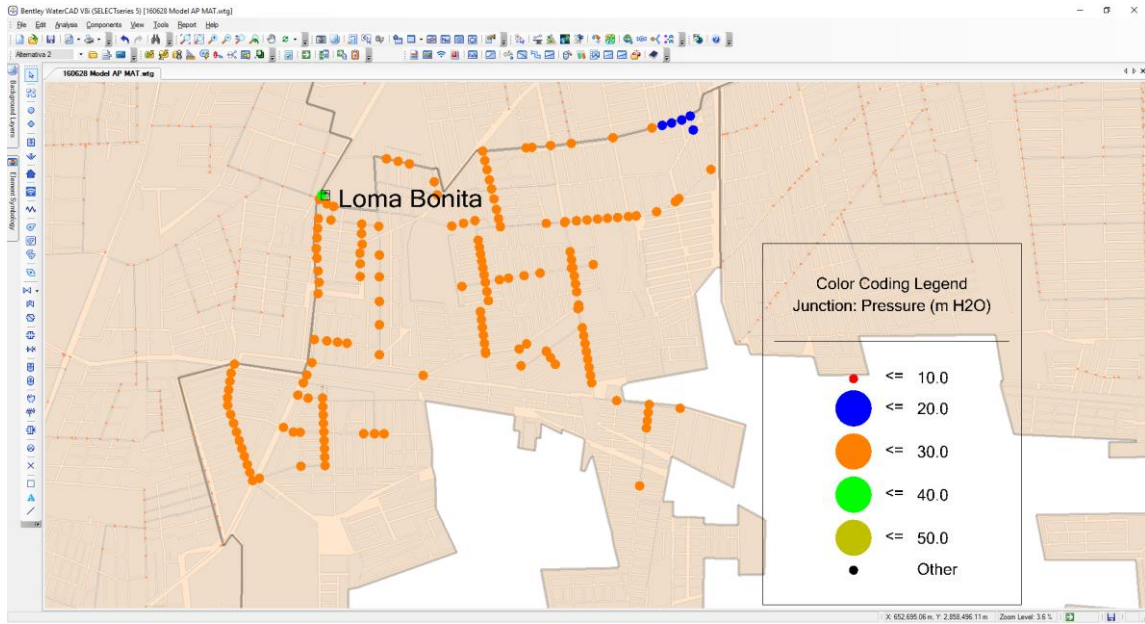


Figura 358. Presiones en sector del Tanque Loma Bonita.

Válvulas de corte o de seccionamiento del sector del Tanque Loma Bonita.

Para sectorizar y aislar el sector del Tanque Loma Bonita, es necesario cerrar 4 válvulas de corte, 2 de ellas colindantes con el sector del Tanque Nuevo #3 y 2 más en los límites del sector del Tanque #2.

Tabla 225. Válvulas para aislar el sector de Tanque Loma Bonita.

Válvula	Sector Colindante	Ubicación
1	Sector de Tanque Nuevo #3	Lic. Emilio Portes Gil esquina Diamante (tubo hacia calle Pedro Lara)
2		Lic. Emilio Portes Gil esquina Roberto Lerma Sánchez
3	Sector del Tanque #2	Av. Venustiano Carranza esquina Álamo
4		Lic. Emilio Portes Gil esquina Diamante

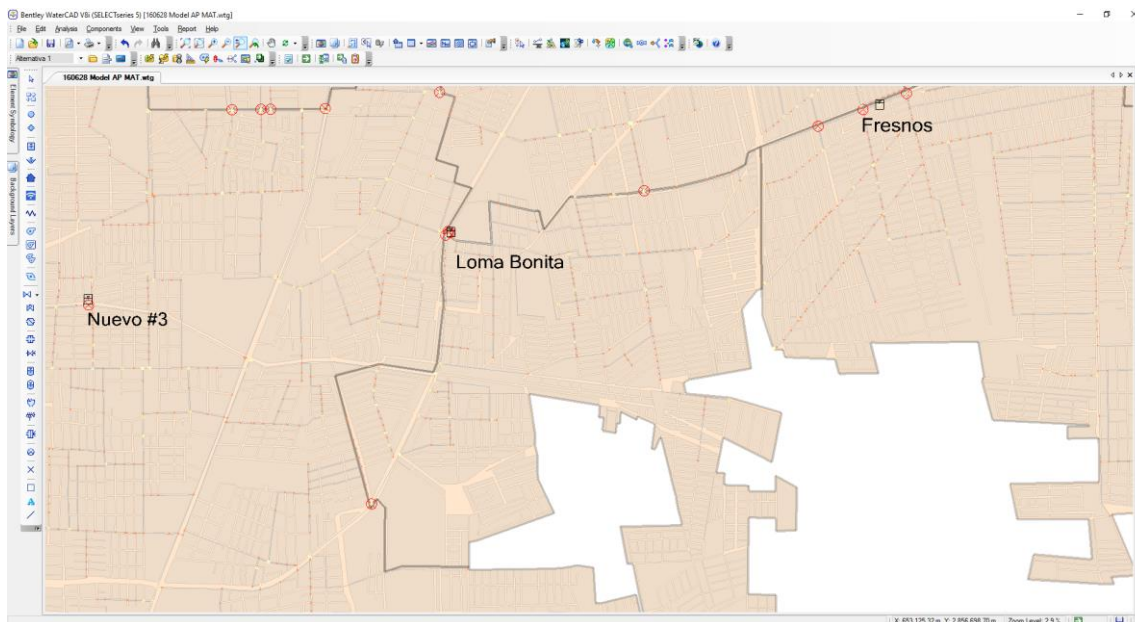


Figura 359. Válvulas para aislar los sectores de Tanque Loma Bonita.

Adicional a las 4 válvulas anteriores, se tendrá una válvula cerrada en el cruce de las calles Ing. Marte R. Gómez y Pedro Cárdenas Gutiérrez, en la línea auxiliar de llenado del Tanque Nuevo #3 desde el Tanque Loma Bonita (lo opuesto a la Alternativa 1), para suministrarle agua en caso de que por cuestiones operativas no sea posible llevar agua de la Planta Potabilizadora 2 (al Tanque Nuevo #3).

Estas son las propuestas de mejora operativa y refuerzos de tuberías, estaciones de bombeo y tanques que componen la Alternativa de solución No. 2. A manera de resumen se presenta una tabla que contiene las estaciones de bombeo a Tanques del sistema de distribución, con sus caudales y cargas de diseño, así como la potencia teórica en HP, correspondientes a eficiencias del 70%.

La alternativa 2 presenta las siguientes características en sus estaciones de bombeo:

Tabla 226. Resumen de estaciones de Bombeo de Alternativa 2.

Bombeo a Sector	Gasto de Diseño (L/s)	Carga de Diseño (m)	Eficiencia (%)	Potencia (HP)
Tanque #1	510.04	22.12	70	212
Tanque #4 y Paquete #2	686.87	53.41	70	689
Tanque Loma Bonita	346.85	38.53	70	251
Tanque Nuevo #3	415.24	27.97	70	218
Tanque Brisas del Valle	371.94	37.67	70	263
Tanque Presidentes	257.75	34.64	70	168
Tanque Cavazos	181.05	28.70	70	98
TOTAL				1,899

Para un mejor entendimiento de los resultados de la modelación en las siguientes figuras se presenta las obras que se requieren para que el sistema funcione bajo las premisas que se establecieron al inicio de la modelación, las cuales fueron: evitar los bombeos directos a la red, incorporar una sectorización efectiva en la distribución, implementar un sistema que lleve directamente el agua a depósitos desde donde puede



tenerse una repartición de agua más eficiente y equitativa, con presiones más adecuadas, que por un lado no sean excesivas porque las presiones altas incrementan también las pérdidas debido a la naturaleza de las fugas y por otro lado elevar la presión en aquellas zonas en donde actualmente se tienen presiones muy bajas, además simplificar la operación de las plantas de bombeo, así como disminuir el número de plantas de bombeo y rebombeo que se tienen sembradas en toda la ciudad, lo que traerá como beneficio adicional un ahorro en el consumo energético.

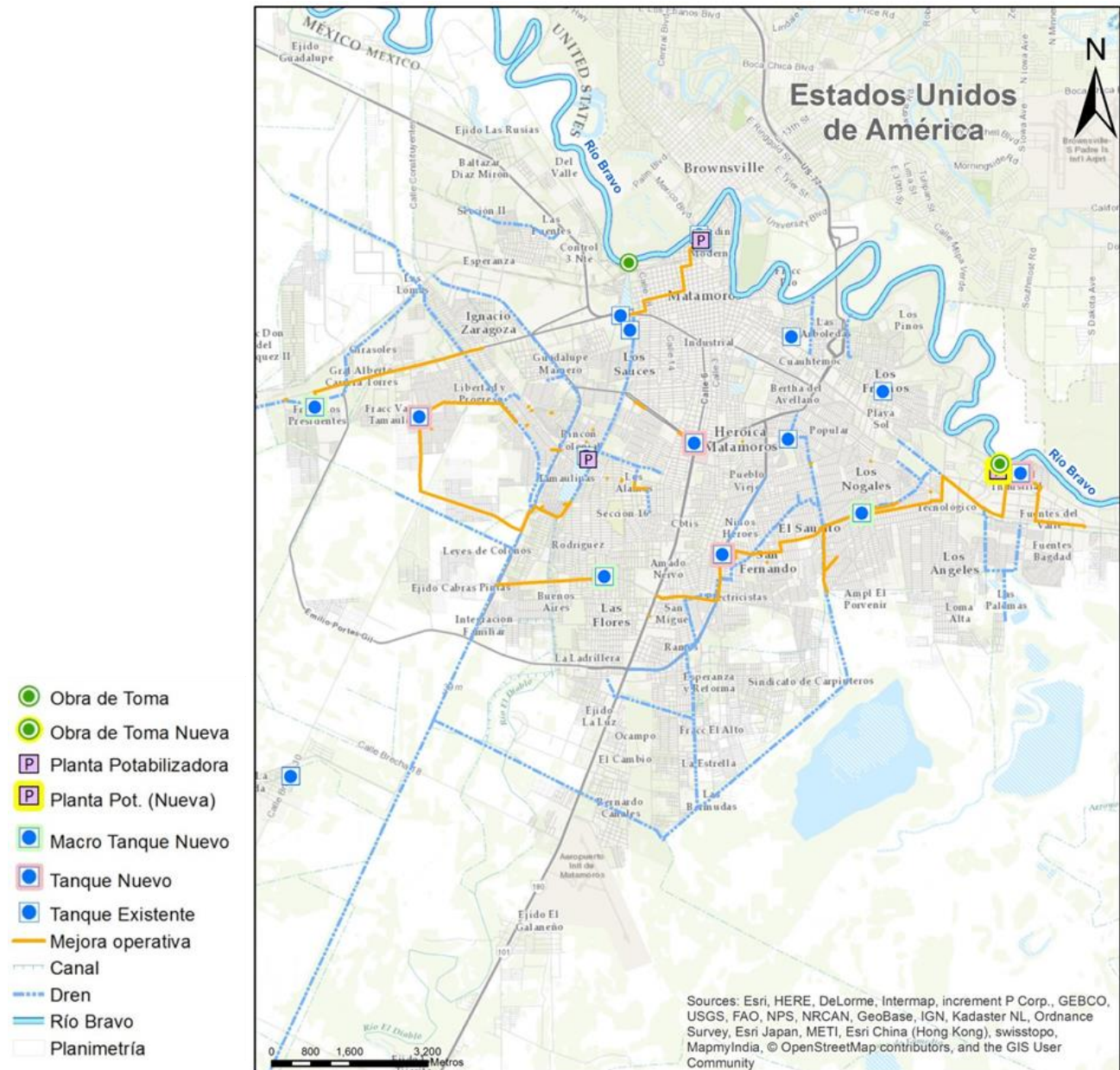


Figura 360. Obras de mejora operativa en el sistema de Agua Potable Alternativa No. 1



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

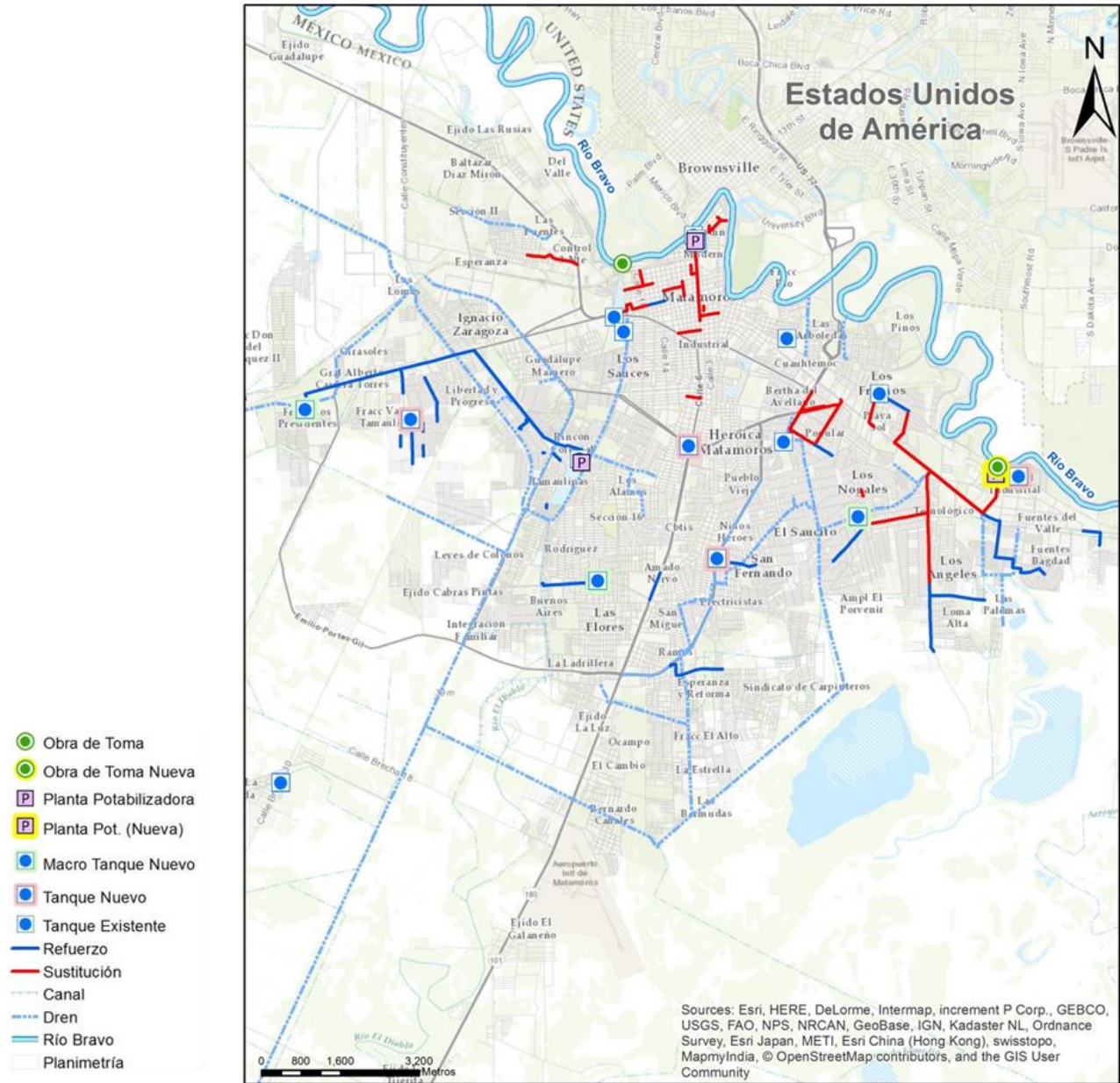


Figura 361. Obras de refuerzos y sustituciones de Alternativa 1



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

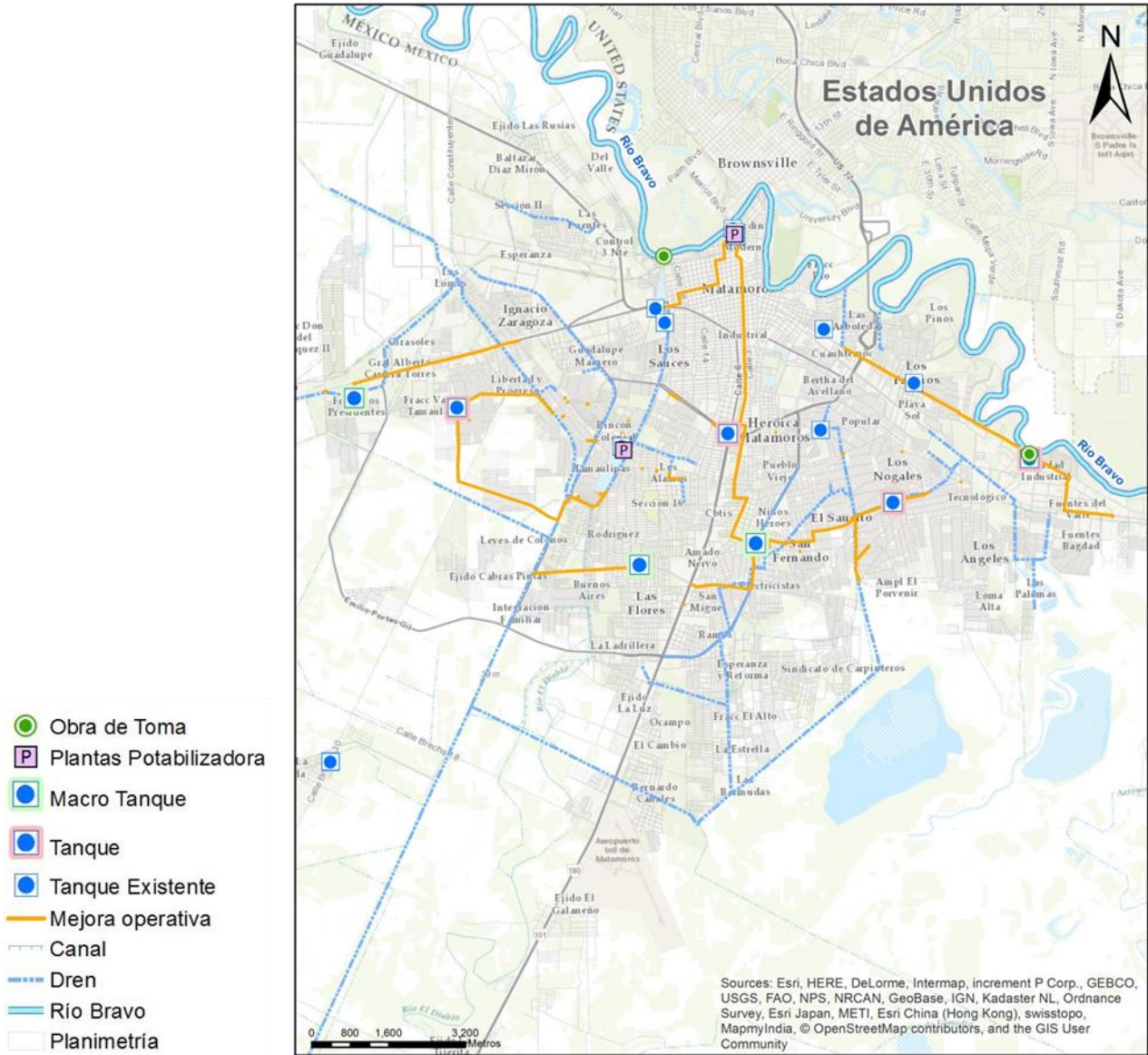


Figura 362. Obras de mejora operativa del sistema de Agua Potable Alternativa No. 2

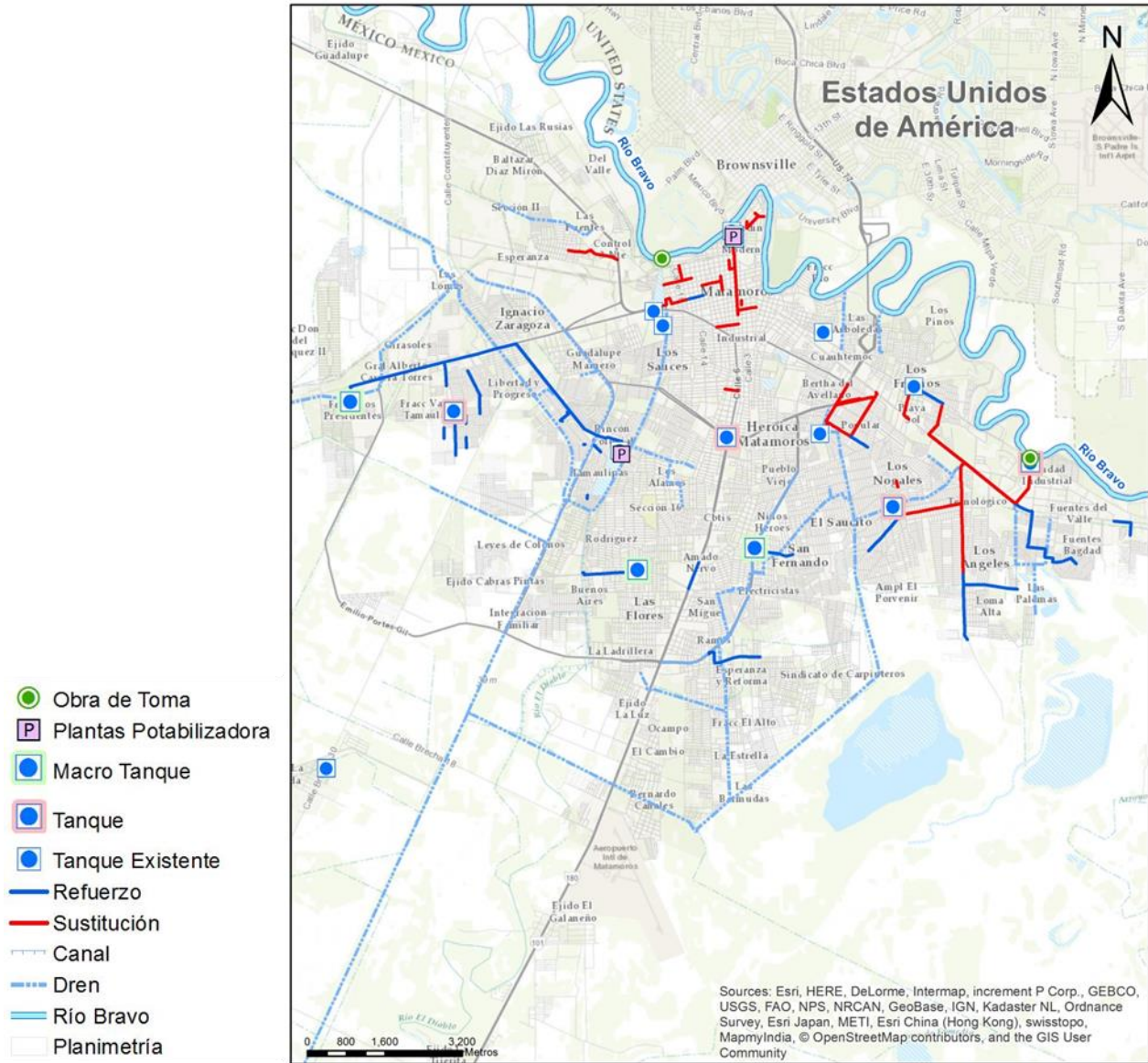


Figura 363. Obras de refuerzos y sustituciones de Alternativa 2

Alternativas 1 y 2 a largo plazo

Para el análisis de las alternativas a largo plazo era necesario contar con los lineamientos y planes del ordenamiento territorial (POT), así como proyectos de gran visión, prefactibilidad, factibilidad y ejecutivos de nuevos centros de población y áreas de crecimiento comercial e industrial considerados por la Dependencia Municipal (IMPLAN), información que no fue proporcionada por dicha Dependencia a pesar de la insistencia para que ésta fuera entregada, motivo por el cual la planeación del crecimiento poblacional, comercial e industrial se hizo solo bajo la suposición de una redensificación de la mancha urbana, a partir del nivel de ocupación que existe actualmente en los diferentes usos del suelo de la zonificación secundaria y proponiendo un incremento de estos a un nivel razonable. Además se consideró las factibilidades que tienen en trámite la JAD para la prestación de los servicios que proporcionan y un proyecto del IMPLAN que tiene que ver con el Centro Cultural Binacional (CeCuBi). En la siguiente figura se presenta la información de



la zonificación secundaria donde se puede ver las densidades de población de los tres usos del suelo que contempla, y la localización de las factibilidades de la JAD, así como el CeCuBi.

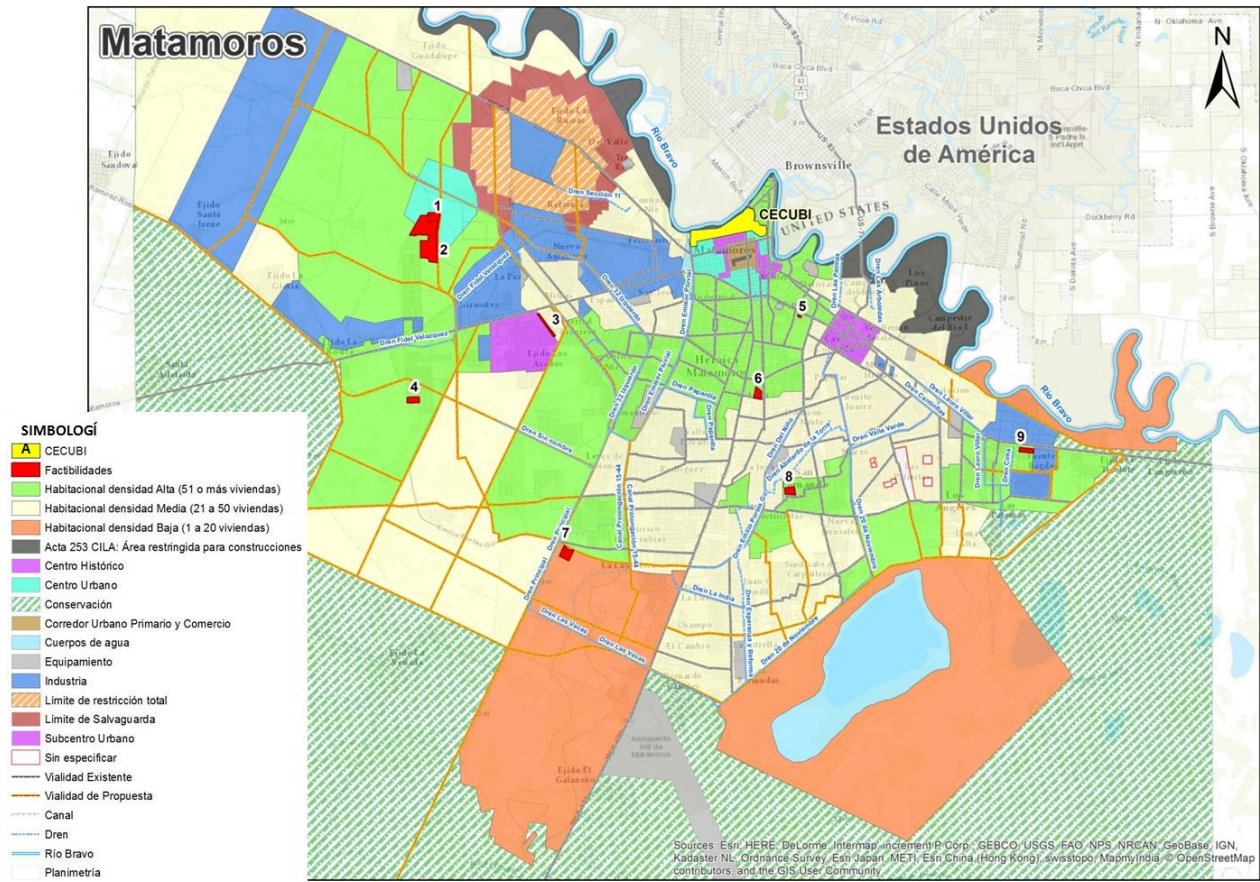


Figura 364. Zonificación secundaria, factibilidades de la JAD y CeCuBi

En una situación a largo plazo, las alternativas no sufren modificaciones en sus demandas, ya que se está proponiendo junto con la sectorización, un programa de incremento de eficiencia que tiene como eje central reducir el porcentaje de fugas en el sistema de distribución, lo cual trae como beneficio durante el horizonte de planeación una reducción en la demanda al reducirse las dotaciones de agua de los diferentes tipos de usuarios del servicio, consiguiendo con esta estrategia el mejor aprovechamiento del recurso.

El único sector que sufre un incremento en las demandas es el sector del Tanque Presidentes, ya que en condiciones actuales, el gasto medio $Q_{med} = 184$ L/s, mientras que en condiciones futuras, al año 2034 el gasto medio $Q_{med} = 250$ L/s, por lo que este incremento de casi un 36% si estará afectando al sistema de impulsión. La red de distribución se analizará para que pueda manejar este incremento en la demanda sin sacrificar la calidad en las presiones.

La línea de conducción se propuso de 24" desde la alternativa a Corto y Mediano Plazo, ya con el diámetro adecuado para conducir el gasto de la alternativa a largo plazo. El gasto máximo diario para el sector del



Tanque Presidentes, para la condición de Largo plazo es de $Q = 349.98$ L/s, la longitud de la conducción son 7,181 m en tubería de PVC de 24", por lo que la curva del sistema se muestra a continuación.

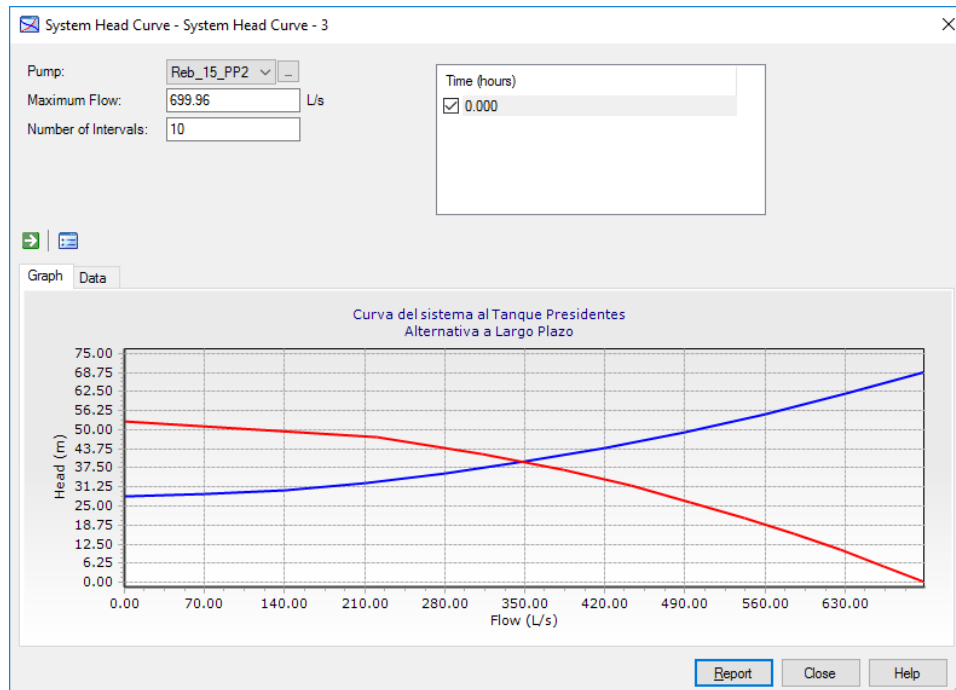


Figura 365. Curva del sistema, línea de conducción al Tanque Presidentes – Largo Plazo.

Cruzando el dato del gasto de diseño con la curva del sistema, se obtiene el dato de la carga de diseño, que para la línea de conducción al Tanque Presidentes, $H = 39.55$ m.

Para las propuestas de equipos de bombeo nuevos se estará usando una eficiencia del 70%, por lo tanto, para calcular la potencia del equipo de bombeo, se tiene la fórmula:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta} = 193.982 \text{ kW} = 260 \text{ HP}$$

Dónde:

P = Potencia, en watts

ρ = Densidad del fluido, $1,000 \text{ kg/m}^3$

g = Constante gravitacional, 9.81 m/s^2

Q = Gasto de diseño, 349.98 L/s

H = 39.55 m

$\eta = 70 \%$

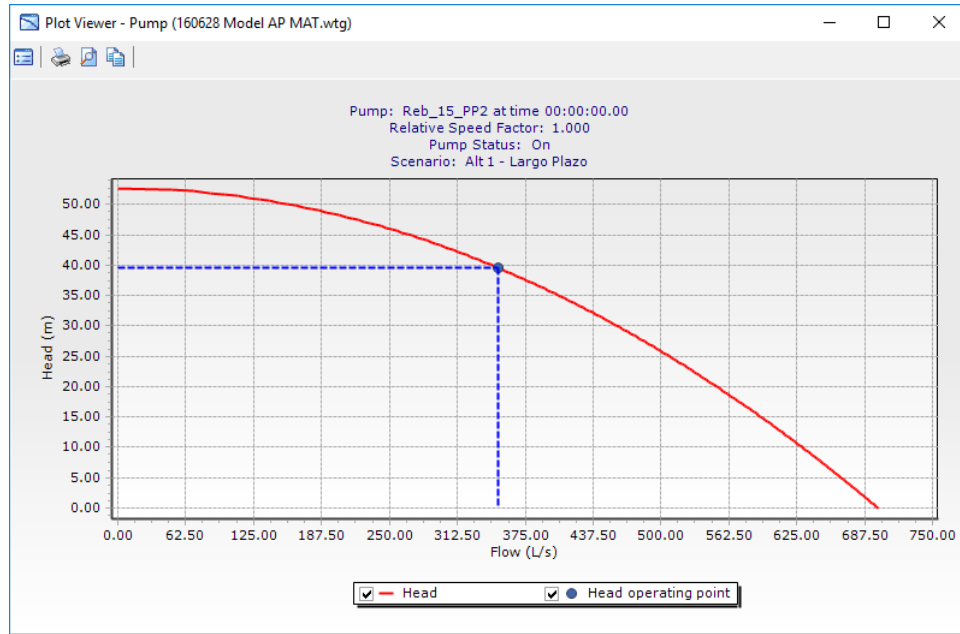


Figura 366. Curva de la bomba de la línea de conducción al Tanque Presidentes – Largo Plazo.

Red de distribución.

Las presiones en la red de distribución disminuyeron con respecto a las condiciones para Corto y Mediano Plazo, como se observa en la siguiente figura:

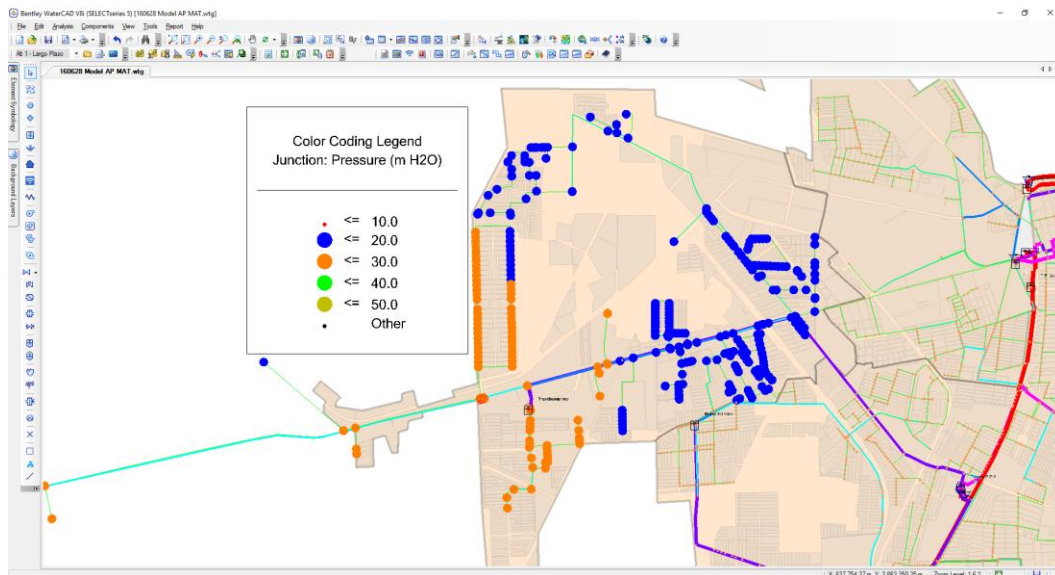


Figura 367. Presiones en el sector del Tanque Presidentes – Largo Plazo.

A manera de resumen, se presenta una tabla con la comparativa de potencia instalada en cada una de las alternativas a Corto y Mediano Plazo y también a Largo Plazo.



Tabla 227. Potencia de bombeo de Alternativa 1 a Corto y Mediano y Largo Plazo.

Bombeo a Sector	Alternativa 1 – Corto y mediano plazo (HP)	Alternativa 1 – Largo plazo (HP)
Tanque #1	212	212
Tanque #4	516	516
Tanque Rafael Ramírez	60	60
Tanque Fresnos	215	215
Tanque Nuevo #3	218	218
Tanque Brisas del Valle	263	263
Tanque Presidentes	168	260
Tanque Cavazos	98	98
TOTALES	1,750	1,842

Tabla 228. Potencia de bombeo de Alternativa 2 a Corto y Mediano y Largo Plazo.

Bombeo a Sector	Alternativa 2 – Corto y Mediano Plazo (HP)	Alternativa 2 – Largo Plazo (HP)
Tanque #1	212	212
Tanque #4 y Paquete #2	689	689
Tanque Loma Bonita	251	251
Tanque Nuevo #3	218	218
Tanque Brisas del Valle	263	263
Tanque Presidentes	168	260
Tanque Cavazos	98	98
TOTALES	1,899	1,991

3.2.1.3 Fuentes alternativas de suministro de agua potable

De acuerdo a lo analizado en apartados anteriores la posibilidad de incrementar el volumen de agua asignado de las fuentes superficiales por parte de la CONAGUA a la JAD para cubrir la demanda de agua potable de la población es casi nula, ya que los recursos hídricos están prácticamente ya todos asignados a los diferentes usos consuntivos y no consuntivos de la cuenca hidrológica del Río Bravo no deja más que un volumen de 0.96 Hm³ al año que representan 30 L/s, por lo que consideramos necesario apelar a lo dispuesto por el mismo tratado sobre aguas internacionales que establece en el Artículo 3, para los asuntos que la Comisión (CILA) deba resolver en cuanto al uso común de las aguas internacionales, una guía del orden de preferencia, **en la cual el uso doméstico y municipal ocupa el primer lugar**. Así como lo que establece la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento en su Artículo 13 Bis 3 que los Consejos de Cuenca tendrán a su cargo la concertación de las prioridades del uso del agua con sus miembros y con el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a lo dispuesto en el párrafo tercero del Artículo 22 de la LAN, donde se establece que **el uso doméstico y público urbano siempre serán preferentes sobre cualquier otro uso**.

Es por esto que se hace imperante e inaplazable la necesidad de convocar a todas las partes involucradas para una revisión y modificación de los volúmenes asignados e inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de los diferentes usos consuntivos (agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida y termoeléctricas) y no consuntivos (hidroeléctricas).

Lo anterior, es con la finalidad de regularizar el volumen que actualmente extraen del Río Bravo y no para solicitar un mayor volumen que este, ya que en este estudio se establece como prioridad inaplazable e



ineludible llevar a cabo un programa de incremento de eficiencia física que tenga como eje principal la reducción del agua no contabilizada por concepto de pérdidas físicas (fugas), a través de la puesta en marcha de un programa de control y reducción de fugas durante los próximos diez años, mismo que permitirá reducir el nivel de la dotación de cada tipo de usuario, lo que conllevará a que dentro del horizonte de planeación se requiera menos agua de la que actualmente se demanda.

Por otro lado, se recomienda ampliar los estudios que a la fecha se tienen de la disponibilidad y calidad del agua subterránea en el **“Acuífero Reynosa–Matamoros”** ya que como se ha mencionado el principal problema de la calidad del agua subterránea del acuífero Bajo Río Bravo es la salinidad del agua subterránea que de acuerdo a los estudios realizados varía de 600 mg/L hasta más de 11,000 mg/L en salinidad, en donde los principales iones que son causantes de este grado de salinidad son el sodio y los cloruros.

Lo anterior también es urgente, ya que el aprovechamiento de las aguas subterráneas constituye una opción que deberá de ser considerada en un estudio detallado de fuentes alternativas de agua potable, en donde además de realizar un análisis hidrogeológico para ubicar las mejores zonas de aprovechamiento, también se deberán analizar las mejores alternativas para su potabilización.

3.2.2. Alcantarillado

3.2.2.1 Analizar el sistema de alcantarillado para las condiciones futuras

Como se ha mencionado en el análisis de las condiciones existentes del sistema de alcantarillado sanitario de Matamoros, existe aproximadamente un 67% del agua servida que va a dar a los drenes y canales de la ciudad. Esto puede traer consigo un grave problema de salud a la población. Adicionalmente se tienen tramos de tubería cuya capacidad ha sido rebasada y están trabajando a presión.

En el presente proyecto se trabajaron 3 alternativas de solución. En la Alternativa 1 se plantea la recolección de todas las descargas que actualmente vierten a los drenes, para conducir las a las 2 plantas de tratamiento de aguas residuales que existen. También se contempla el refuerzo de aquellos tramos que han sido evaluados y que se determinó que la capacidad ha sido rebasada.

En la estrategia planteada en la Alternativa 1, se analizan condiciones a corto y mediano plazo en la que las aportaciones o gasto de diseño corresponden a las actuales y una condición a largo plazo en la que se analiza el sistema bajo un gasto de diseño planteado al año 2034. Para los dos tiempos de análisis también se busca la disminución del número de cárcamos de bombeo con el fin de simplificar la operación al mismo tiempo que se busca abatir los costos del consumo energético.

En la Alternativa No. 2 también se busca la recolección de todas las descargas que actualmente se están vertiendo en los drenes y canales, para llevarlas a las 2 plantas de tratamiento existentes más 2 planta de tratamiento nuevas, llamadas PTAR Presidentes ubicada en el Noroeste de la ciudad y PTAR sur ubicada al Sur de la ciudad.

Por último la Alternativa No. 3 de igual forma busca recolectar todas las descargas que actualmente se están vertiendo en los drenes y canales, para llevarlas a las 2 plantas de tratamiento existentes más 1 planta de tratamiento nueva llamada PTAR Presidentes ubicada en el Noroeste de la ciudad.



Es importante mencionar que de acuerdo a las pláticas sostenidas en reuniones con el personal del PIAS de la JAD, parte de la Alternativa No. 2 que tiene que ver con la construcción de una PTAR Sur ya había sido planteada, analizada y desechada en estudios anteriores, lo que determinó a adquirir una superficie de terreno adicional en la zona donde está emplazada la PTAR Este, además de que fueron contratados y elaborados los proyectos ejecutivos de los colectores marginales al dren 20 de Noviembre para conducir el agua de toda esa cuenca hasta el interceptor Este que llega a la PTAR Este, sin dejar parte o toda el agua en una PTAR Sur, razón por la cual esta Alternativa se deja plasmada en el documento sólo como una Alternativa de solución, pero no se llevó a cabo la modelación ni presupuestación de las obras por existir aspectos que hacen inviable dicha alternativa.

Al igual que con la Alternativa 1, para la Alternativa No. 3 se analizaron las condiciones a corto y mediano plazo y una condición a largo plazo en la que se estima un crecimiento sobre todo al Oeste de la ciudad de Matamoros. De igual manera, se busca la disminución del número de cárcamos de bombeo con el fin de simplificar la operación al mismo tiempo que se busca abatir los costos del consumo energético.

3.2.2.2 Identificación de Alternativas a las Condiciones existente y Futuras del sistema de alcantarillado sanitario

Para dar solución a la problemática del drenaje sanitario de Matamoros, se estarán evaluando 2 alternativas de solución a las condiciones existentes, mediante el análisis hidráulico de propuestas de operación a corto y mediano plazo, y también a largo plazo.

A continuación se presentan y se describen las alternativas de solución propuestas en este estudio, las cuales fueron puestas a consideración de la COCEF, el NADBANK, la JAD y la CONAGUA, no participando el IMPLAN de Matamoros en las reuniones de trabajo; con la finalidad de consensuarlas y evaluarlas a partir de los datos técnicos y económicos de cada una de ellas.

Tabla 229. Alternativas para mejorar el funcionamiento e incrementar la cobertura de saneamiento y tratamiento de las aguas residuales en Matamoros

Alternativa No. 1	Alternativa No. 3
1.- Construcción de colectores marginales a los Drenos Fidel Velázquez, Principal, 32 Izquierdo y Papantla, para incorporar el agua a la EB 32 y de ahí bombearla al Emisor Oeste.	1.- Construcción de un sistema de recolección y alejamiento en la zona Poniente de la ciudad con la construcción de una nueva PTAR Presidentes.
2.- Incorporación de descargas sobre la margen izquierda del Emisor Oeste	2.- Construcción de colectores marginales a los Drenos Principal, 32 Izquierdo y Papantla para incorporarlo a la EB 32 y de ahí mandarla al Emisor Oeste
3.- Construcción de colectores y líneas de impulsión sobre dren la Vacas	3.- Incorporación de descargas sobre la margen izquierda del Emisor Oeste
4.- Construcción de colectores marginales al dren 20 de Noviembre para incorporar el agua al Interceptor Este que llega a la PTAR Este	4.- Construcción de colectores y líneas de impulsión sobre dren la Vacas



Alternativa No. 1	Alternativa No. 3
5.- Reequipamiento de algunas estaciones de bombeo	5.- Construcción de colectores marginales al dren 20 de Noviembre para incorporar el agua al Interceptor Este que llega a la PTAR Este
6.- Ampliación de la capacidad de tratamiento de las dos PTAR existentes.	6.- Reequipamiento de algunas estaciones de bombeo.
7.- Ampliación de la cobertura de alcantarillado	7.- Ampliación de la capacidad de tratamiento de las dos PTAR existentes
8.- Sustitución y rehabilitación de la tubería colapsada y de concreto deteriorado.	8.- Ampliación de la cobertura de alcantarillado
	9.- Sustitución y rehabilitación de la tubería colapsada y de concreto deteriorado.

Alternativa No. 1

La alternativa No. 1 da solución a los diferentes problemas y deficiencias operativas que se tienen en el sistema de alcantarillado residual, pero en particular al sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales en la ciudad de Matamoros por parte de la JAD. Esta Alternativa contempla la construcción de obras en los diferentes componentes del sistema tal y como se describen a continuación:

Colectores marginales y de alejamiento.- Se plantea la construcción de un sistema de colectores marginales a los drenes Principal, 32 Izquierdo y Papantla para conducir el agua hacia la EB 32, con una longitud aproximada de 15.3 Km; la construcción de 11.6 Km de colectores a gravedad para conducir las aguas de las estaciones de bombeo: EB 20, 16, 36, 21, X-20 y X-1 al emisor Oeste y la construcción de 11.7 Km de colectores marginales y de alejamiento del dren 20 de Noviembre para conducir las aguas residuales de algunas descargas a gravedad y de las estaciones de bombeo: EB 2, 89, 63, 3, 11, 55, 51, 35, 82, 8, 37, 88.

Líneas de impulsión.- Se requiere de la construcción de 3.6 Km de líneas de impulsión nuevas y de reforzamiento en los diferentes sistemas de recolección y alejamiento de las aguas residuales para conducir el agua de las plantas de bombeo a cajas rompedoras de presión o cambio de régimen, a partir de las cuales el agua fluya por gravedad.

Conexiones de colectores al emisor Oeste.- Es necesario construir algunos cruces al dren principal para conectar las descargas de los colectores existentes que están sobre la margen derecha del mencionado dren, así como conectar las descargas de colectores y líneas de impulsión que están sobre la margen izquierda del dren por donde pasa el emisor Oeste.

Estaciones de bombeo de aguas residuales.- Al construirse todos los colectores que se requieren para captar toda el agua que se está descargando a los drenes, es necesario realizar la reingeniería y equipamiento de 8 estaciones de bombeo (86, 91, 3, 11, 17, 16, 36 y 21), el reequipamiento de 4 estaciones de bombeo (44, 73, 10 y 37), la construcción de 2 estaciones nuevas (EBN-1 y EBN-2), así como sacar de operación a 7 estaciones de bombeo (78, 35, 55, 20, 8, 51 y 82) ya que no será necesario su operación en



este nuevo esquema de recolección y alejamiento de las aguas residuales hasta los sitios de emplazamiento de las PTAR.

Ampliación de las plantas de tratamiento.- Se requiere de la ampliación de la planta de tratamiento Este con trenes de tratamiento para 180 L/s, con los cuales se llegaría a una capacidad total de tratamiento de 580 L/s y de la planta Oeste se requiere trenes de tratamiento para 270 L/s, con los cuales se estaría llegando a una capacidad total de tratamiento de 810 L/s.

Red de atarjeas.- se requiere ampliar la red de atarjeas en colonias que carecen del servicio, lo que implica la construcción de aproximadamente 160 Km de red de alcantarillado.

Rehabilitación y sustitución de tuberías dañadas.- es necesario y urgente rehabilitar o sustituir las tuberías que han presentado colapsos en las claves, ya que esto ha permitido el ingreso de tierra que ha obstaculizado el tránsito de las aguas residuales por los conductos, que de por sí traen muy bajas velocidades por las pendientes mínimas que tienen los tubos, por lo que se necesita rehabilitar 43 Km de tuberías colapsadas y posteriormente sustituir las tuberías de concreto del centro y colonias circunvecinas que tienen una longitud de 384 kilómetros.

Alternativa No. 3

La alternativa No. 3 también da solución a los diferentes problemas y deficiencias operativas que se tienen en el sistema de alcantarillado residual, pero en particular al sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales en la ciudad de Matamoros por parte de la JAD. Esta Alternativa contempla la construcción de obras en los diferentes componentes del sistema tal y como se describen a continuación:

Coletores marginales y de alejamiento del sistema Presidentes.- Se plantea la construcción de un sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales de la zona Noroeste de la ciudad con la instalación de 3.1 Km de colectores marginales al dren Principal y la instalación de 6.2 Km de líneas de impulsión a partir de las estaciones de bombeo 99, 58 y 86 para hacer llegar el agua a la nueva PTAR Presidentes.

Construcción de PTAR Presidentes.- Se requiere de la construcción de una nueva planta de tratamiento en la zona Noroeste de la ciudad con una capacidad de 100 L/s.

Coletores marginales y de alejamiento.- Se plantea la construcción de un sistema de colectores marginales a los drenes Principal, 32 Izquierdo y Papantla para conducir el agua hacia la EB 32, con una longitud aproximada de 9.1 Km ; la construcción de 11.6 Km de colectores a gravedad para conducir las aguas de las estaciones de bombeo: EB 20, 16, 36, 21, X-20 y X-1 al emisor Oeste y la construcción de 11.7 Km de colectores marginales y de alejamiento del dren 20 de Noviembre para conducir las aguas residuales de algunas descargas a gravedad y de las estaciones de bombeo: EB 2, 89, 63, 3, 11, 55, 51, 35, 82, 8, 37, 88.

Líneas de impulsión.- Se requiere de la construcción de 4.0 Km de líneas de impulsión nuevas y de reforzamiento en los diferentes sistemas de recolección y alejamiento de las aguas residuales para conducir el agua de las plantas de bombeo a cajas rompedoras de presión o cambio de régimen, a partir de las cuales el agua fluya por gravedad.



Conexiones de colectores al emisor Oeste.- Es necesario construir algunos cruces al dren principal para conectar las descargas de los colectores existentes que están sobre la margen derecha del mencionado dren, así como conectar las descargas de colectores y líneas de impulsión que están sobre la margen izquierda del dren por donde pasa el emisor Oeste.

Estaciones de bombeo de aguas residuales.- Al construirse todos los colectores que se requieren para captar toda el agua que se está descargando a los drenes, es necesario realizar la reingeniería y equipamiento de 10 estaciones de bombeo (91, 3, 11, 17, 16, 36, 21, 99, 58 y 86), el reequipamiento de 3 estaciones de bombeo (44, 10 y 73), la construcción de 2 estaciones nuevas (EBN-1 y EBN-2), así como sacar de operación a 7 estaciones de bombeo (78, 35, 55, 20, 8, 51 y 82) ya que no será necesario su operación en este nuevo esquema de recolección y alejamiento de las aguas residuales hasta los sitios de emplazamiento de las PTAR.

Ampliación de las plantas de tratamiento.- Se requiere de la ampliación de la planta de tratamiento Este con trenes de tratamiento para 180 L/s, con los cuales se llegaría a una capacidad total de tratamiento de 580 L/s y de la planta Oeste se requiere trenes de tratamiento para 170 L/s, con los cuales se estaría llegando a una capacidad total de tratamiento de 710 L/s.

Red de atarjeas.- Se requiere ampliar la red de atarjeas en colonias que carecen del servicio, lo que implica la construcción de aproximadamente 160 Km de red de alcantarillado.

Rehabilitación y sustitución de tuberías dañadas.- Es necesario y urgente rehabilitar o sustituir las tuberías que han presentado colapsos en las claves, ya que esto ha permitido el ingreso de tierra que ha obstaculizado el tránsito de las aguas residuales por los conductos, que de por sí traen muy bajas velocidades por las pendientes mínimas que tienen los tubos, por lo que se necesita rehabilitar 43 Km de tuberías colapsadas y posteriormente sustituir las tuberías de concreto del centro y colonias circunvecinas que tienen una longitud de 384 kilómetros.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

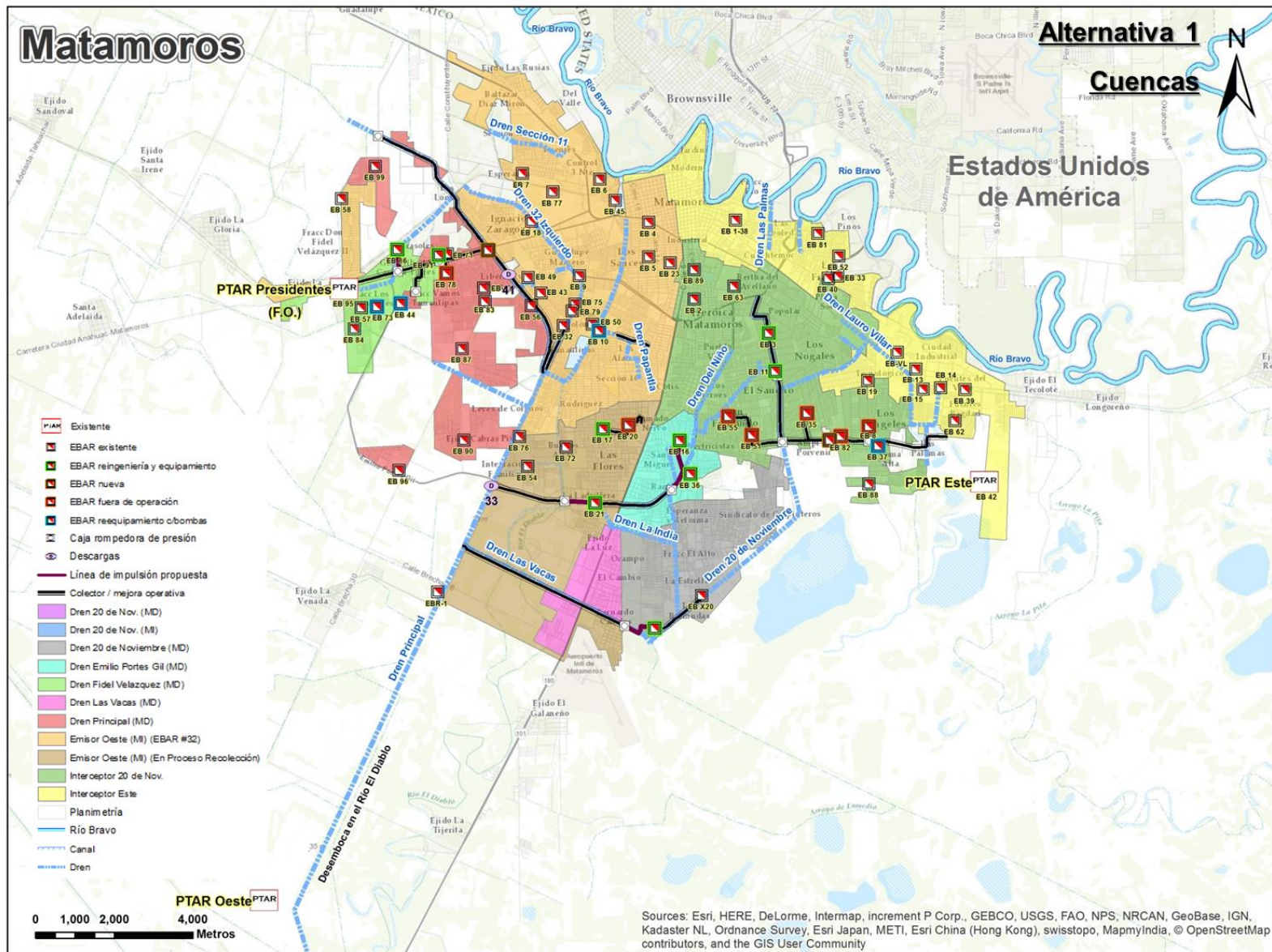


Figura 368. Cuenca de aportación Alternativa 1



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

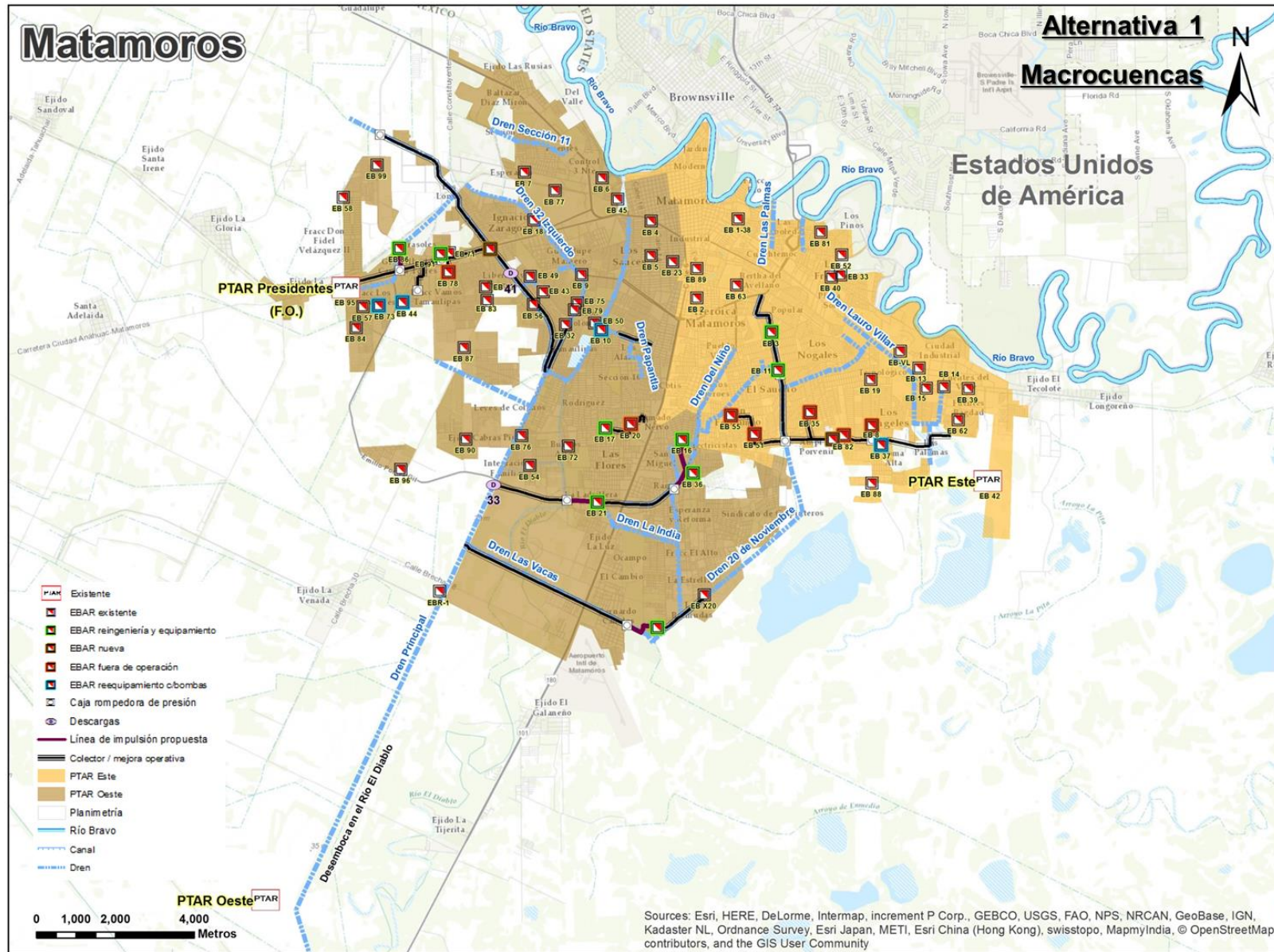


Figura 369. Macrocuencas de Plantas de Tratamiento Alternativa 1



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

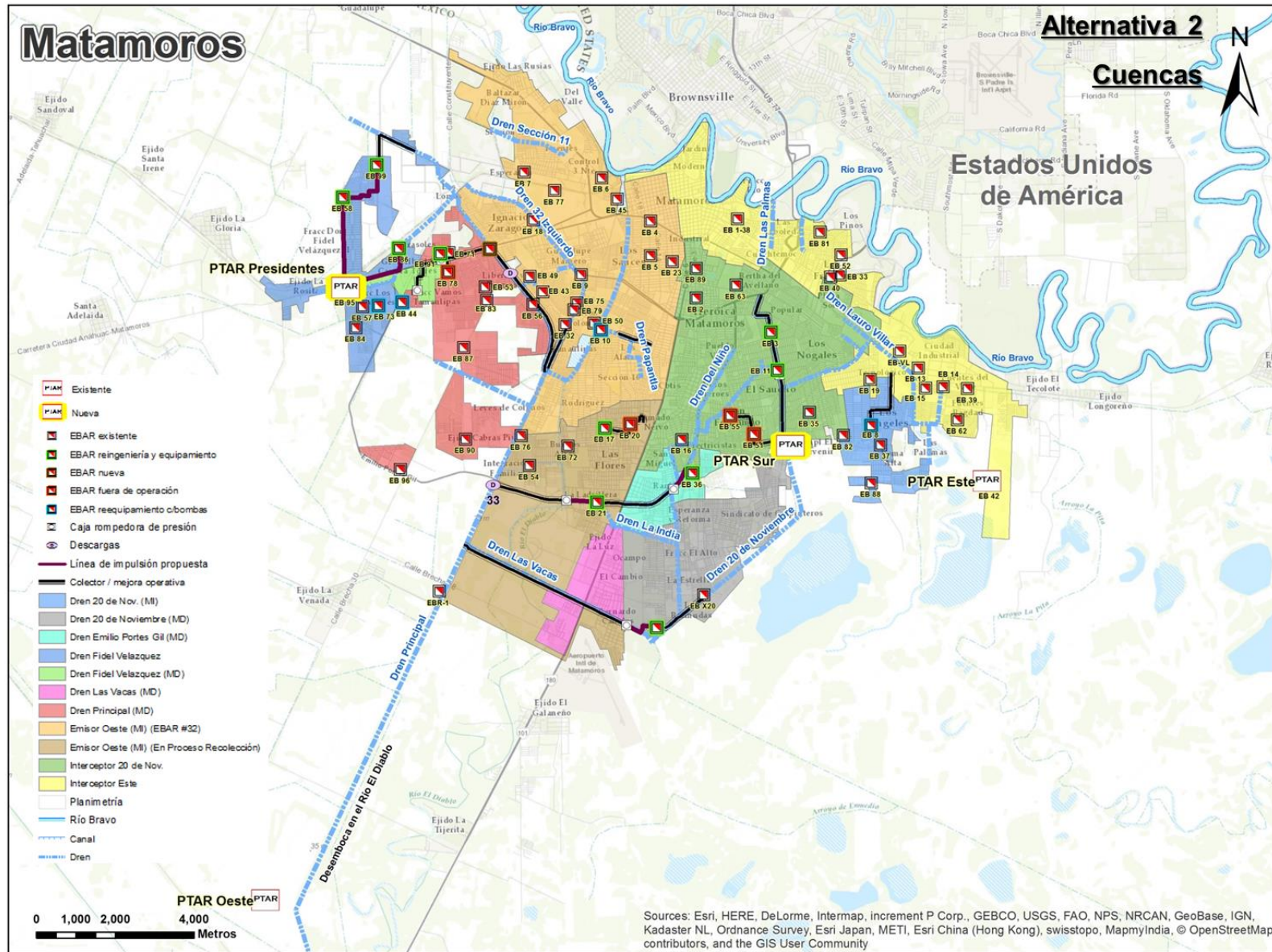


Figura 370. Cuencas de aportación Alternativa 2



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

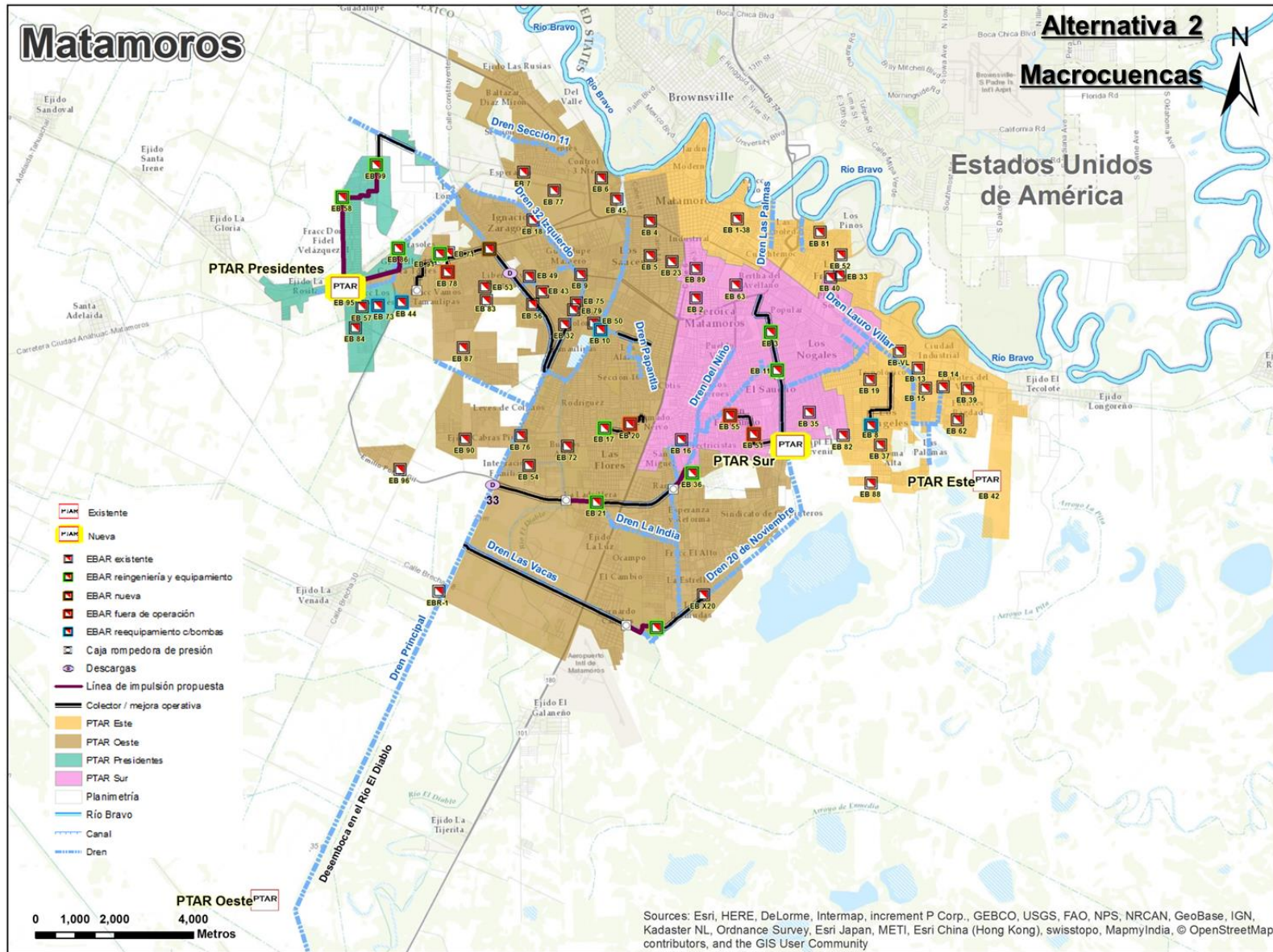


Figura 371. Macrocuencas de aportación de Plantas de Tratamiento de Alternativa 2



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

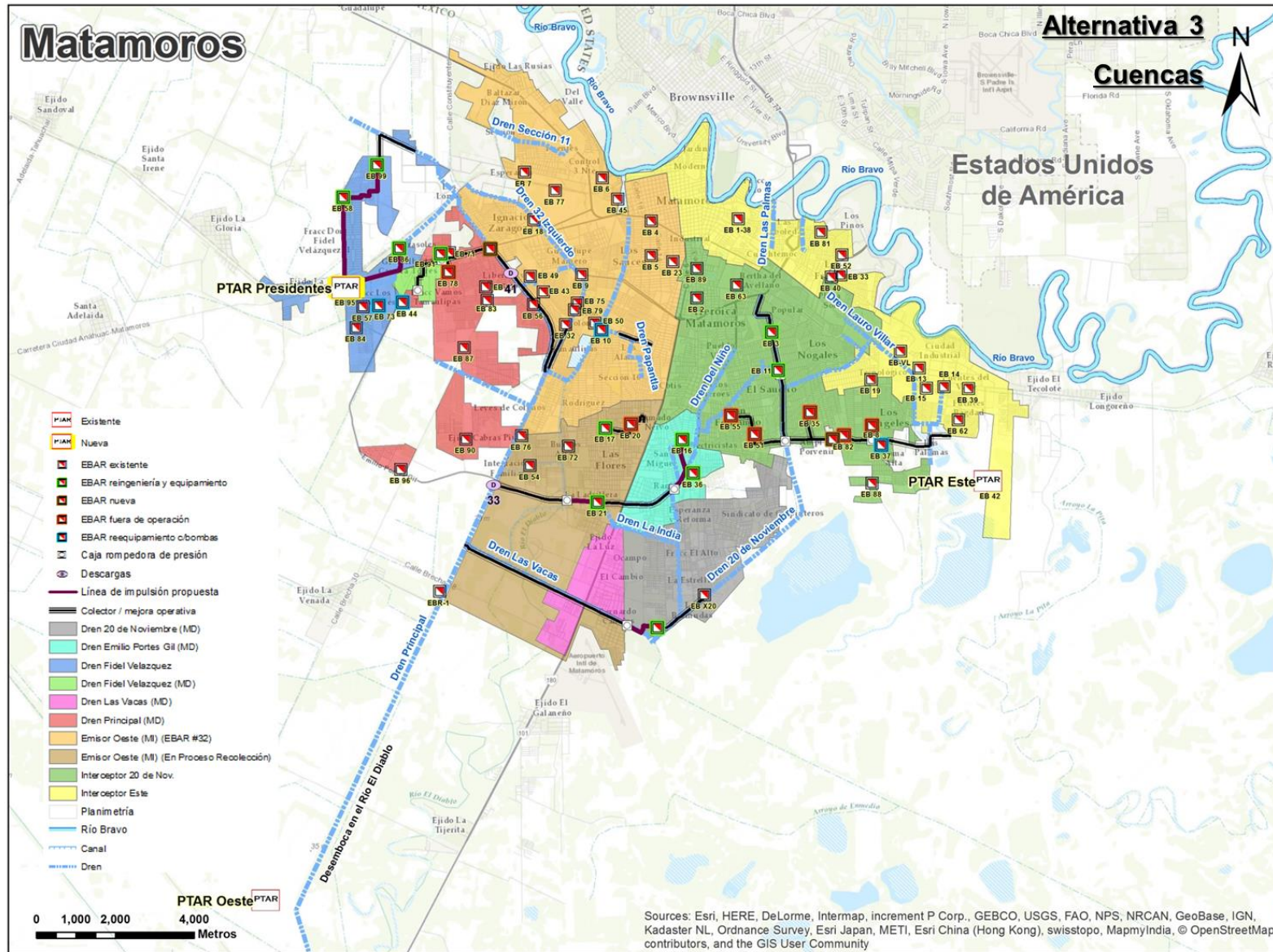


Figura 372. Cuencas de aportación de Alternativa 3



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

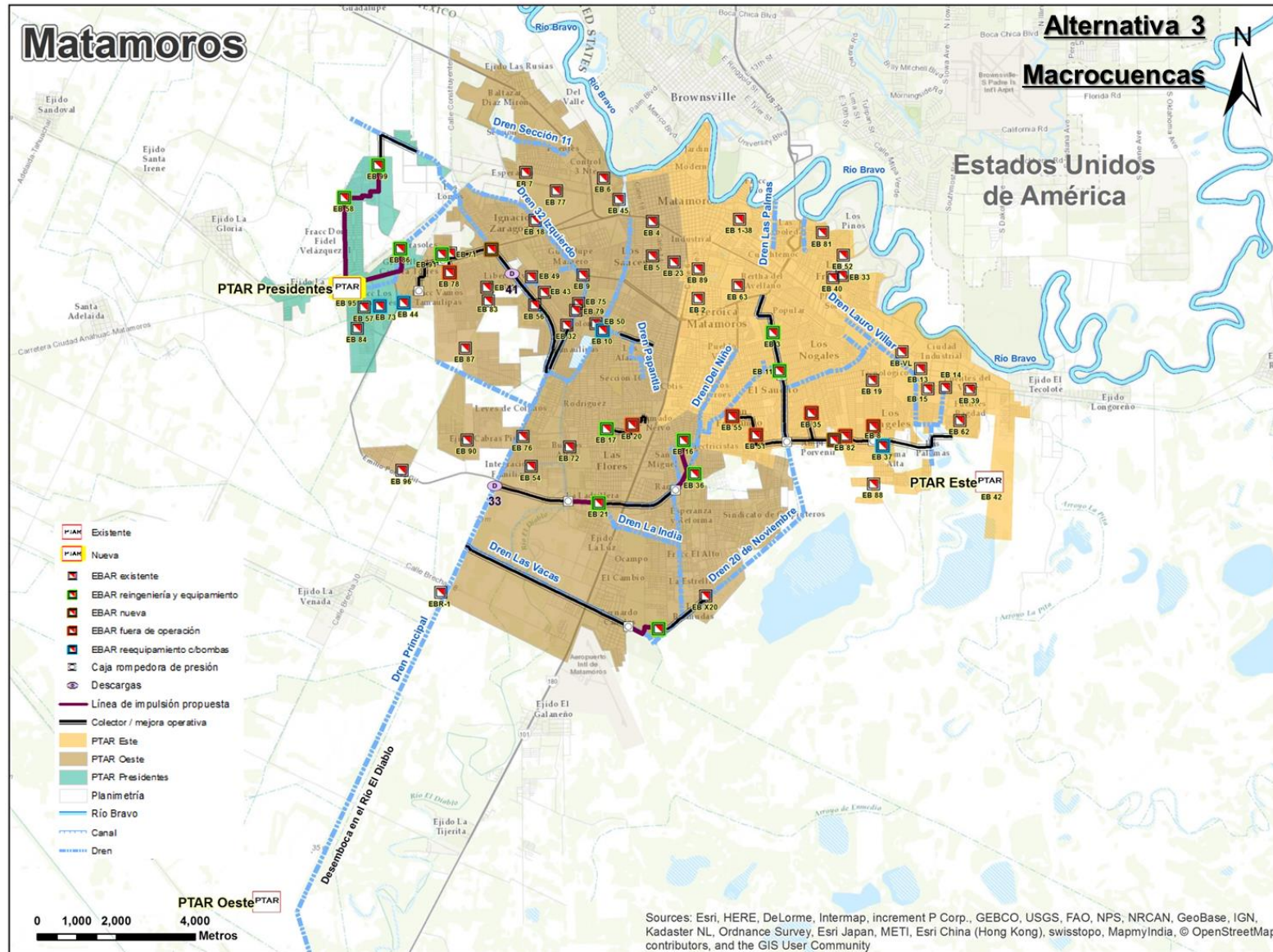


Figura 373. Macrocuencas de aportación de Plantas de Tratamiento Alternativa 3



En ambas alternativas se busca recolectar las aguas servidas que actualmente se están vertiendo a los drenes y canales que cruzan la ciudad, con lo que se estarán mejorando las condiciones de salubridad y se contribuye a una mejor calidad de vida para los habitantes de la ciudad de Matamoros.

Alternativa 1 a corto y mediano plazo

La Alternativa 1 contempla 2 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), como los puntos finales de disposición del agua servida de la ciudad de Matamoros. Estas PTAR son las plantas de tratamiento existentes al día de hoy, pero se les estará ampliando su zona de cobertura. Se realizará el análisis de cada una de las cuencas que drenan a las plantas.

PTAR Este. Para las condiciones a corto y mediano plazo, la superficie de cuenca que drena hacia esta planta de tratamiento es de aproximadamente 4,245 hectáreas, lo que representa un 34% del área total de cobertura de drenaje sanitario para Matamoros. En esta cuenca de aporte de drenaje sanitario hacia la PTAR Este se calcula que se estará dando servicio a una población estimada de 221,400 habitantes, correspondiente a un 46% de la población actual de la ciudad de Matamoros. El gasto medio asociado a esta población es de $Q_{med} = 496$ L/s, pero para el análisis hidráulico de la red de drenaje sanitario se estará utilizando el gasto máximo extraordinario $Q_{mex} = 2,097$ L/s y para el diseño de las estaciones de bombeo se utilizará el gasto máximo instantáneo $Q_{mi} = 1,398$ L/s.

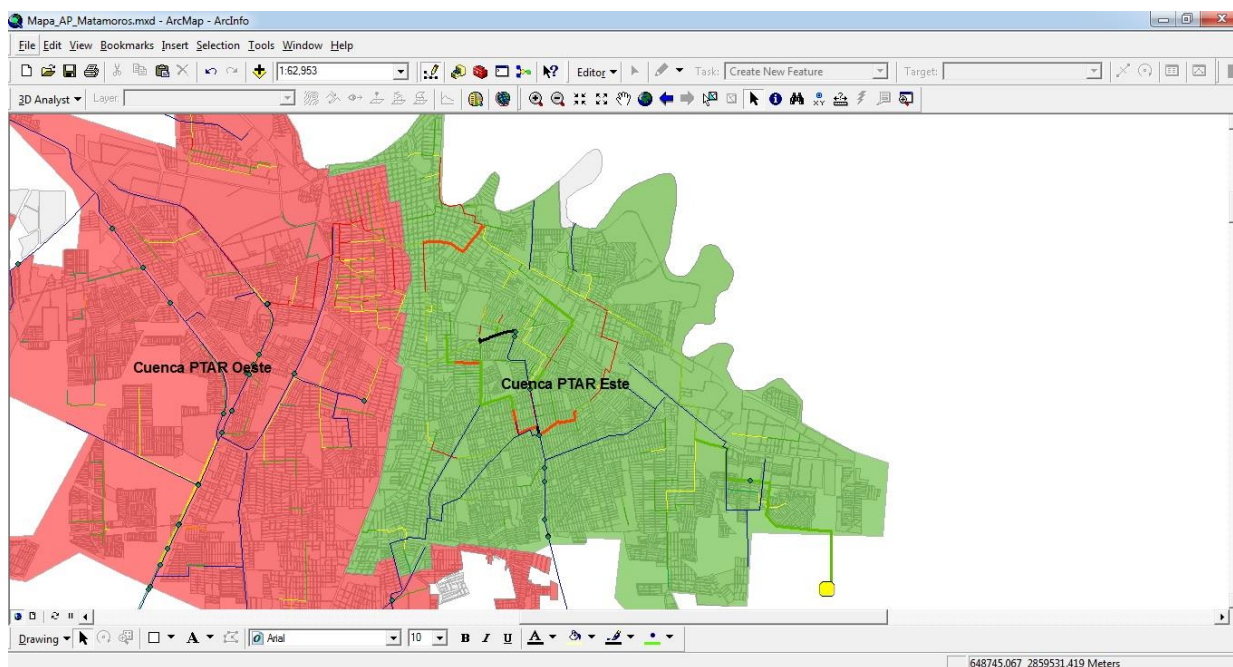


Figura 374. Área de aporte para la PTAR Este.

La red existente de colectores de drenaje sanitario de la cuenca PTAR Este tiene que complementarse con tuberías nuevas que estarán captando todas esas aportaciones que en la actualidad vierten hacia los drenes, así como el refuerzo de aquellos tramos que actualmente están fluyendo a presión o en porcentajes cercanos a la capacidad máxima. Los tubos nuevos que se proponen para la mejora operativa de la red de drenaje son:



- Se da continuidad al tubo de 150 cm de diámetro que baja desde el cruce de la calle Lic. Manuel Cavazos Lerma, paralelo al Dren 20 de Noviembre, por la margen izquierda con una longitud de aproximadamente 1,328 m y diámetro de 150 cm hasta llegar a la EBAR 3 llamada también "Popular". En todo este tramo también se estarán habilitando conexiones con tuberías existentes que vienen por las calles:
 - o Acción Cívica, tramo de 91 cm de diámetro y 23 m de longitud,
 - o Alejandro Prieto, con tubo de 53 m de longitud y 51 cm de diámetro
- La EBAR 3 Popular actualmente descarga en caja rompedora ubicada en el cruce de las calles Gral. Lázaro Cárdenas con Fidencio Trejo, pero se tendrá que reequipar para bombear a pozo nuevo ubicado por la acera de enfrente de la estación de bombeo a través de tubo de PVC de 75 cm de diámetro y longitud de 22 m, por margen derecha del Dren 20 de Noviembre. A partir de esta caja rompedora de presión, continúa tubo nuevo por la margen derecha del dren, por aproximadamente 970 m hasta la Estación de rebombeo EB 11 Nogalar. En este tramo comprendido entre la EB 3 Popular y la EB 11 Nogalar, se tendrán que realizar la conexión con la tubería que actualmente descargan al Dren 20 de Noviembre, que baja por la calle Fidencio Trejo, tubo de 48 m de longitud y diámetro de 107 cm.
- La EABAR 11 Nogalar actualmente bombea directo al dren 20 de Noviembre, pero se tendrá que reequipar para enviar el agua por un tubo nuevo de PVC de 91 cm de diámetro a presión hasta caja rompedora ubicada a 144 m por margen izquierda del Dren 20 de Noviembre.
- Desde esta caja rompedora se continúa con tubo nuevo de PVC de 122 cm, paralelo al Dren 20 de Noviembre, por la margen izquierda por aproximadamente 1,693 m hasta llegar al cruce de Av. Josefa Ortiz de Domínguez con Encino. En este tramo nuevo de colector, se tienen que conectar los tubos que actualmente están descargando al Dren 20 de Noviembre, provenientes de las siguientes calles:
 - o 10 de Mayo, tubo de 45 cm de diámetro y longitud de 36 m
 - o Cerezo, diámetro de 30 cm y longitud de 20 m
 - o Luis Donald Colosio, tubo de 20 m y 30 cm de diámetro
 - o 20 de Noviembre, tubo de 10 m y 30 cm de diámetro
 - o San Carlos, tubo de 30 cm y longitud de 180 m
- La línea nueva de 122 cm continúa hacia el Este por la calle Manuel Cavazos Lerma, por una longitud de 1,220 m hasta Cárcamo nuevo, donde se tendrá la Estación de Bombeo Nueva EBN 2, que enviará el agua a pozo nuevo ubicado a 181 m al este, en el cruce de las calles Hidalgo y Mixcoatl. A partir de esta caja rompedora de presión, la tubería nueva continúa en PVC de 122 cm por una longitud de 3,091 m hasta llegar a pozo existente del Emisor Este, ubicado en el cruce de la Av. Revolución con calle Fco. Javier Mina, en la colonia La Cima 3.
- En el punto donde actualmente está la Estación de Bombeo EB 55, se conectará tubo nuevo de 45 cm de diámetro de PVC, para continuar por gravedad por 380 m hasta el cruce de las calles Camino Real y Loma Partida, desde donde continuará el tubo nuevo con diámetro de 60 cm por una longitud de 2,015 m por calle Benito Juárez hasta San Patricio por donde continuará hasta encontrarse con el tubo de 122 cm nuevo, que viene de la EB 11 Nogalar. La EB 55 Abelardo de la Torre se estará deshabilitando.
- Otra estación de bombeo que se estará deshabilitando es la EB 51 Lomas de San Juan, y se estará conectando la red que actualmente llega al cárcamo, con la tubería nueva de 60 cm de diámetro

que pasa frente a la EB. La conexión será con tubo de 45 cm de diámetro y con una longitud de 25 m.

- En el sitio donde se ubica la estación de bombeo EB 35 La Amistad, se estará conectando tubería nueva de PVC de 45 cm de diámetro y 745 m de longitud, comenzando por calle Amistad, hasta llegar a Olmo y luego hacia el sur hasta conectarse con tubo nuevo propuesto de 122 cm de diámetro. La EB 35 La Amistad se estará dejando fuera de operación.
- Reequipar la estación de bombeo EB 8 Tecnológico, ya que actualmente envía el agua al dren 20 de Noviembre, a través de un tubo de longitud de 4,980 m, y en esta alternativa se propone enviar el agua a pozo ubicado a 15 m, desde donde saldrá tubo nuevo de PVC de 60 cm de diámetro, hacia el sur por la calle Camino Real, hasta conectarse con tubo nuevo de 122 cm de diámetro que va propuesto por la calle África.
- Dejar fuera de operación la EB 37 Hogares de Matamoros, al sacar por calle Aztlán con tubo de 45 cm de diámetro y longitud de 377 m hasta conectar con tubería nueva propuesta de 122 cm de diámetro.

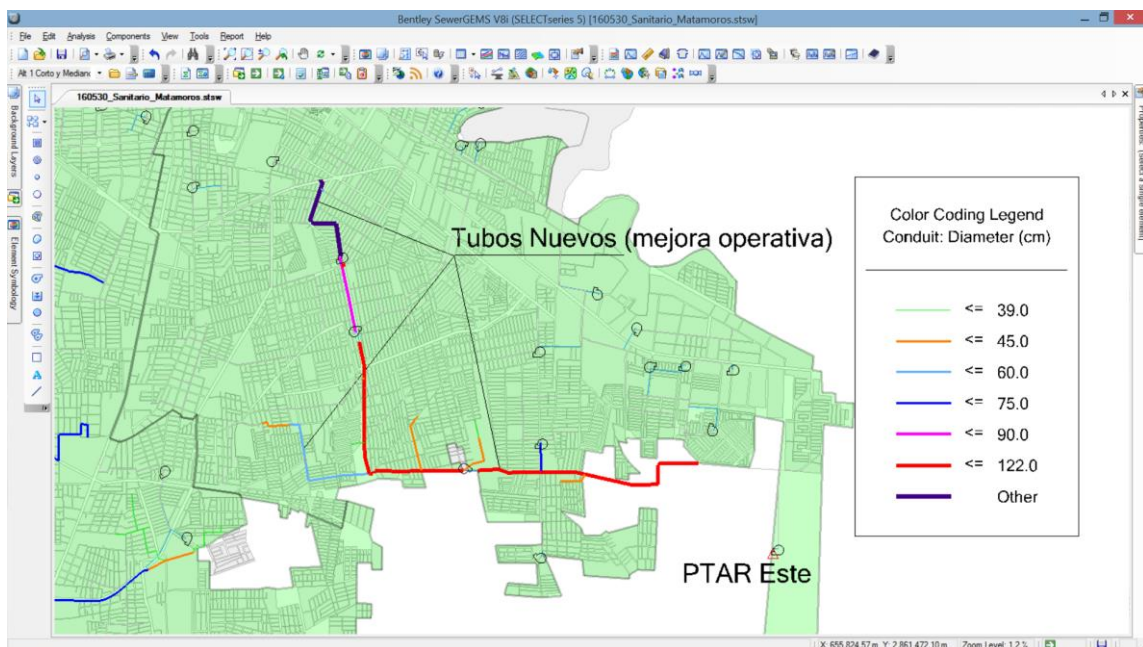


Figura 375. Mejora Operativa de Alternativa 1, Zona de la PTAR Este.

Los tramos de tubería de la cuenca de la PTAR Este, en los que se proponen refuerzos para la Alternativa 1 a Corto y Mediano Plazo con el incremento de los diámetros existentes son:

- Tubería existente de concreto de 60 cm de diámetro, desde la descarga de la EB 1-38 Las Delicias, hasta cruce de las calles División del Norte y Alameda. El tubo que se propone es de PVC de 75 cm de diámetro y la longitud del tramo es de 2,393 m, desde la caja rompedora de presión de la EB 1-38 hasta conectar con tubo existente de 75 cm de diámetro en el crucero arriba descrito.
- El segundo tramo a reforzar es el tubo de llegada a la PTAR Este, desde el crucero de las calles Fco. Javier Mina y Revolución en la Col. La Cima 3, hasta el tanque receptor en la PTAR Este. La longitud es de 2,201 m y el diámetro actual es de 107 cm y el diámetro propuesto es de 150 cm en PVC.

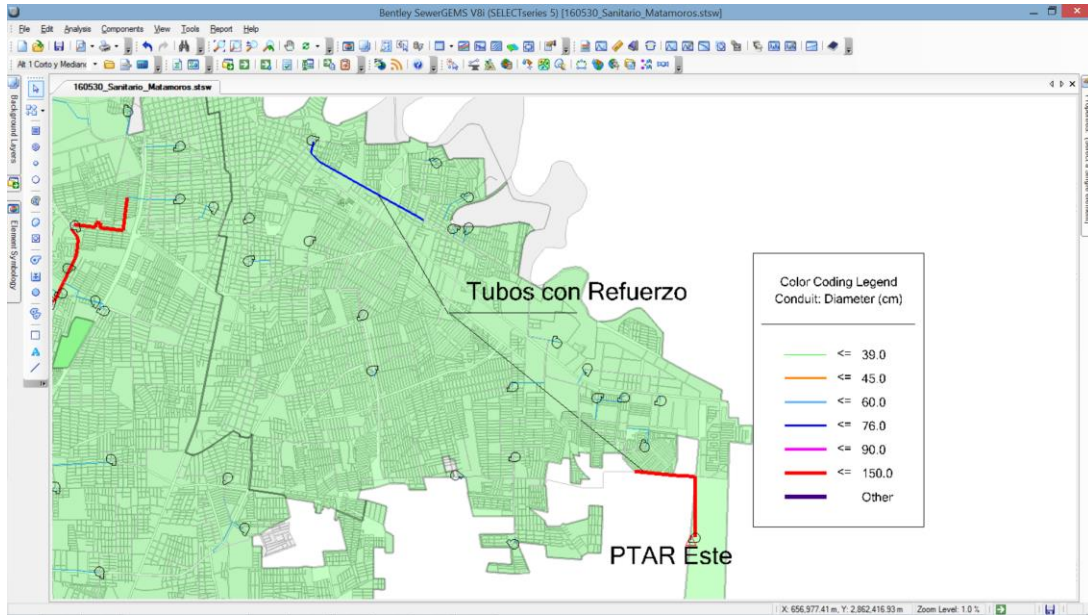


Figura 376. Tubos a Reforzar de Alternativa 1, Zona de la PTAR Este.

Con estos cambios de diámetro y las adiciones de tubería como mejora operativa, el sistema de drenaje sanitario que fluye hacia la PTAR Este ahora tiene un mapa de capacidades como el que se muestra en la figura siguiente.

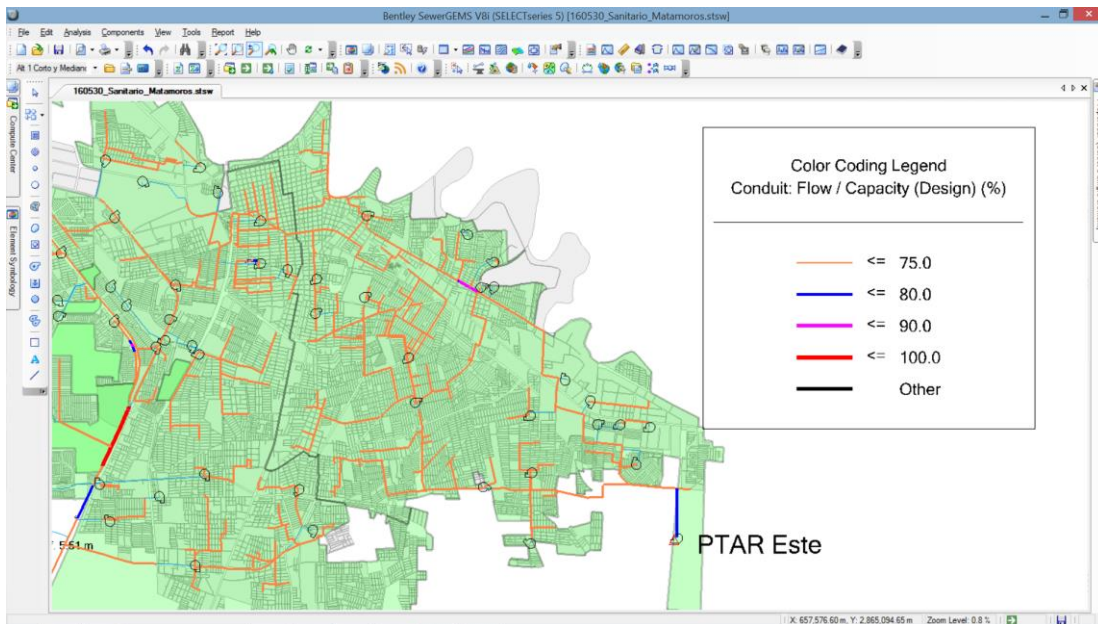


Figura 377. Capacidades de tuberías en Alternativa 1, Zona de la PTAR Este.

La longitud de red de la cuenca de la PTAR Este es de 80,933 metros de tubería. Con las propuestas de la Alternativa 1, el 98% de las tuberías se encuentran con capacidades menores al 75%, lo que les deja espacio para poder transitar las condiciones a largo plazo. Ninguno de los tramos del sector se encuentra bajo presión.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

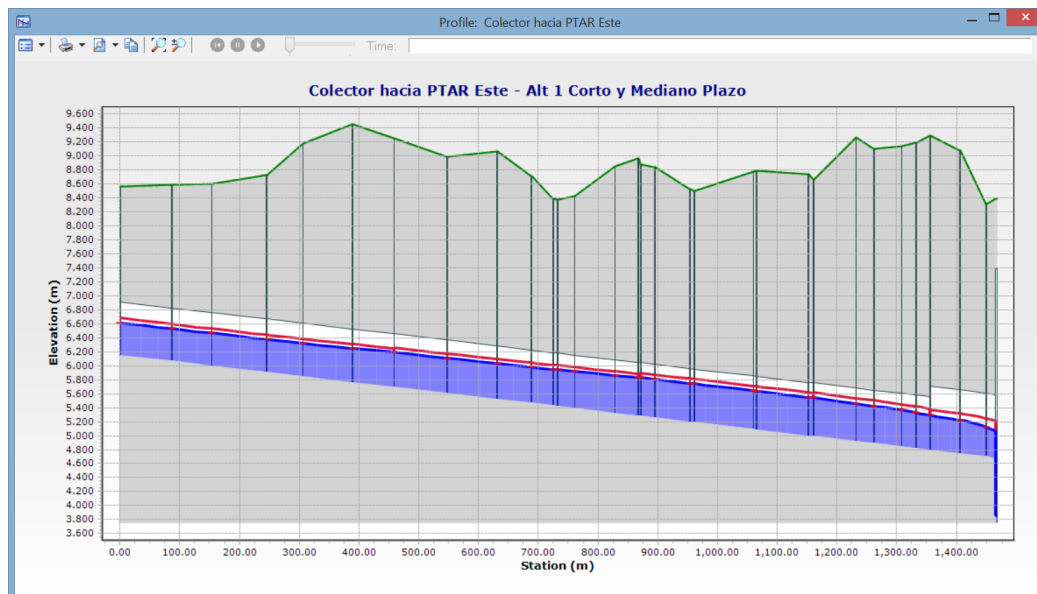


Figura 378. Perfil de tramo hacia la PTAR Este. Alternativa 1 a Corto y Mediano Plazo.

El tramo que va con un porcentaje más alto a tubo lleno es el que se muestra en el perfil anterior.

Tabla 230. Estaciones de Bombeo de Alternativa 1. Corto y Mediano Plazo, Zona PTAR Este.

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Eficiencia (%)	Potencia Bomba (HP)
EB-1-38	196.57	9.13	67	35.24
EB-2	40.78	5.655	67	4.53
EB-3_CM	158.57	4.535	67	14.12
EB-8_CM	75.89	6.802	67	10.14
EB-11_CM	558.66	6.726	67	73.78
EB-13	25.46	7.443	67	3.72
EB-14	27.12	1.99	67	1.06
EB-15	26.59	5.565	67	2.91
EB-19	31.37	5.98	67	3.68
EB-33	16.61	5.062	67	1.65
EB-39	7.3	5.684	67	0.81
EB-40	353.53	4.665	67	32.38
EB-52	11.36	7.27	67	1.62
EB-62	77.81	4.82	67	7.36
EB-63	14.71	3.258	67	0.94
EB-81	3.99	1.476	67	0.12
EB-88	2.7	4.848	67	0.26
EB-89	10.19	3.17	67	0.63
EB-VL	2.74	5.211	67	0.28
EBN-2	744.49	5.627	67	82.25
TOTAL				277.48



PTAR Oeste. Para el análisis de las condiciones a corto y mediano plazo, la superficie de cuenca que drena hacia esta planta de tratamiento es de aproximadamente 8,250 hectáreas, lo que representa un 66% del área total de cobertura de drenaje sanitario para Matamoros. En esta cuenca de aporte de drenaje sanitario hacia la PTAR Oeste se calcula que se estará dando servicio a una población estimada de 258,461 habitantes, correspondiente a un 54% de la población actual de la ciudad de Matamoros. El gasto medio asociado a esta población es de $Q_{med} = 627$ L/s, pero para el análisis hidráulico de la red de drenaje sanitario se estará utilizando el gasto máximo extraordinario $Q_{mex} = 2,654$ L/s y para el diseño de las estaciones de bombeo se utilizará el gasto máximo instantáneo $Q_{mi} = 1,770$ L/s.

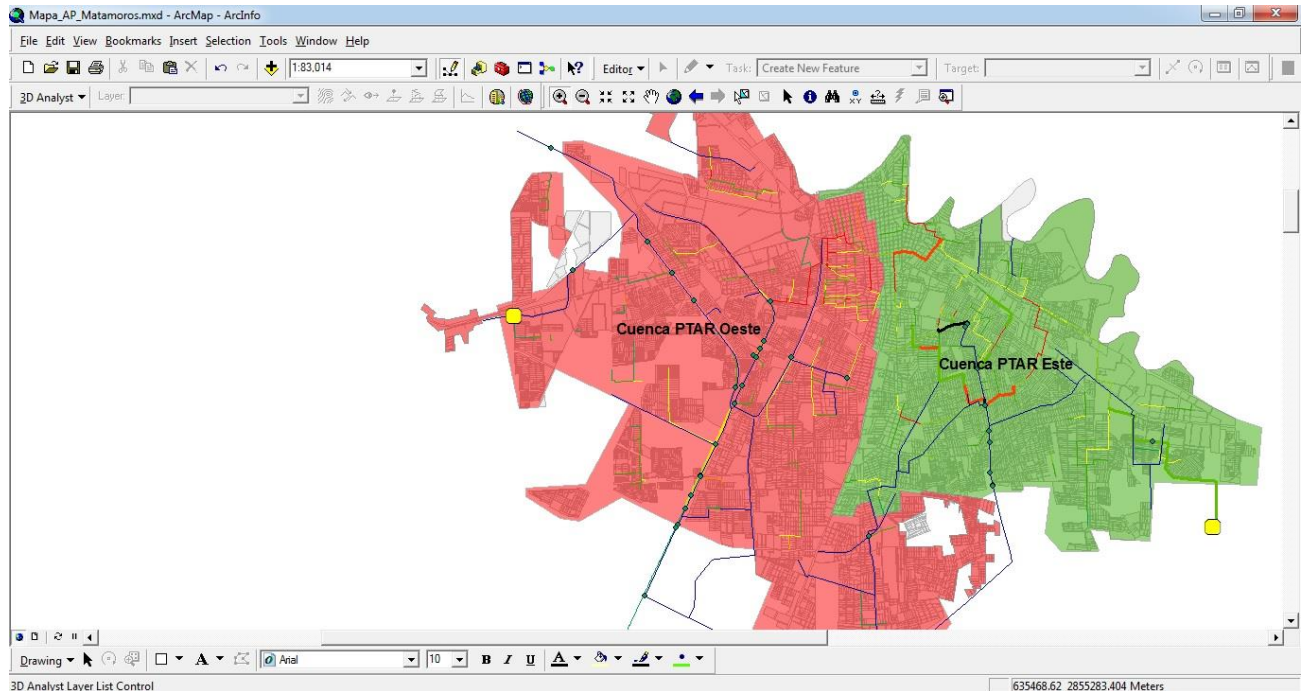


Figura 379. Área de aporte para la PTAR Oeste.

La red existente de colectores de drenaje sanitario de la cuenca PTAR Oeste tiene que complementarse con tuberías nuevas que estarán captando todas esas aportaciones que en la actualidad vierten hacia los drenes, así como el refuerzo de aquellos tramos que actualmente están fluyendo a presión o en porcentajes cercanos a la capacidad máxima. Los tubos nuevos que se proponen para la mejora operativa de la red de drenaje son:

- En condiciones actuales, la EB 99 Fracc. Alameda bombea directamente al Dren Principal, pero en la Alternativa 1 se propone que esta estación ahora bombee a caja rompedora de presión en el colector nuevo de 45 cm de diámetro, propuesto sobre la margen derecha y paralelo al Dren Principal. La longitud de este colector es de 4.26 kilómetros, hasta llegar a Estación de Bombeo Nueva, llamada EBN 1, propuesta en el cruce de la carretera estatal (Sendero Nacional) con Av. Miguel Hidalgo y Costilla.
- La EBN 1 también recibe los efluentes de un colector nuevo proveniente desde el cruce de la Carretera Estatal No. 8 con la calle Miguel Treviño Emparan con una longitud de 3,828 m, de los cuales:



- Comienza con una caja rompedora de presión que recibe el bombeo de la EB-95 Los Presidentes, que actualmente está fuera de operación. A partir de este punto, se propone tubería de PVC de 60 cm por una extensión de 2,066 m por la Carretera Estatal No. 8 hacia el Este, hasta llegar a la calle Vamos Tamaulipas. En el cruce con el ingreso al fraccionamiento Los Nogales, se conecta el bombeo de la EBAR 86 Los Nogales, que en condiciones actuales está teniendo sus vertidos en el Dren Fidel Velázquez.
- El colector continúa por la Carretera Estatal No. 8 por otros 1,762 m en PVC de 91 cm hasta llegar a la EBN 1, pero antes de llegar, en el cruce con la calle Brisas del Valle, recibe la conexión de tubo nuevo de 41 cm de diámetro proveniente del punto donde ahora se ubica la EB 78 – Brisas del Valle que se dejará fuera de operación en la Alternativa 1.
- La EB 91 El Caracol en condiciones actuales bombea al Dren Principal, pero se propone conectarse con Colector Nuevo de 91 cm de diámetro que va por Carretera Estatal No. 8 rumbo a la EBN 1.
- La EBN 1 bombea a Colector Nuevo de 91 cm de diámetro ubicado por la margen izquierda del Dren Principal por 1,802 m hasta llegar a calle Ceuta, donde se tiene caja rompedora que recibe el bombeo de la EB 56 Nuevo Milenio (actualmente bombeando a Dren Principal y cambia de diámetro a 107 cm y se continúa con este diámetro hasta la EB 32 Valle Real, entrando por calle Valle de Mónica y luego por Valle de Ángela.
- La EB 53 Las Brisas y la EB 83 Rinconada de Las Brisas que actualmente descargan al Dren Principal, ahora se conectan con caja rompedora en margen izquierda al cruce con Circuito interior.
- Tubo nuevo de 61 cm proveniente de margen izquierda del Dren Principal con longitud de 1,120 m partiendo desde la zona de confluencia del Dren Principal con Dren 32 Izquierdo, hasta conectarse con tubo de 107 cm de diámetro en calle Valle de Mónica, para continuar a EB 32 Valle Real.
- De las colonias Santa Anita y Villa Las Flores, se propone un colector de 45 cm de diámetro que comienza en la calle 12 de Marzo esquina con Del Puente, y corre de Sur a Norte, paralelo al Dren 32 Izquierdo, y va recolectando las descargas que actualmente llegan a dicho Dren, hasta llegar a calle Viejo San Juan, donde cruza hacia la EB 32 Valle Real. La longitud de este colector nuevo es de 1,400 m.
- Tubo nuevo de 886 m de longitud en PVC de 60 cm de diámetro, que se propone para conectar con tubería de 60 cm existente que actualmente descarga en el Dren Papantla en calle Gral. Carlos Salazar y Mexicali. Este tubo nuevo corre por margen derecha del Dren Papantla y se conecta con tubo existente de 60 cm de diámetro en calle Paseo Naranjo y Mexicali.
- EB 20 Terrenos Expo Fiesta sale de operación, y se propone sistema a gravedad con tuberías de PVC de 60 cm de diámetro, con longitud de 1,647 m que colectan las aguas servidas y las llevan a estación existente EB 17 Rodríguez, que tendrá que ser reequipada, pues actualmente bombea hacia Dren Principal y en esta Alternativa se propone que descargue en caja rompedora del Emisor Oeste, de 140 cm de diámetro en cruce de las calles 12 de Marzo con Ing. Marte R. Gómez.



- EB 15 Expo Oriente, que actualmente bombea a caja rompedora de la cuenca de la PTAR Este, se propone que envíe ahora sus aguas a colector nuevo de 60 cm de diámetro, ubicado en el cruce del Libramiento Lic. Emilio Portes Gil con 10 de Agosto.
- En este cruce anterior, se propone un colector nuevo que evite que la tubería existente de 45 cm de diámetro vierta sus aguas en el Dren Emilio Portes Gil. Este colector nuevo, tendrá una longitud de 2,096 m, a lo largo del libramiento Emilio portes Gil, rumbo al Oeste, hasta la estación EB 21 La India.
- La EB 21 La India tendrá que ser reequipada, pues actualmente bombea hacia Dren Principal por la calle Francisco Rincón Peña, y se propone cambiar el trazo de impulsión hacia caja rompedora nueva ubicada en cruce del Libramiento Emilio Portes Gil con Sierra Madre Oriental.
- En este cruce comienza un colector nuevo de PVC de 91 cm de diámetro, con una longitud de 1,943 m hasta conectarse con Emisor Oeste existente de 150 cm de diámetro.
- La estación EB X20 18 de Octubre actualmente bombea al Dren 20 de Noviembre, y se propone que para condiciones futuras, desde Corto y Mediano Plazo, esta estación de bombeo ahora vierta hacia caja rompedora de presión que da inicio a colector nuevo de PVC de 60 cm de diámetro, tiene una longitud de 1,274 m, paralelo al dren 20 de Noviembre hasta llegar a Estación de Bombeo Nueva, llamada EB X1, ubicada entre Mar Muerto y Mar de Cortés, en la Colonia Las Bermudas.
- La Estación EB X1 bombea las aguas servidas hasta caja rompedora nueva ubicada sobre margen derecha del Dren Las Vacas, en los cruces de las calles Eduardo Chávez y 5 de Febrero, en la Colonia Servando Canales. La línea de impulsión tendrá una longitud aproximada de 951 m
- A partir de esta caja rompedora, se da inicio a colector nuevo que corre por la margen derecha del Dren Las Vacas, en diámetro de 91 cm por una longitud aproximada de 4,612 m hasta conectarse con el Emisor Oeste, de 150 cm de diámetro.

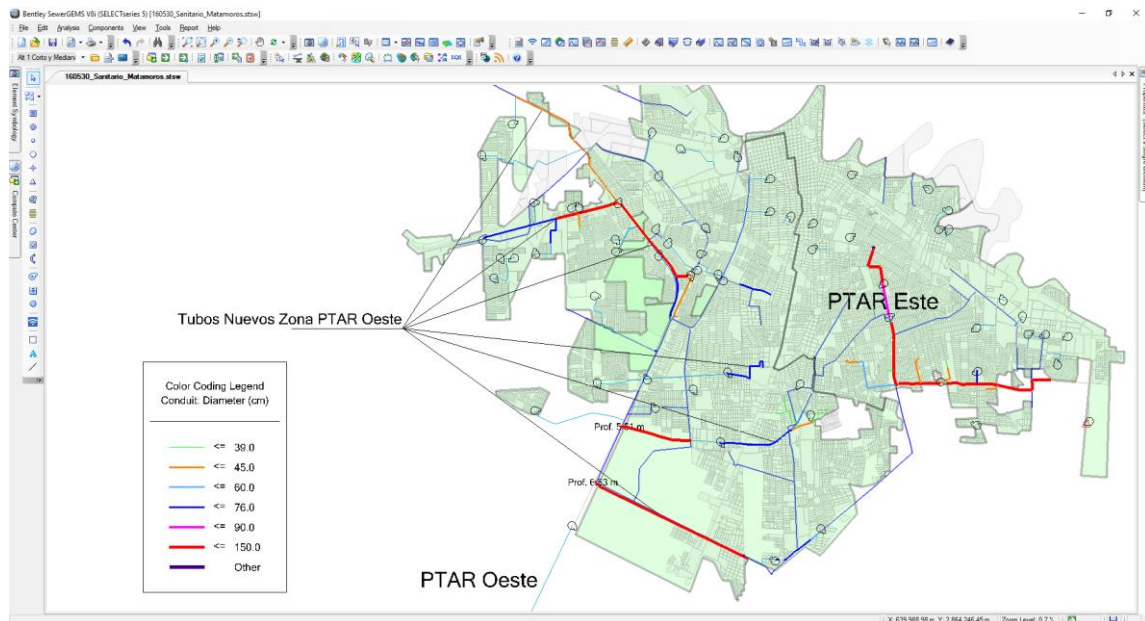


Figura 380. Mejora Operativa de Alternativa 1, Zona de la PTAR Oeste.



Los tramos de tubería de la cuenca de la PTAR Oeste, en los que se proponen refuerzos para la Alternativa 1 a Corto y Mediano Plazo con el incremento de los diámetros existentes son:

- Tramo de 602 m, por la Carretera Estatal No. 8, entre las calles Dos Norte y Siglo XXI, la tubería original es de 25 cm de diámetro, se propone cambiarla a PVC de 37.5 cm.
- Por la calle Luis E. Rendón, en las cercanías de la EB 57 Los Presidentes, entre las calles Miguel Treviño y Juan B. García, reemplazar 424 m de tubería que actualmente son de 20 cm de diámetro, por tubo de 30 cm de PVC.
- Tubería de 45 cm de diámetro, por Av. 12 de Marzo, desde su cruce con la calle Villareal, hasta llegar a la EB 56 Nuevo Milenio, cambiar los 543 m por tubería de PVC de 60 cm de diámetro.
- En el cruce de las calles Laguna Jasso y Veinticinco está una caja rompedora de presión que recibe las descargas de la EB 5 (16 y Calixto de Ayala). A partir de esta caja y hasta la EB 9 Las Águilas, se tiene tubería de 76 cm de diámetro, que se propone cambiar por tubo de PVC de 106 cm. La longitud de es de 1,576 m.
- Desde la caja rompedora que recibe las aportaciones de la EB 9 Las Águilas, hasta la Estación de Bombeo EB 32 se tienen 1,400 m de tubería de 91 cm de diámetro, que se propone reforzar por tubería de PVC de 122 cm.

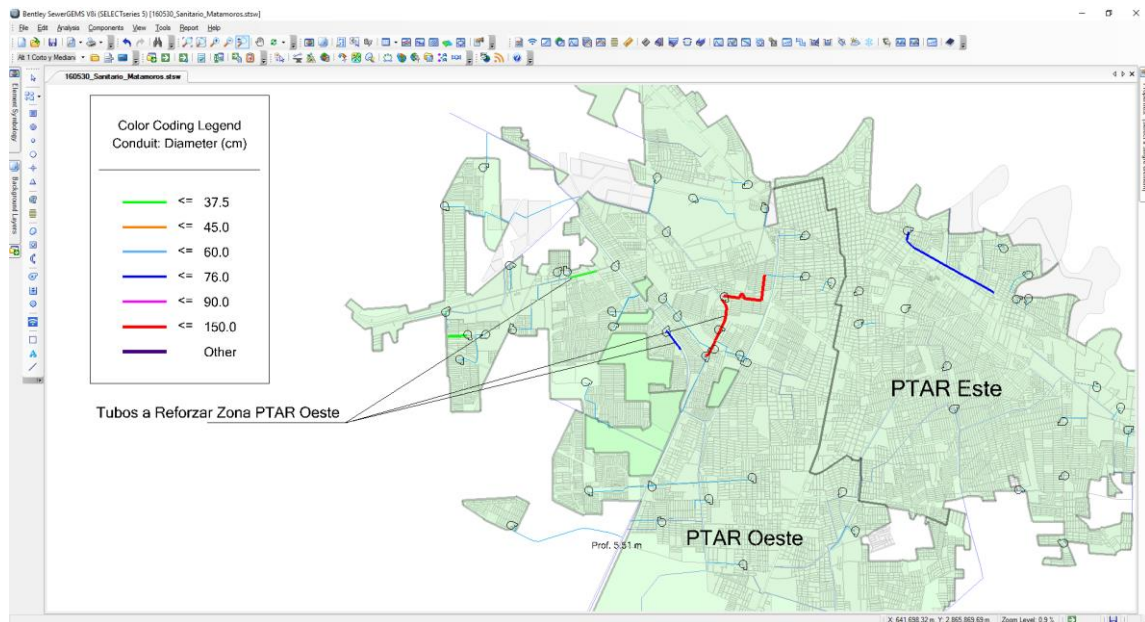


Figura 381. Tubos a Reforzar de Alternativa 1, Zona de la PTAR Oeste.

Con estos cambios de diámetro y las adiciones de tubería como mejora operativa, el sistema de drenaje sanitario que fluye hacia la PTAR Oeste ahora tiene un mapa de capacidades como el que se muestra en la figura siguiente, donde puede observarse que el Emisor a la PTAR Oeste se encuentra funcionando al límite bajo las condiciones de gasto máximo extraordinario.

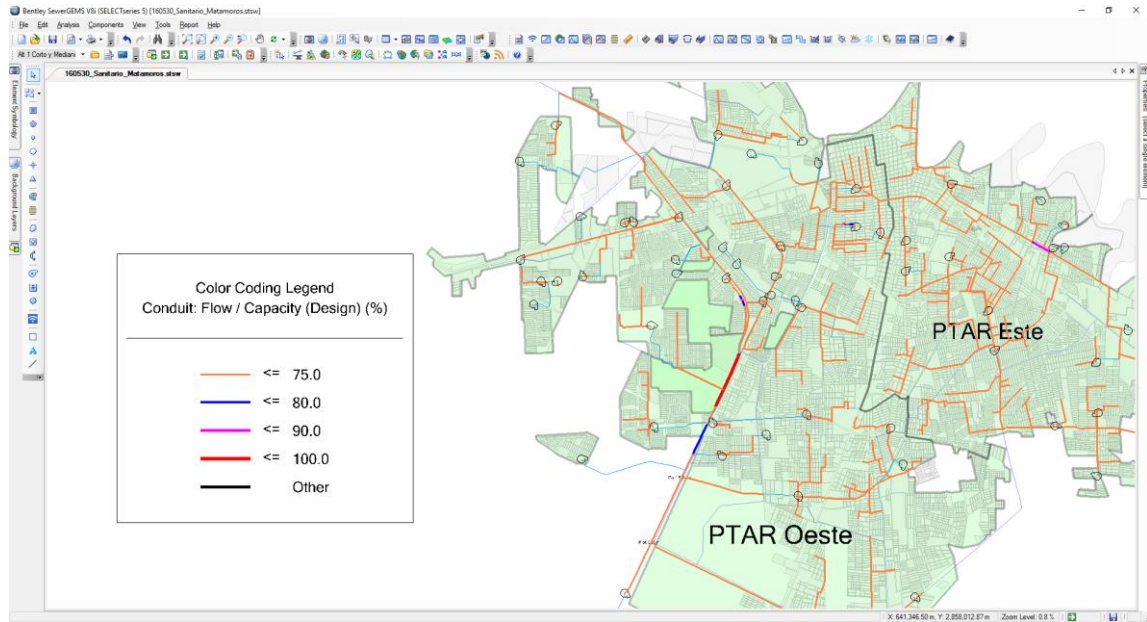


Figura 382. Capacidades de tuberías en Alternativa 1, Zona de la PTAR Oeste.

La longitud de red de la cuenca de la PTAR Oeste es de 109,884 metros de tubería. Con las propuestas de la Alternativa 1, el 98% de las tuberías se encuentran con capacidades menores al 75%, lo que les deja espacio para poder transitar las condiciones a largo plazo. Ninguno de los tramos del sector se encuentra bajo presión.

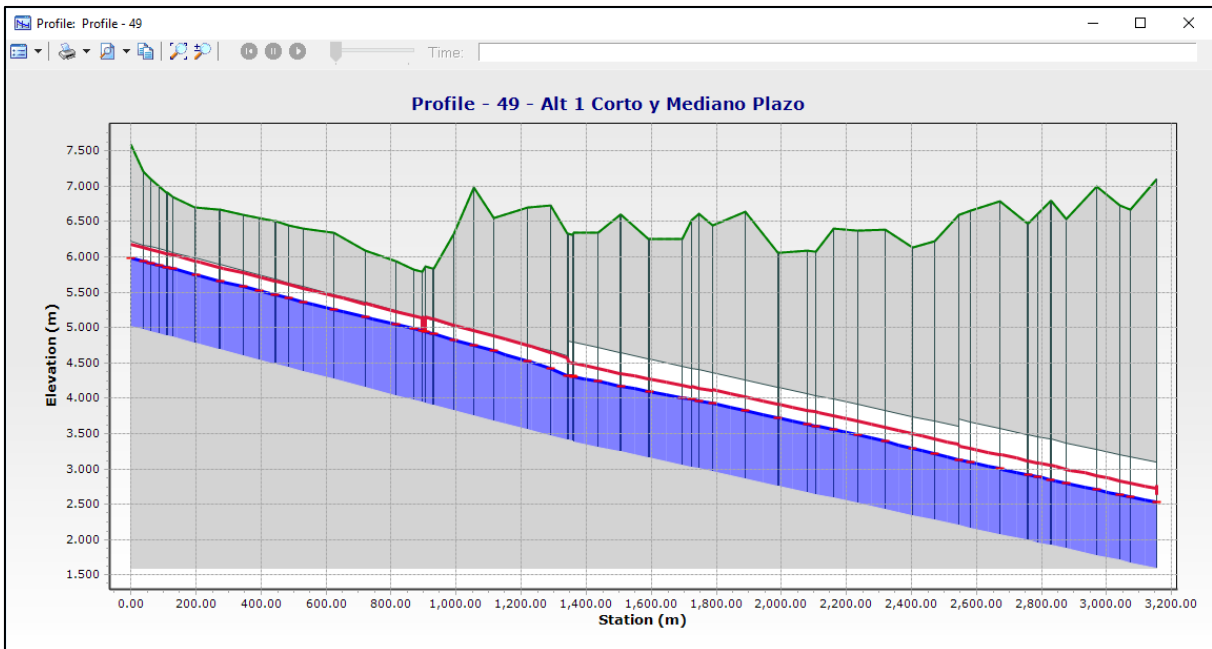


Figura 383. Perfil de tramo hacia la PTAR Oeste. Alternativa 1 a Corto y Mediano Plazo.

El tramo mostrado en el perfil, corresponde con el tramo inicial del Emisor Oeste, que tiene diámetros de 122 cm, 140 cm y 150 cm, como puede apreciarse en la figura anterior.



Tabla 231. Estaciones de Bombeo de Alternativa 1. Corto y Mediano Plazo, Zona PTAR Oeste.

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Eficiencia (%)	Potencia Bomba (HP)
EB X1	24.81	5.665	67	2.76
EB-4	59.23	5.714	67	6.65
EB-5	136.68	8.735	67	23.44
EB-6	12.7	6.66	67	1.66
EB-7	102.52	4.462	67	8.98
EB-9	582.37	5.17	67	59.12
EB-10	172.74	6.549	67	22.21
EB-16_CM	68.95	6.56	67	8.88
EB-17_CM	28.83	2.461	67	1.39
EB-18	57.96	5.723	67	6.51
EB-21_CM	163.9	6.38	67	20.53
EB-23	34.31	5.737	67	3.87
EB-32	1,251.96	12.625	67	310.35
EB-36	15.71	5.18	67	1.6
EB-43_CM	66.56	2.672	67	3.49
EB-44	11.05	6.251	67	1.36
EB-45	4.87	3.43	67	0.33
EB-49	12.47	0.288	67	0.07
EB-50_CM	42.31	4.533	67	3.77
EB-53_CM	62.97	5.616	67	6.94
EB-54_CM	61.15	4.511	67	5.42
EB-56_CM	61.06	3.013	67	3.61
EB-57	72.68	0.711	67	1.01
EB-58	12.91	4.124	67	1.05
EB-71	12.14	4.142	67	0.99
EB-72	4.93	2.856	67	0.28
EB-73	6.17	4.563	67	0.55
EB-75	19.17	2.708	67	1.02
EB-76_CM	24.42	3.131	67	1.5
EB-77	21.05	7.776	67	3.21
EB-79	2	0.215	67	0.01
EB-83_CM	67.61	4.512	67	5.99
EB-84	33.21	3.185	67	2.08
EB-86_CM	3.6	3.967	67	0.28
EB-87	40.57	4.763	67	3.79
EB-90_CM	68.01	4.746	67	6.34
EB-91_CM	8.69	5.276	67	0.9
EB-95	72.67	2.244	67	3.2
EB-96_CM	0.1	2.9	67	0.01
EB-99_CM	0.46	3.96	67	0.04
EB-X20_CM	6.48	4.026	67	0.51
EBN-1	238.93	3.92	67	18.39
TOTAL				554.09

Alternativa 3 a corto y mediano plazo

En la Alternativa 2 se proyecta una tercer Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), adicional a las dos plantas existentes la PTAR Este y la PTAR Oeste. La nueva PTAR se le denominará PTAR Presidentes, por estar ubicada en la colonia Los Presidentes, y cada una de estas 3 plantas tendrá su propia zona de cobertura. Se describe a continuación cada una de las cuencas que aportan a las plantas.

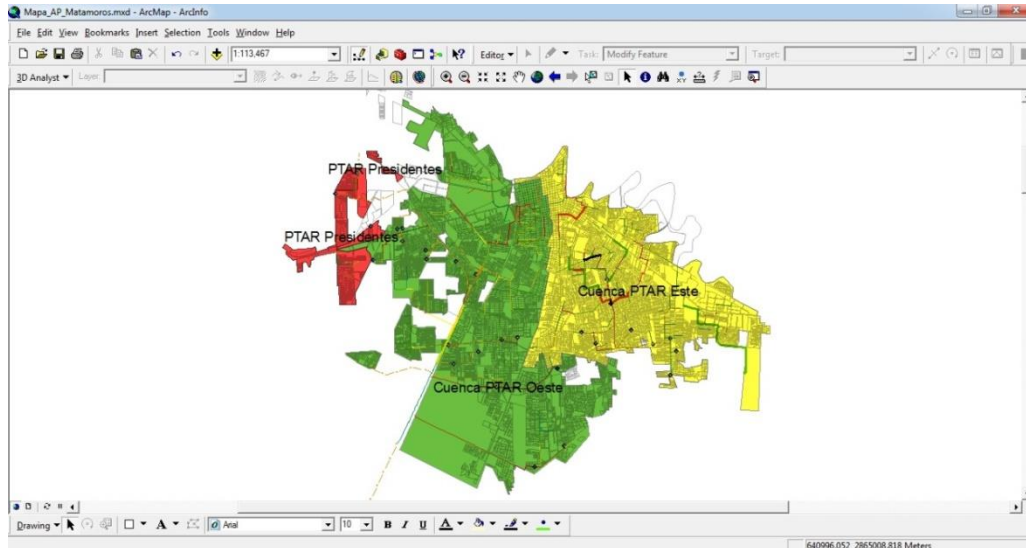


Figura 384. Cuencas de aporte para las PTAR de la Alternativa 2.

PTAR Este. Para las condiciones a corto y mediano plazo, la superficie de cuenca que drena hacia esta planta de tratamiento es de aproximadamente 4,245 hectáreas, lo que representa un 34% del área total de cobertura de drenaje sanitario para Matamoros. En esta cuenca de aporte de drenaje sanitario hacia la PTAR Este se calcula que se estará dando servicio a una población estimada de 221,400 habitantes, correspondiente a un 46% de la población actual de la ciudad de Matamoros. El gasto medio asociado a esta población es de $Q_{med} = 496$ L/s, pero para el análisis hidráulico de la red de drenaje sanitario se estará utilizando el gasto máximo extraordinario $Q_{mex} = 2,097$ L/s y para el diseño de las estaciones de bombeo se utilizará el gasto máximo instantáneo $Q_{mi} = 1,398$ L/s.

En la Alternativa 2, la cuenca que drena hacia la PTAR Este, tiene las mismas características de tubos nuevos y tubos a reforzar que se describieron para la Alternativa 1, por lo que esa información sólo se describirá para las cuencas de la PTAR Presidentes y la de la PTAR Oeste.

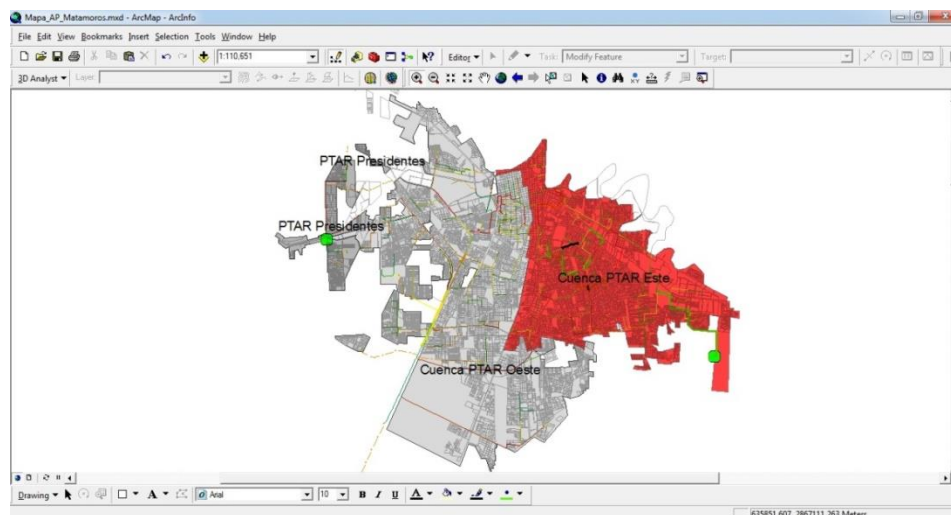


Figura 385. Cuenca de aporte para la PTAR Este, Alternativa 2.



PTAR Presidentes. Para las condiciones a corto y mediano plazo, la superficie de cuenca que drena hacia esta planta de tratamiento es de aproximadamente 676 hectáreas, lo que representa un 5.4% del área total de cobertura de drenaje sanitario para Matamoros. En esta cuenca de aporte de drenaje sanitario hacia la PTAR Presidentes, se calcula que se estará dando servicio a una población estimada de 41,806 habitantes, correspondiente a un 2.6% de la población actual de la ciudad de Matamoros. El gasto medio asociado a esta población es de $Q_{med} = 36$ L/s, pero para el análisis hidráulico de la red de drenaje sanitario se estará utilizando el gasto máximo extraordinario $Q_{mex} = 154$ L/s y para el diseño de las estaciones de bombeo se utilizará el gasto máximo instantáneo $Q_{mi} = 103$ L/s.

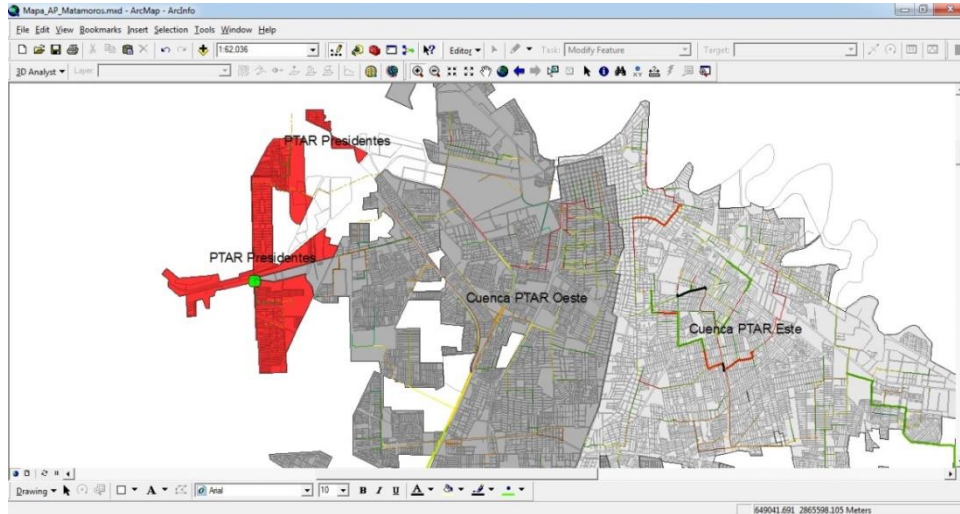


Figura 386. Cuenca de aporte para la PTAR Presidentes, Alternativa 2.

La cuenca de la PTAR Presidentes está compuesta por 6 estaciones de bombeo que tendrán que reequiparse porque en condiciones actuales están teniendo sus descargas hacia los Drenes Principal y Fidel Velázquez, pero con la propuesta de la Alternativa 2 se estarán enviando los caudales a la planta de tratamiento. Para esto es necesario construir algunos tramos nuevos que permitan tener esta mejora operativa. Dentro de estas propuestas se tienen:

- Tubería nueva de 30 cm de diámetro, de PVC, con longitud de 1,794 m, desde fraccionamiento nuevo que se encuentra frente al parque industrial Los Palmares, por Av. Constituyentes, hacia el Oeste, bajando por el Libramiento Emilio Portes Gil, hasta llegar al cárcamo de la EB 99 Fracc. Alameda.
- La EB 99 Fracc. Alameda se tendrá que reequipar para enviar ahora los caudales sanitarios hacia la Estación de Bombeo EB 58 Fracc. Fidel Velázquez, la cual también tiene que reequiparse pues ahora tiene que bombear directamente a la PTAR Presidentes a través de una línea de conducción con una longitud de 2,326 m.
- La EB 86 Los Nogales actualmente bombea hacia el Dren Fidel Velázquez, y en la Alternativa 2 tendrá que bombear a través de una línea de conducción de 2,103 m hasta la PTAR Presidentes.

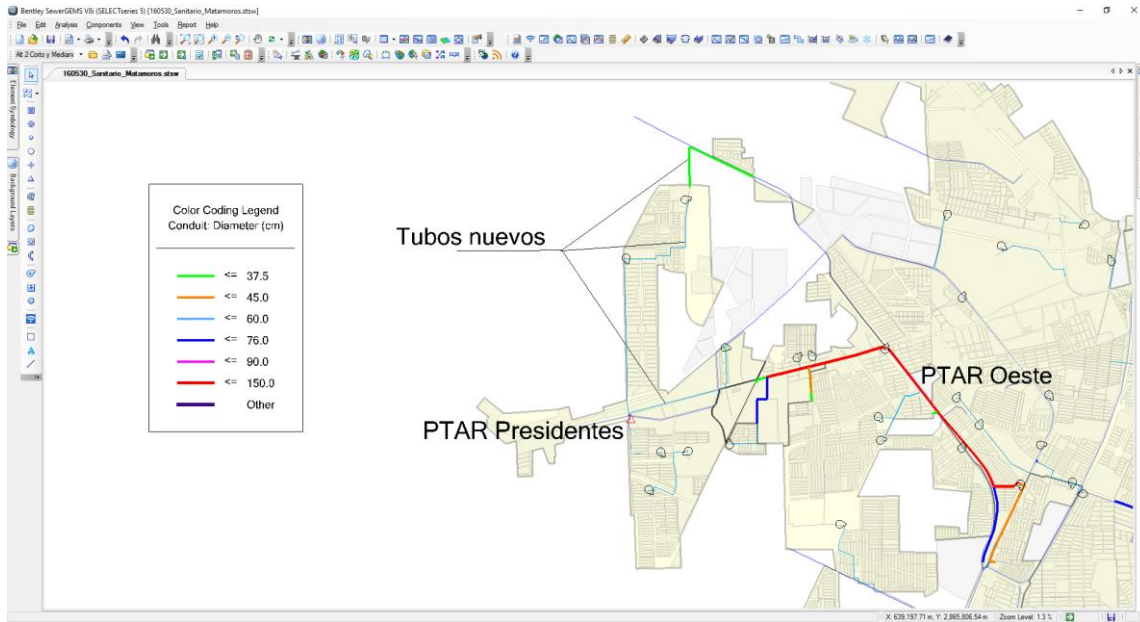


Figura 387. Mejoras operativas en Cuenca de PTAR Presidentes.

Los tramos de tubería de la cuenca de la PTAR Presidentes, en los que se proponen refuerzos para la Alternativa 2 a Corto y Mediano Plazo con el incremento de los diámetros existentes son:

- Por la calle Luis E. Rendón, entre las calles Miguel Treviño y Juan B. García, reemplazar 424 m de tubería que actualmente son de 20 cm de diámetro, por tubo de 30 cm de PVC.

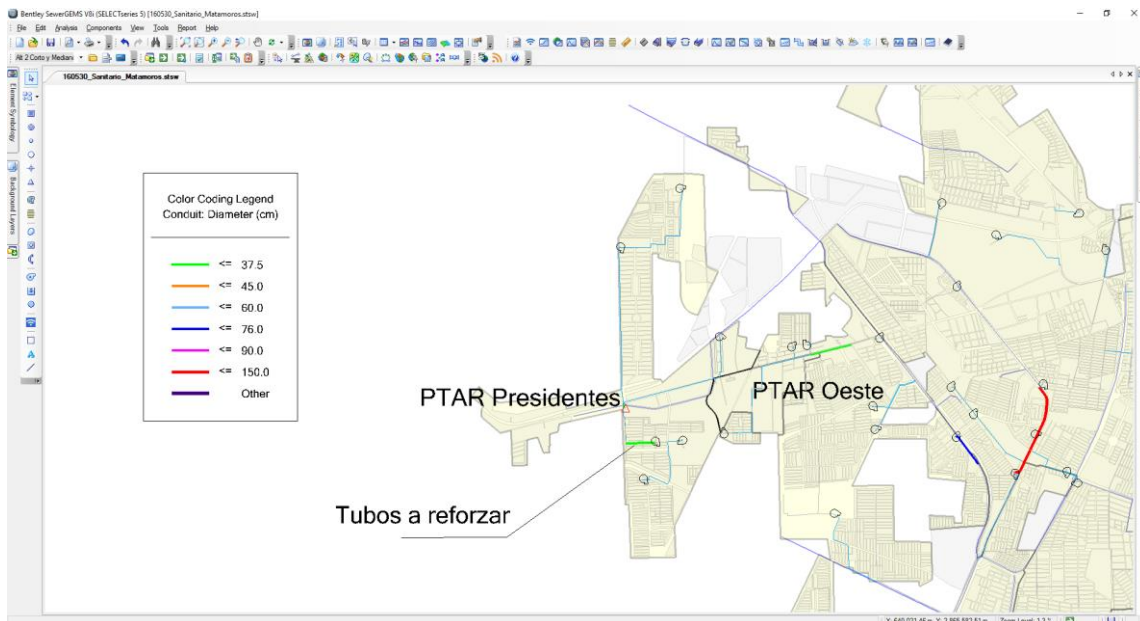


Figura 388. Tubos a reforzar en Cuenca de PTAR Presidentes.

PTAR Oeste. Para el análisis de las condiciones a corto y mediano plazo, la superficie de cuenca que drena hacia esta planta de tratamiento es de aproximadamente 7,574 hectáreas, lo que representa un 60.6% del área total de cobertura de drenaje sanitario para Matamoros. En esta cuenca de aporte de drenaje sanitario



hacia la PTAR Oeste se calcula que se estará sirviendo a una población estimada de 245,908 habitantes, correspondiente a un 51.2% de la población actual de la ciudad de Matamoros. El gasto medio asociado a esta población es de $Q_{med} = 591$ L/s, pero para el análisis hidráulico de la red de drenaje sanitario se estará utilizando el gasto máximo extraordinario $Q_{mex} = 2,500$ L/s y para el diseño de las estaciones de bombeo se utilizará el gasto máximo instantáneo $Q_{mi} = 1,667$ L/s.

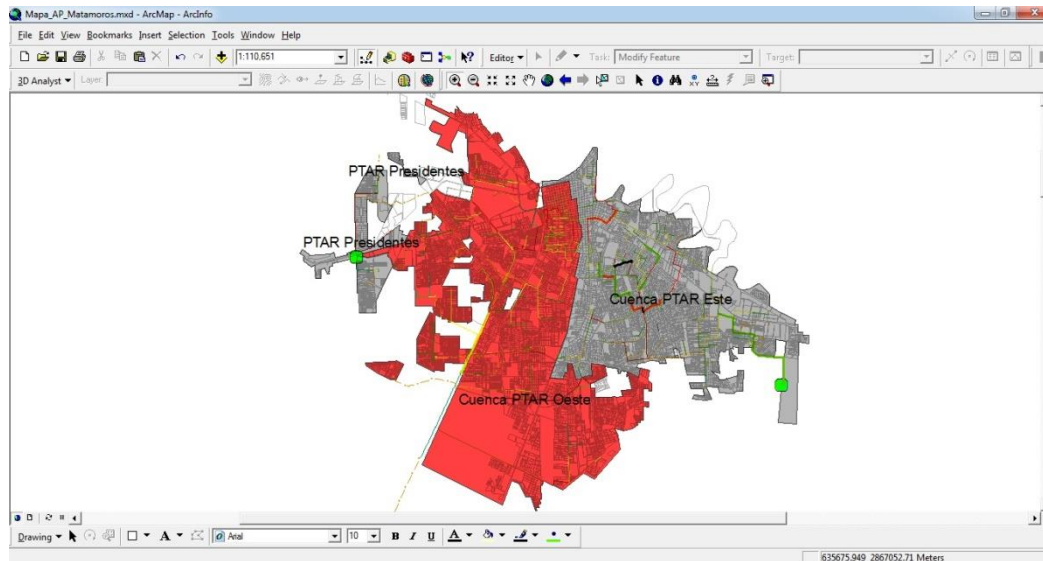


Figura 389. Cuenca de aporte para la PTAR Presidentes, Alternativa 2.

La red existente de colectores de drenaje sanitario de la cuenca PTAR Oeste tiene que complementarse con tuberías nuevas que estarán captando todas esas aportaciones que en la actualidad vierten hacia los drenes, así como el refuerzo de aquellos tramos que actualmente están fluyendo a presión o en porcentajes cercanos a la capacidad máxima. Los tubos nuevos que se proponen para la mejora operativa de la red de drenaje son:

- La Estación de Bombeo Nueva EBN 1 se propone en la esquina de la Carretera Nacional No. 8 al cruce con la Av. Miguel Hidalgo y Costilla. Esta Estación EBN 1 recibe los efluentes de un colector nuevo proveniente desde el cruce de la Carretera Estatal No. 8 con la calle No. 9, con una longitud de 1,966 m, de los cuales:
 - o Comienza con un tramo de tubería de 30 cm de diámetro en calle 9, con longitud de 184 m, para llegar al crucero de la calle Vamos Tamaulipas. A partir de este punto y por la misma Carretera Estatal No. 8, el tubo continúa por los siguientes 1,762 m con diámetro de 91 cm, en PVC hasta llegar a la Estación de Bombeo Nueva EBN 1. Esta línea tiene varias conexiones:
 - En el crucero de la Carretera Estatal No. 8 y la calle Vamos Tamaulipas, se conecta una línea de 75 cm de diámetro y 803 m.
 - En el cruce con la calle Brisas del Valle, recibe la conexión de tubo nuevo de 41 cm de diámetro proveniente del punto donde ahora se ubica la EB 78 – Brisas del Valle que se dejará fuera de operación en la Alternativa 2.



- La EB 91 El Caracol en condiciones actuales bombea al Dren Principal, pero se propone conectarse con Colector Nuevo de 91 cm de diámetro que va por Carretera Estatal No. 8 rumbo a la EBN 1.
- La EBN 1 bombea a Colector Nuevo de 91 cm de diámetro ubicado por la margen izquierda del Dren Principal por 1,802 m hasta llegar a calle Ceuta, donde se tiene caja rompedora que recibe el bombeo de la EB 56 Nuevo Milenio (actualmente bombeando a Dren Principal y cambia de diámetro a 107 cm y se continúa con este diámetro hasta la EB 32 Valle Real, entrando por calle Valle de Mónica y luego por Valle de Ángela.
- La EB 53 Las Brisas y la EB 83 Rinconada de Las Brisas que actualmente descargan al Dren Principal, ahora se conectan con caja rompedora en margen izquierda al cruce con Circuito interior.
- Tubo nuevo de 61 cm proveniente de margen izquierda del Dren Principal con longitud de 1,120 m partiendo desde la zona de confluencia del Dren Principal con Dren 32 Izquierdo hacia el norte, hasta conectarse con tubo de 107 cm de diámetro en calle Valle de Mónica, para continuar a EB 32 Valle Real.
- De las colonias Santa Anita y Villa Las Flores, se propone un colector de 45 cm de diámetro que comienza en la calle 12 de Marzo esquina con Del Puente, y corre de Sur a Norte, paralelo al Dren 32 Izquierdo, y va recolectando las descargas que actualmente llegan a dicho Dren, hasta llegar a calle Viejo San Juan, donde cruza hacia la EB 32 Valle Real. La longitud de este colector nuevo es de 1,400 m.
- Tubo nuevo de 886 m de longitud en PVC de 60 cm de diámetro, que se propone para conectar con tubería de 60 cm existente que actualmente descarga en el Dren Papantla en calle Gral. Carlos Salazar y Mexicali. Este tubo nuevo corre por margen derecha del Dren Papantla y se conecta con tubo existente de 60 cm de diámetro en calle Paseo Naranja y Mexicali.
- EB 20 Terrenos Expo Fiesta sale de operación, y se propone sistema a gravedad con tuberías de PVC de 60 cm de diámetro, con longitud de 1,647 m que colectan las aguas servidas y las llevan a estación existente EB 17 Rodríguez, que tendrá que ser reequipada, pues actualmente bombea hacia Dren Principal y en esta Alternativa se propone que descargue en caja rompedora del Emisor Oeste, de 140 cm de diámetro en cruce de las calles 12 de Marzo con Ing. Marte R. Gómez.
- EB 15 Expo Oriente, que actualmente bombea a caja rompedora de la cuenca de la PTAR Este, se propone que envíe ahora sus aguas a colector nuevo de 60 cm de diámetro, ubicado en el cruce del Libramiento Lic. Emilio Portes Gil con 10 de Agosto.
- En este cruce anterior, se propone un colector nuevo que evite que la tubería existente de 45 cm de diámetro vierta sus aguas en el Dren Emilio Portes Gil. Este colector nuevo, tendrá una longitud de 2,096 m, a lo largo del libramiento Emilio Portes Gil, rumbo al Oeste, hasta la estación EB 21 La India.
- La EB 21 La India tendrá que ser reequipada, pues actualmente bombea hacia Dren Principal por la calle Francisco Rincón Peña, y se propone cambiar el trazo de impulsión hacia caja rompedora nueva ubicada en cruce del Libramiento Emilio Portes Gil con Sierra Madre Oriental.



- En este cruce comienza un colector nuevo de PVC de 91 cm de diámetro, con una longitud de 1,943 m hasta conectarse con Emisor Oeste existente de 150 cm de diámetro.
- La estación EB X20 18 de Octubre actualmente bombea al Dren 20 de Noviembre, y se propone que para condiciones futuras, desde Corto y Mediano Plazo, esta estación de bombeo ahora vierta hacia caja rompedora de presión que da inicio a colector nuevo de PVC de 60 cm de diámetro, tiene una longitud de 1,274 m, paralelo al dren 20 de Noviembre hasta llegar a Estación de Bombeo Nueva, llamada EB X1, ubicada entre Mar Muerto y Mar de Cortés, en la Colonia Las Bermudas.
- La Estación EB X1 bombea las aguas servidas hasta caja rompedora nueva ubicada sobre margen derecha del Dren Las Vacas, en los cruces de las calles Eduardo Chávez y 5 de Febrero, en la Colonia Servando Canales. La línea de impulsión tendrá una longitud aproximada de 951 m
- A partir de esta caja rompedora, se da inicio a colector nuevo que corre por la margen derecha del Dren Las Vacas, en diámetro de 91 cm por una longitud aproximada de 4,612 m hasta conectarse con el Emisor Oeste, de 150 cm de diámetro.

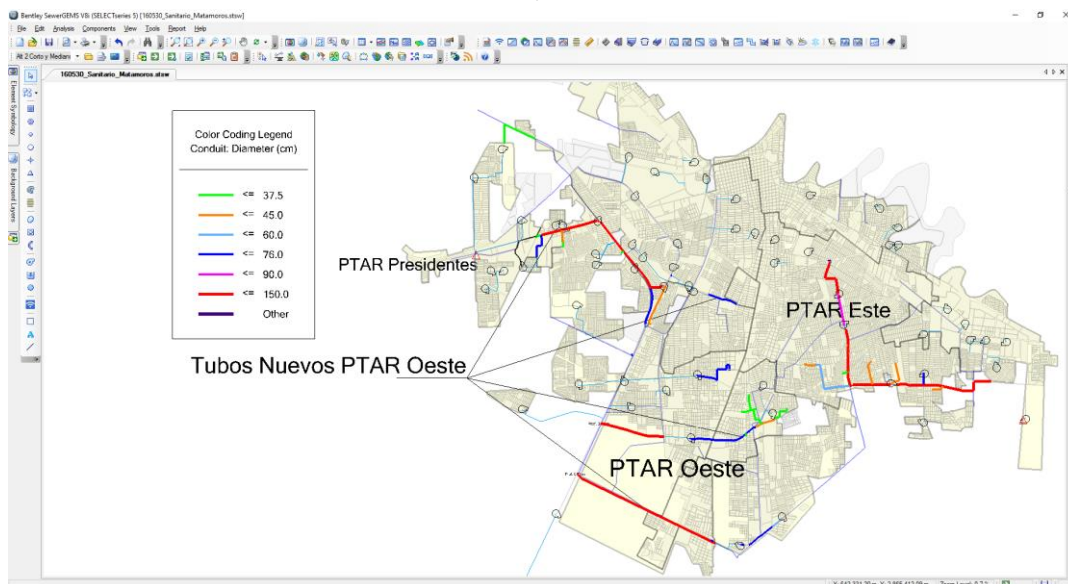


Figura 390. Mejora Operativa de Alternativa 2, Zona de la PTAR Oeste.

Los tramos de tubería de la cuenca de la PTAR Oeste, en los que se proponen refuerzos para la Alternativa 2 a Corto y Mediano Plazo con el incremento de los diámetros existentes son:

- Tramo de 602 m, por la Carretera Estatal No. 8, entre las calles Dos Norte y Siglo XXI, la tubería original es de 25 cm de diámetro, se propone cambiarla a PVC de 37.5 cm.
- Tubería de 45 cm de diámetro, por Av. 12 de Marzo, desde su cruce con la calle Villareal, hasta llegar a la EB 56 Nuevo Milenio, cambiar los 543 m por tubería de PVC de 60 cm de diámetro.
- Desde la caja rompedora que recibe las aportaciones de la EB 9 Las Águilas, hasta la Estación de Bombeo EB 32 se tienen 1,400 m de tubería de 91 cm de diámetro, que se propone reforzar por tubería de PVC de 122 cm.

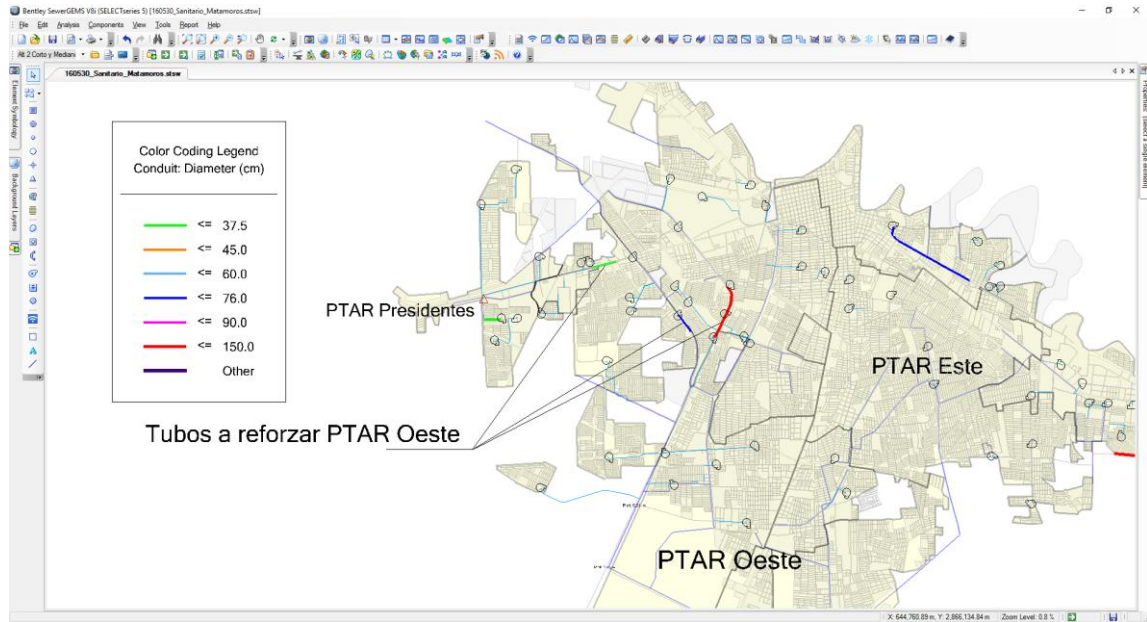


Figura 391. Tubos a Reforzar de Alternativa 2, Zona de la PTAR Oeste.

Con estos cambios de diámetro y las adiciones de tubería como mejora operativa, el sistema de drenaje sanitario que fluye hacia la PTAR Oeste ahora tiene un mapa de capacidades como el que se muestra en la figura siguiente, donde puede observarse que el Emisor a la PTAR Oeste se encuentra funcionando al límite bajo las condiciones de gasto máximo extraordinario.

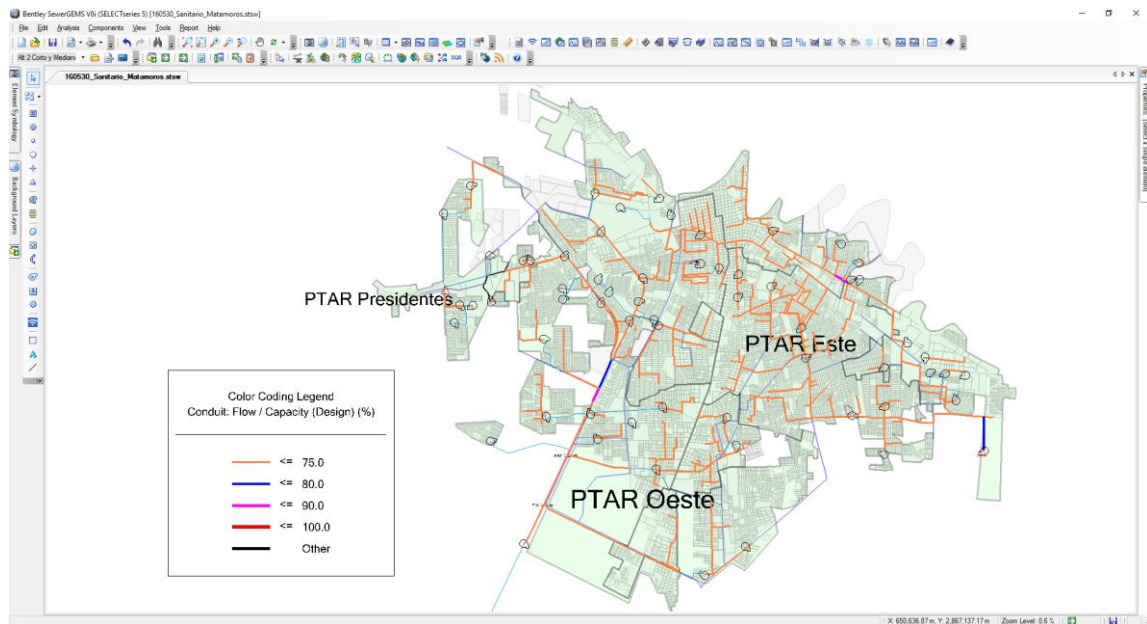


Figura 392. Capacidades de tuberías en Alternativa 2, Zona de la PTAR Oeste.

La longitud de red de la cuenca de la PTAR Oeste es de 101,079 metros de tubería. Con las propuestas de la Alternativa 2, el 98.4% de las tuberías se encuentran con capacidades menores al 75%, lo que les deja



espacio para poder transitar las condiciones a largo plazo. Ninguno de los tramos del sector se encuentra bajo presión.

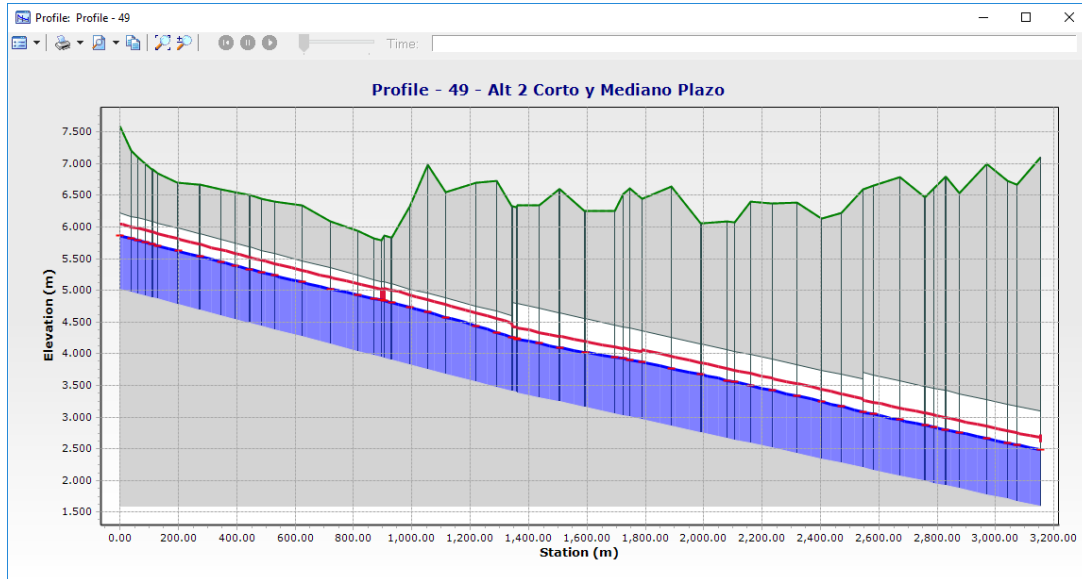


Figura 393. Perfil de tramo hacia la PTAR Oeste. Alternativa 2 a Corto y Mediano Plazo.

El tramo mostrado en el perfil, corresponde con el tramo inicial del Emisor Oeste, que tiene diámetros de 122 cm, 140 cm y 150 cm, como puede apreciarse en la figura anterior los cambios de diámetro de la tubería.

Tabla 232. Estaciones de Bombeo de todo el sistema, Alternativa 2 a Corto y Mediano Plazo.

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Eficiencia (%)	Potencia Bomba (HP)
EB X1	24.81	5.665	67	2.76
EB-1-38	196.57	9.13	67	35.24
EB-2	40.78	5.655	67	4.53
EB-3	158.57	4.535	67	14.12
EB-4	59.23	5.714	67	6.65
EB-5	136.68	8.735	67	23.44
EB-6	12.7	6.66	67	1.66
EB-7	102.52	4.462	67	8.98
EB-8	75.89	6.802	67	10.14
EB-9	582.37	5.17	67	59.12
EB-10	172.74	6.549	67	22.21
EB-11	558.66	6.726	67	73.78
EB-13	25.46	7.443	67	3.72
EB-14	27.12	1.99	67	1.06
EB-15	26.59	5.565	67	2.91
EB-16	68.95	6.56	67	8.88
EB-17	28.83	2.461	67	1.39
EB-18	45.16	5.717	67	5.07
EB-19	31.37	5.98	67	3.68
EB-21	170.55	6.454	67	21.61
EB-23	34.31	5.737	67	3.87
EB-32	1,089.74	11.622	67	248.68
EB-33	16.61	5.062	67	1.65



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Eficiencia (%)	Potencia Bomba (HP)
EB-36	15.71	5.18	67	1.6
EB-39	7.3	5.684	67	0.81
EB-40	353.53	4.665	67	32.38
EB-42	1,398.21	13.07	67	358.82
EB-43	66.56	2.672	67	3.49
EB-44	11.05	6.251	67	1.36
EB-45	4.87	3.43	67	0.33
EB-49	12.47	0.288	67	0.07
EB-50	42.31	4.533	67	3.77
EB-52	11.36	7.27	67	1.62
EB-53	62.97	5.616	67	6.94
EB-54	61.15	4.511	67	5.42
EB-56	44.95	2.944	67	2.6
EB-57	84.7	3.234	67	5.38
EB-58	39.96	6.74	67	5.29
EB-62	77.81	4.82	67	7.36
EB-63	14.71	3.258	67	0.94
EB-71	12.14	4.142	67	0.99
EB-72	4.93	2.856	67	0.28
EB-73	9.53	4.573	67	0.86
EB-75	19.17	2.708	67	1.02
EB-76	17.69	3.101	67	1.08
EB-77	21.05	7.776	67	3.21
EB-81	3.99	1.476	67	0.12
EB-83	67.61	4.512	67	5.99
EB-84	33.21	3.185	67	2.08
EB-86	3.6	3.057	67	0.22
EB-87	55.48	4.806	67	5.23
EB-88	2.7	4.848	67	0.26
EB-89	10.19	3.17	67	0.63
EB-90	93	5.012	67	9.15
EB-91	8.69	5.276	67	0.9
EB-96	0.1	2.9	67	0.01
EB-99	38.05	2.825	67	2.11
EB-PTAR	1,666.65	12.304	67	402.65
EB-VL	2.74	5.211	67	0.28
EB-X20	6.48	4.026	67	0.51
EBN-1	110.1	3.775	67	8.16
EBN-2	744.49	5.627	67	82.25
TOTAL				1531.32

Para un mejor entendimiento de los resultados de la modelación en las siguientes figuras se presenta las obras que se requieren para que el sistema funcione bajo las premisas que se establecieron al inicio de la modelación, las cuales fueron: incorporar al sistema el 100% de las descargas de aguas residuales efectuadas actualmente a los cuerpos receptores (drenes y canales), lo cual traer consigo un grave problema de salud a la población; reforzar los tramos de colectores cuya capacidad ha sido rebasada y están trabajando a presión y por último disminuir el número de los cárcamos de bombeo con el fin de simplificar la operación y abatir los costos del consumo energético.

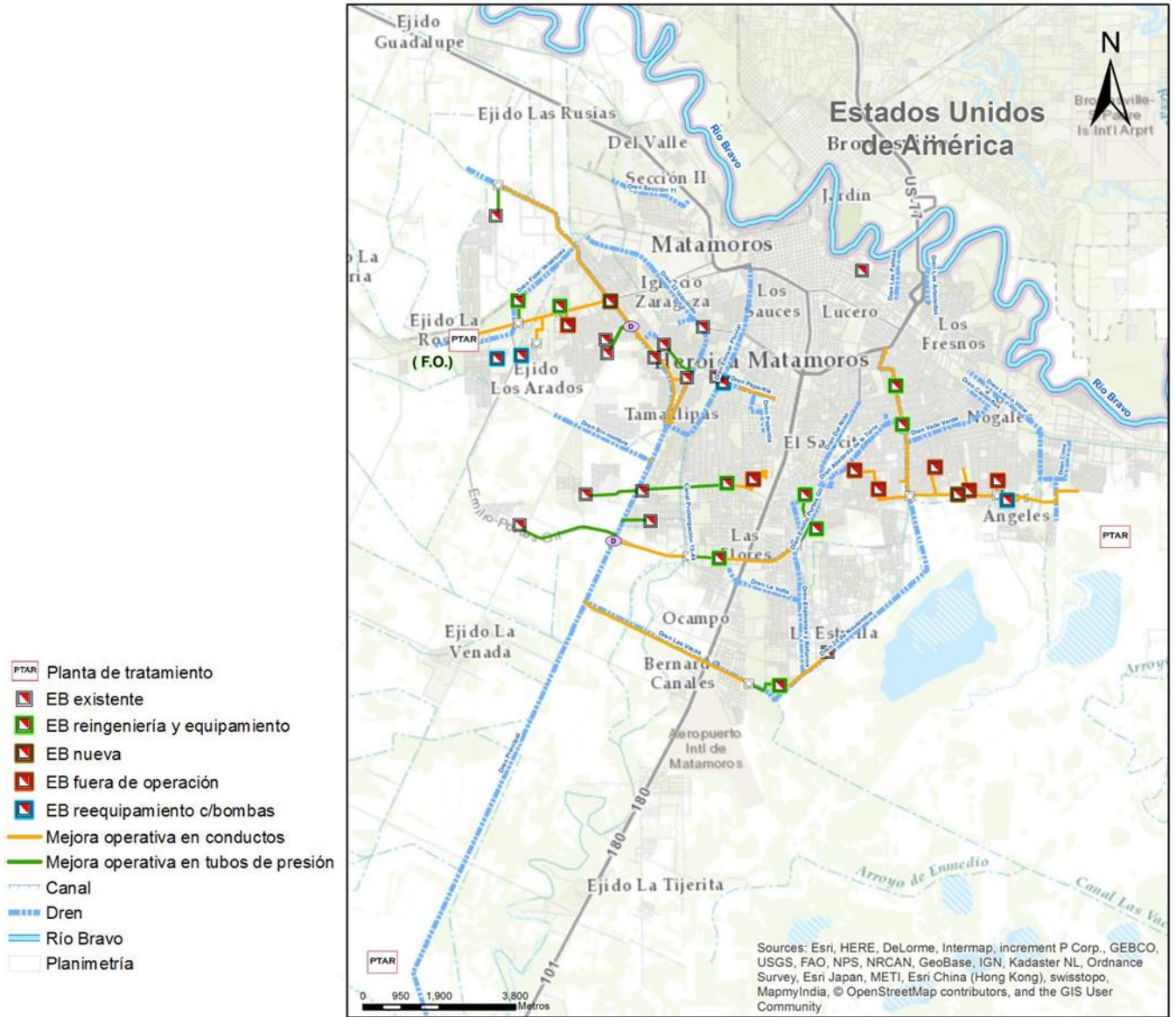


Figura 394. Obras de mejora operativa en el sistema de Alcantarillado (Alternativa No. 1)



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

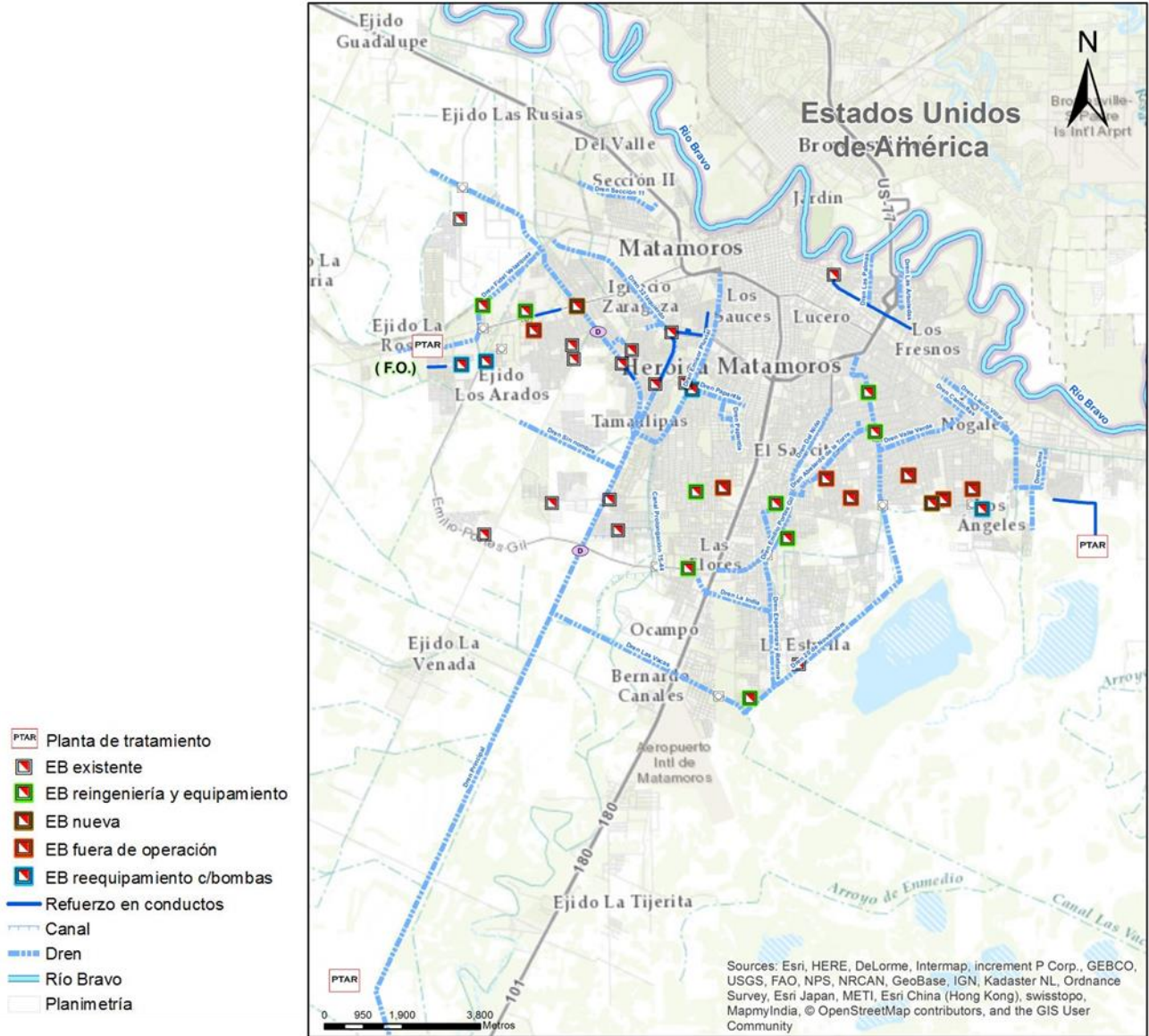


Figura 395. Reforzamiento de conductos en la Alternativa No. 1

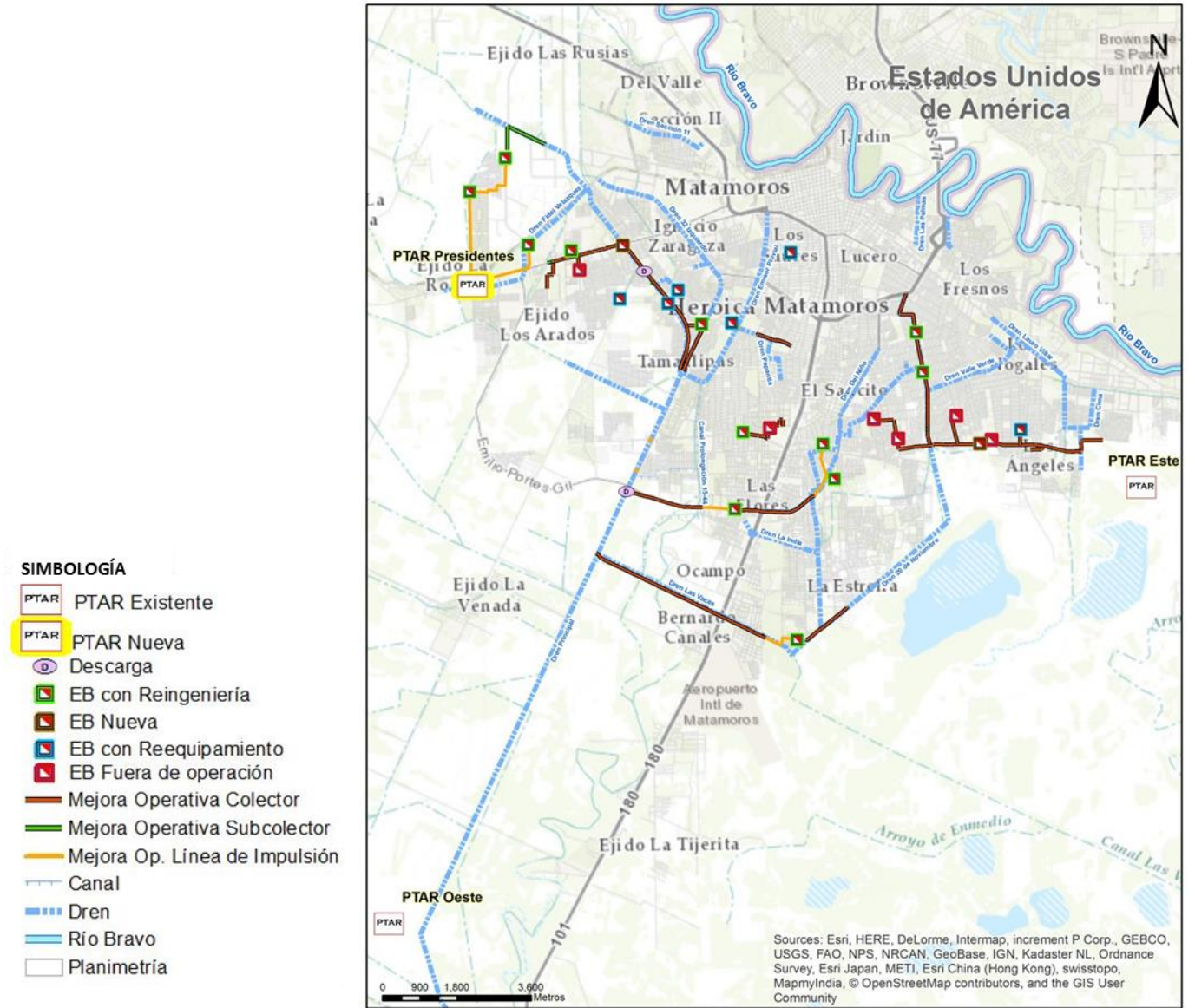


Figura 396. Mejora operativa en el sistema de Alcantarillado (Alternativa No. 3)

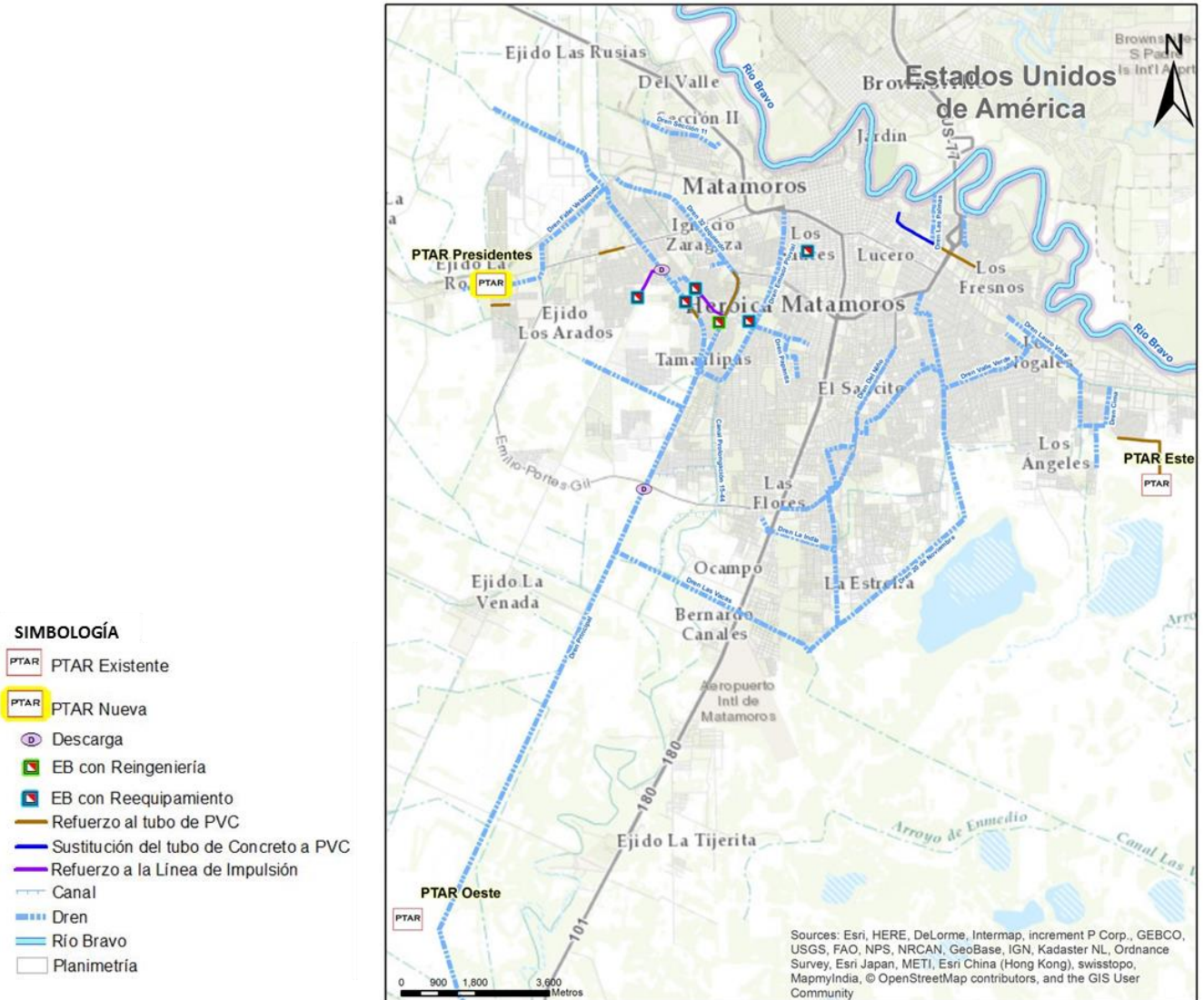


Figura 397. Refuerzos de conductos en la Alternativa No. 3

Alternativa 1 a largo plazo

El análisis a largo plazo contempla un incremento en la población servida y por consiguiente un aumento en los caudales de diseño. Las aportaciones crecen un 15.5% para la cuenca de la PTAR Este, mientras que para la PTAR Oeste, los caudales suben un 28.9%, debido a que esta zona contempla un mayor crecimiento poblacional.

Para el análisis de la Alternativa 1 a Largo Plazo, ya no se tienen tramos nuevos, porque se han propuesto todos desde la alternativa a Corto y Mediano Plazo, pero si se tienen tramos que se propone reforzar debido al incremento en los gastos. Estos tramos a reforzar son:



CUENCA DE LA PTAR ESTE

- Tramo de 792 m de longitud que actualmente están con diámetro de 107 cm, desde la caja rompedora de presión que recibe las descargas de la EB 62 Cima 3 en el cruce de las calles Revolución y Fuentes de Valentina, hasta el cruce con las calles Revolución y Fco. Javier Mina. Cambiar por tubo de 122 cm de diámetro de PVC.
- Tramo de colectores de 91 cm de diámetro, desde el cruce del camino a Ejido Lucio Blanco con Fidel Velázquez, hasta caja rompedora de presión ubicada en el cruce de las calles Teotihuacán por un costado del predio del Instituto Tecnológico de Matamoros, hasta conectarse con tubería existente de 107 cm de diámetro. La longitud es de 1,834 m que se propone cambiar a 107 cm de diámetro.
- 233 m de tubería por la calle Pedro Garza Saldaña, entre Benjamín Birou y Francisco Bravo Cortés. Los tubos actualmente son de 30 cm de diámetro, se propone cambiarlos a 38 cm.

CUENCA DE LA PTAR OESTE

- Tramo de 1,189 m de longitud y 45 cm de diámetro, que va por la Av. Primera, desde la calle Loma Alta, donde se encuentra la caja rompedora que recibe las aportaciones de la EB 58 Fracc. Fidel Velázquez hasta la calle Ignacio Zaragoza, donde se conecta con tubo existente de 60 cm que va por calle Palmas. Se propone cambiarlos por tubería de 60 cm de diámetro en PVC.
- Tubería con longitud de 1,869 m que actualmente tiene 76 cm de diámetro, y va por la Av. De la Industria, por la margen derecha del Dren 32 Izquierdo, desde caja rompedora de presión que recibe el bombeo de la Estación EB 18 Sendero, hasta cárcamo de la EB 9 Las Águilas. Cambiar por tubo de PVC de 91 cm de diámetro.
- 418 m de tubería de 122 cm que van desde la calle 12 de Marzo esquina con Arecibo, hasta el cárcamo de la EB 32 Valle Real, se propone reforzar a largo plazo por tuberías de 150 cm de diámetro.
- El tramo comprendido desde el pozo ubicado en la confluencia de los Drenes Principal y 32 Izquierdo, por toda la Av. 12 de Marzo hasta la calle Profesora Rosalía Sánchez, actualmente tiene diámetros de 120 y 140 cm. La longitud que se tiene que cambiar a 150 cm de diámetro es de 2,545 m.

Con estos refuerzos, el escenario de simulación a Largo Plazo queda resuelto y de los 190.86 kilómetros de red analizados un 93% está fluyendo a no más del 75% de su capacidad y solamente un 0.80% se encuentra por arriba del 90 % de su capacidad máxima.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

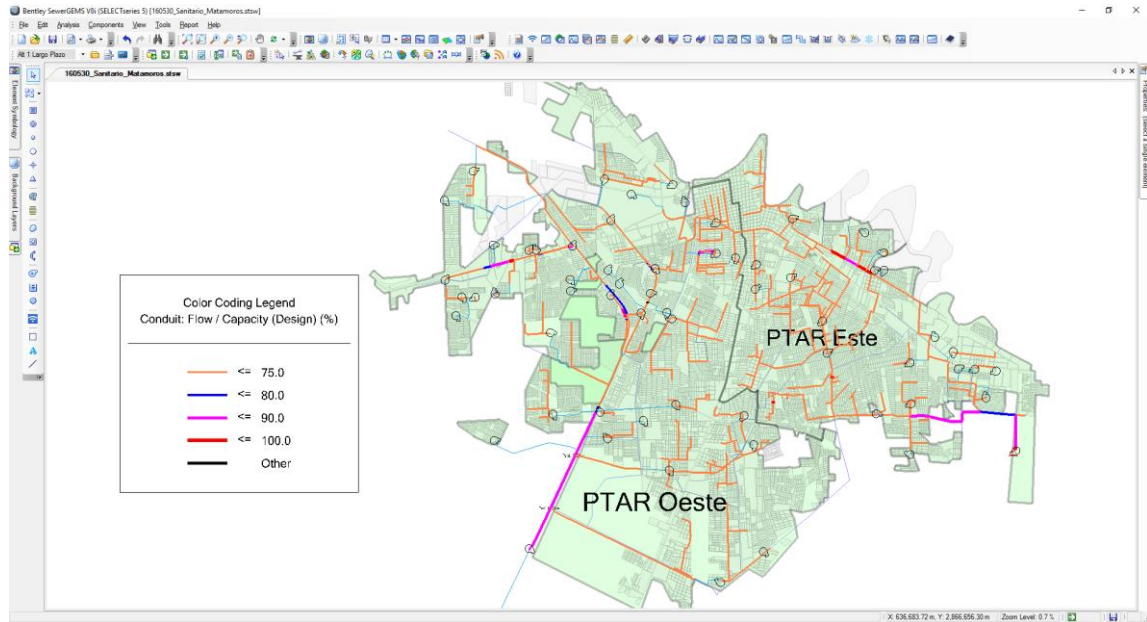


Figura 398. Capacidades de tuberías en Alternativa 1 a Largo Plazo.

Con respecto a las estaciones de bombeo, se presenta a continuación la tabla con los caudales, las cargas y las potencias.

Tabla 233. Estaciones de Bombeo de todo el sistema bajo la Alternativa 1 a Largo Plazo

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Eficiencia (%)	Potencia Bomba (HP)
EB X1	24.81	5.665	67	2.76
EB-1-38	196.57	9.13	67	35.24
EB-2	40.78	5.655	67	4.53
EB-3_CM	158.57	4.535	67	14.12
EB-4	59.23	5.714	67	6.65
EB-5	136.68	8.735	67	23.44
EB-6	12.7	6.66	67	1.66
EB-7	102.52	4.462	67	8.98
EB-8_CM	75.89	6.802	67	10.14
EB-9	582.37	5.17	67	59.12
EB-10	172.74	6.549	67	22.21
EB-11_CM	558.66	6.726	67	73.78
EB-13	25.46	7.443	67	3.72
EB-14	27.12	1.99	67	1.06
EB-15	26.59	5.565	67	2.91
EB-16_CM	68.95	6.56	67	8.88
EB-17_CM	28.83	2.461	67	1.39
EB-18	45.16	5.717	67	5.07
EB-19	31.37	5.98	67	3.68
EB-21_CM	170.55	6.454	67	21.61
EB-23	34.31	5.737	67	3.87
EB-32	1,089.74	11.622	67	248.68
EB-33	16.61	5.062	67	1.65
EB-36	15.71	5.18	67	1.6
EB-39	7.3	5.684	67	0.81
EB-40	353.53	4.665	67	32.38



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Eficiencia (%)	Potencia Bomba (HP)
EB-42	1,398.21	13.07	67	358.82
EB-43_CM	66.56	2.672	67	3.49
EB-44	11.05	6.251	67	1.36
EB-45	4.87	3.43	67	0.33
EB-49	12.47	0.288	67	0.07
EB-50_CM	42.31	4.533	67	3.77
EB-52	11.36	7.27	67	1.62
EB-53_CM	62.97	5.616	67	6.94
EB-54_CM	61.15	4.511	67	5.42
EB-56_CM	44.95	2.944	67	2.6
EB-57_Alt-2	84.7	3.234	67	5.38
EB-58_Alt2-CM	39.96	6.74	67	5.29
EB-62	77.81	4.82	67	7.36
EB-63	14.71	3.258	67	0.94
EB-71	12.14	4.142	67	0.99
EB-72	4.93	2.856	67	0.28
EB-73	9.53	4.573	67	0.86
EB-75	19.17	2.708	67	1.02
EB-76_CM	17.69	3.101	67	1.08
EB-77	21.05	7.776	67	3.21
EB-81	3.99	1.476	67	0.12
EB-83_CM	67.61	4.512	67	5.99
EB-84	33.21	3.185	67	2.08
EB-86_Alt2-CM	12.54	1.536	67	0.38
EB-87	55.48	4.806	67	5.23
EB-88	2.7	4.848	67	0.26
EB-89	10.19	3.17	67	0.63
EB-90_CM	93	5.012	67	9.15
EB-91_CM	8.69	5.276	67	0.9
EB-96_CM	0.1	2.9	67	0.01
EB-99_Alt2-CM	38.05	2.825	67	2.11
EB-PTAR	1,666.65	12.304	67	402.65
EB-VL	2.74	5.211	67	0.28
EB-X20_CM	6.48	4.026	67	0.51
EBN-1	110.1	3.775	67	8.16
EBN-2	744.49	5.627	67	82.25
TOTAL				1531.48

Alternativa 3 a largo plazo

Para el análisis de las alternativas a largo plazo como ya se mencionó en el tema de agua potable, era necesario contar con los lineamientos y planes del ordenamiento territorial (POT), así como proyectos de gran visión, prefactibilidad, factibilidad y ejecutivos de nuevos centros de población y áreas de crecimiento comercial e industrial considerados por la Dependencia Municipal (IMPLAN), información que no fue proporcionada por dicha Dependencia a pesar de la insistencia para que ésta fuera entregada, motivo por el cual la planeación del crecimiento poblacional, comercial e industrial se hizo sólo bajo la suposición de una redensificación de la mancha urbana, a partir del nivel de ocupación que existe actualmente en los diferentes usos del suelo de la zonificación secundaria y proponiendo un incremento de estos a un nivel razonable. Además se consideró las factibilidades que tienen en trámite la JAD para la prestación de los



servicios que proporcionan y un proyecto del IMPLAN que tiene que ver con el Centro Cultural Binacional (CeCuBi).

En la Alternativa 2 a largo plazo se tienen incrementos en la población y por consiguiente en los gastos de diseño. Las áreas de aportación de cada una de las PTAR tienen índices de crecimiento diferente, por lo que los incrementos en la población servida y los gastos de diseño van a incrementarse con diferente factor.

Las extensiones territoriales siguen siendo las mismas. Lo que se analizará en cada una de las cuencas de aportación serán sus respectivos incrementos en la población servida.

Cuenca de la PTAR Este, a largo plazo.

El incremento en la población servida para esta cuenca de aportación al año 2034, es del 13.3%, así que la población pasó de los 221,381 habitantes a 250,737 pobladores a Largo Plazo. Esta población equivale a un 42.45% de la población estimada al año 2034.

Los refuerzos necesarios en la red, para las condiciones a largo plazo se reducen a un solo tramo, de 233 m de tubería por la calle Pedro Garza Saldaña, entre Benjamín Birou y Francisco Bravo Cortés. Los tubos actualmente son de 30 cm de diámetro, se propone cambiarlos a 38 cm.

Cuenca de la PTAR Oeste, a largo plazo.

Para el año 2034, se estima que el incremento poblacional en esta cuenca, será del 20.8%, para pasar de los 245,908 habitantes en la actualidad a 297,055 habitantes en el horizonte de proyecto. La población a largo plazo equivale al 50.3% de la población de Matamoros.

Para mantener un nivel operativo de calidad a largo plazo, se determinó que los refuerzos realizados en el Corto y Mediano Plazo, fueron suficientes para el análisis en condiciones a Largo Plazo.

Cuenca de la PYAR Presidentes, a largo plazo.

La cuenca de aportación a la PTAR Presidentes es la que mayor crecimiento estará teniendo, ya que esta zona es la que cuenta con las tasas más altas al ser una zona de franco crecimiento en infraestructura de vivienda. La población actual estimada es de 12,553 habitantes, y para el año 2034 se estima que los pobladores estarán llegando a una cantidad de 41,806. Esto equivale a un incremento del 233% de la población actual. La población al 2034 será el equivalente al 7.1% de la población de la ciudad.

Los refuerzos necesarios en la red, para las condiciones a largo plazo serán:

- Tubo que actualmente tiene 20 cm de diámetro por la calle Miguel Treviño entre las calles de Mariano García y Luis E. Rendón, con longitud de 344 m, se tiene que cambiar por tubo de 30 cm de diámetro.
- Tubo que va por la calle Luis E. Rendón, desde la calle Miguel Treviño hasta el cárcamo de la EB 57 Presidentes, cambiarlo por tubería de 45 cm de diámetro. Longitud de 424 m.

Con estos refuerzos de tubería en la red, las condiciones de gasto a largo plazo lucen como se muestra en la figura siguiente.

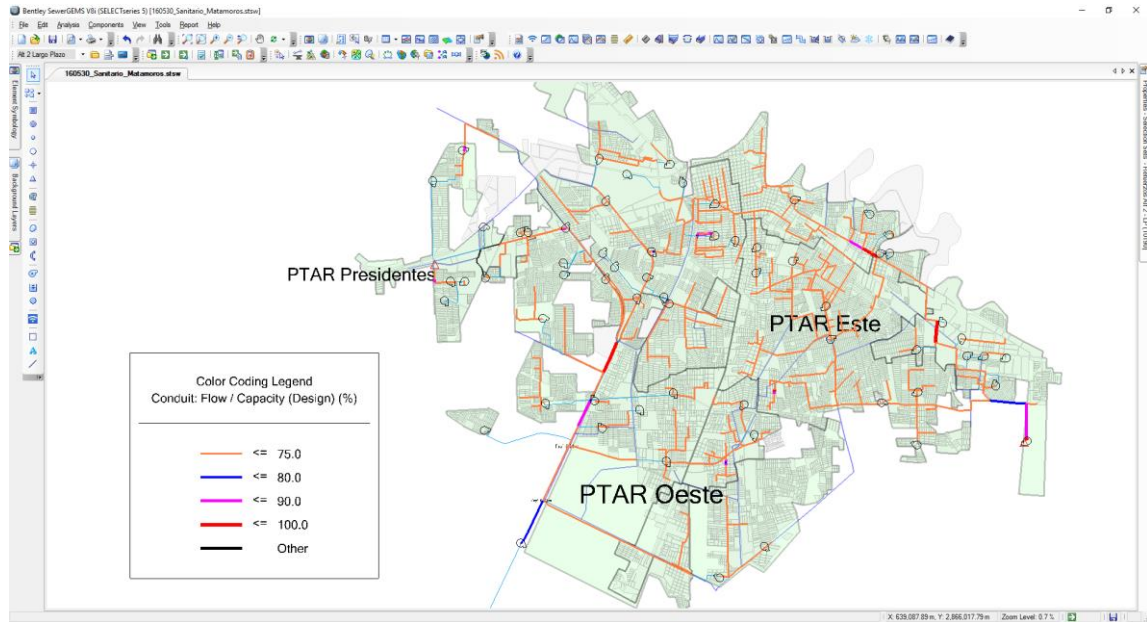


Figura 399. Capacidades de tuberías en Alternativa 2 a Largo Plazo.

En la Alternativa 2 no hubo necesidad de reforzar el Emisor Oeste, ya que la PTAR Presidentes ayudó a que los gastos no se incrementaran hacia la PTAR Oeste. La alternativa 2 tiene una longitud total de red analizada de 186.3 kilómetros. La longitud de red que fluye a un máximo del 75% es de 178.1 km, lo que equivale al 95.6% de la red. Ningún tramo de tubería va presurizado.

El perfil sobre el Emisor Oriente se muestra enseguida.

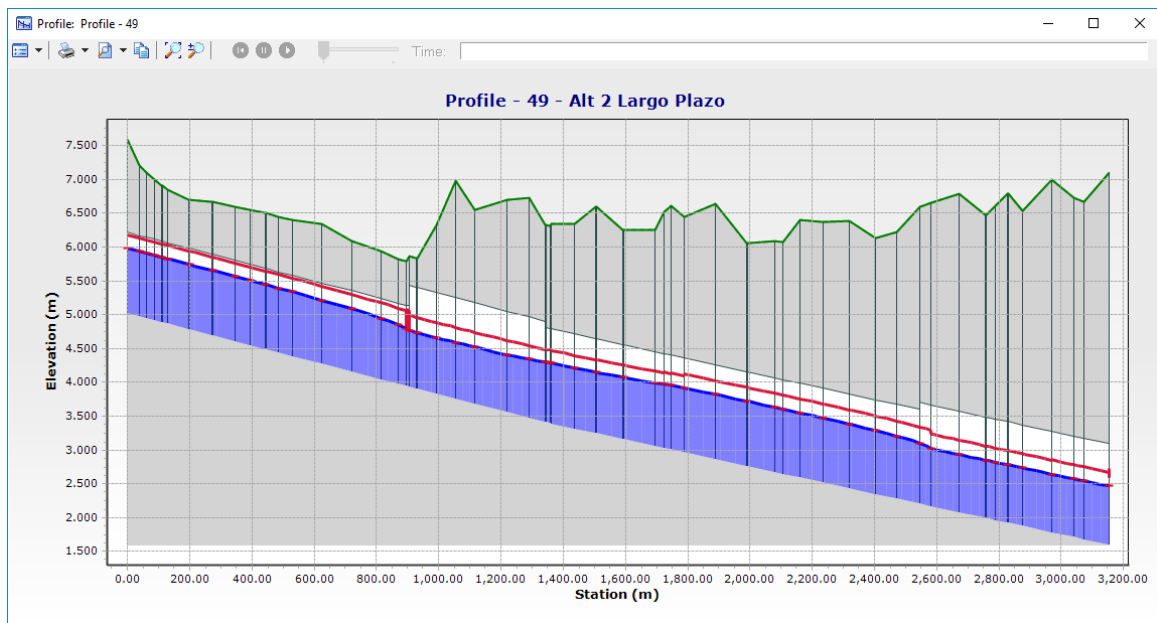


Figura 400. Perfil de tramo hacia la PTAR Oeste. Alternativa 2 a Largo Plazo.



Tabla 234. Estaciones de Bombeo de todo el sistema, Alternativa 2 a Largo Plazo

Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Eficiencia (%)	Potencia Bomba (HP)
EB X1	57.06	7.374	67	8.26
EB-1-38	214.78	9.134	67	38.52
EB-2	45.75	5.908	67	5.31
EB-3	177.92	4.553	67	15.91
EB-4	67.98	5.727	67	7.65
EB-5	156.9	8.83	67	27.2
EB-6	14.08	6.687	67	1.85
EB-7	117.67	4.681	67	10.82
EB-8	86.4	6.809	67	11.55
EB-9	654.72	5.184	67	66.64
EB-10	198.92	6.571	67	25.67
EB-11	626.51	6.75	67	83.04
EB-13	25.46	7.443	67	3.72
EB-14	10.11	0.236	67	0.05
EB-15	14.3	4.662	67	1.31
EB-16	77.05	6.984	67	10.57
EB-17	40.15	2.745	67	2.16
EB-18	51.07	5.719	67	5.73
EB-19	33.04	6.083	67	3.95
EB-21	202.49	6.846	67	27.22
EB-23	39.23	6.367	67	4.9
EB-32	1,271.26	12.752	67	318.31
EB-33	19.37	5.081	67	1.93
EB-36	18.63	5.365	67	1.96
EB-39	7.58	5.686	67	0.85
EB-40	353.53	4.665	67	32.38
EB-42	1,616.26	13.179	67	418.25
EB-43	66.56	2.672	67	3.49
EB-44	33.17	16.89	67	11
EB-45	6.62	3.489	67	0.45
EB-49	14.08	0.411	67	0.11
EB-50	46.68	4.598	67	4.21
EB-52	11.36	7.27	67	1.62
EB-53	5.59	3.489	67	0.38
EB-54	42.69	3.662	67	3.07
EB-56	53.29	2.959	67	3.1
EB-57	264.64	10.68	67	55.5
EB-58	108.9	9.991	67	21.36
EB-62	34.82	4.345	67	2.97
EB-63	5.25	3.255	67	0.34
EB-71	7.58	4.09	67	0.61
EB-72	6.43	2.985	67	0.38
EB-73	24.91	4.663	67	2.28
EB-75	20.79	2.716	67	1.11
EB-76	22.01	3.12	67	1.35
EB-77	21.06	7.778	67	3.22
EB-81	4.11	1.477	67	0.12
EB-83	69.84	4.69	67	6.43
EB-84	62.91	5.064	67	6.26
EB-86	12.54	1.536	67	0.38
EB-87	66.22	4.843	67	6.3
EB-88	3.69	4.852	67	0.35



Bomba	Gasto (L/s)	Carga (m)	Eficiencia (%)	Potencia Bomba (HP)
EB-89	10.19	3.17	67	0.63
EB-90	111	5.246	67	11.43
EB-91	9.31	5.277	67	0.96
EB-96	5.92	3.547	67	0.41
EB-99	103.92	5.016	67	10.23
EB-PTAR	2,007.33	13.807	67	544.19
EB-VL	2.74	5.211	67	0.28
EB-X20	3.31	4.025	67	0.26
EBN-1	152.99	3.813	67	11.46
EBN-2	843.88	5.764	67	95.5
TOTAL				1947.45

Para mayor detalle de la información de las alternativas de alcantarillado y modelación en condiciones futuras, consultar los anexos 10 y 16.

3.2.3. Saneamiento

3.2.3.1 Análisis del reuso de Aguas Residuales Tratadas (red morada)

En la zona de estudio existen usuarios con aprovechamientos de aguas superficiales del río Bravo correspondientes al Distrito de Riego 025 “Bajo Río Bravo”. Dichos aprovechamientos provienen de la presa Falcón, de acuerdo con el Tratado Internacional de 1943 entre México y USA y con base en el plan de riego que se elabora cada año. El volumen se transporta por el cauce del río Bravo hasta la presa Anzaldúas, de donde son derivados por el canal del mismo nombre hacia los terrenos del distrito. Actualmente, en el Distrito de Riego 025 hay cerca de 15 mil usuarios (que manejan una superficie física de alrededor de 248,000 hectáreas), siendo los principales cultivos el maíz y sorgo.

Por lo mencionado anteriormente se puede concluir que los principales usuarios actuales y potenciales de las aguas residuales crudas y tratadas de Matamoros son los usuarios de las zonas de riego del Distrito 025, esto por su localización, su cercanía a los sitios de emplazamiento de las PTAR., y su interés de disponer del caudal tratado para el riego de sus parcelas, existiendo también la posibilidad de la utilización de los lodos residuales para el mejoramiento de los suelos de estas zonas de riego.

Por tal motivo, consideramos que es necesario realizar un estudio de mercado para la venta del agua tratada, siendo las posibles opciones de reuso las siguientes:

1. El riego de las áreas verdes del Municipio, para recuperar los aprovechamientos de agua de primer uso, para atender la demanda de los usuarios
2. La compactación de tierras para el desarrollo urbano que se presentan en la zona urbana de la ciudad de Matamoros, liberando las aguas de primer uso que se destinan a tal actividad.
3. El intercambio de aguas residuales tratadas de buena calidad, por agua de pozos destinados a riego agrícola, con los mismos beneficios.



4. La entrega de aguas residuales a los industriales de Matamoros, y Municipios circunvecinos, que no requieren de agua de primer uso para sus procesos, liberando con ello los volúmenes de agua de primer uso para atención de las demandas de la población
5. La elaboración del concreto, siempre y cuando se les dé un tratamiento adicional para eliminar o reducir el contenido de grasas y aceites, ya que es este parámetro el único que queda fuera de límite, pues podría causar efectos negativos en la adherencia entre el concreto y el acero, así como efectos de retardo en el fraguado.

Cualquiera de éstas alternativas de reúso que se lleve a cabo sin duda se traducirá en un impulso al Desarrollo Sustentable, el cual debe tender a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, fundada en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Para mayor detalle de la alternativa de tratamiento, consultar el anexo 17.



Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 4

Evaluación de Alternativas





4. Evaluación de Alternativas

Para elegir entre diferentes alternativas es importante considerar los factores limitantes. Los factores limitantes son aquellos que dificultan o impiden el cumplimiento de un objetivo o meta establecida, por lo que en una situación dada, la búsqueda de alternativas se debe centrar en aquellas que trasciendan los factores limitantes.

Si bien la experiencia y en cierta medida la intuición son ingredientes predominantes en la toma de decisiones, es posible diseñar instrumentos de evaluación cuantitativos a partir de los factores limitantes identificados.

Para el caso que nos ocupa, los términos de referencia establecen tres premisas para el diseño de la metodología de evaluación de alternativas:

- **El análisis se debe enfocar considerando variables de proyecto y variables desconocidas.** Esto quiere decir que se deberán identificar y tomar en cuenta factores limitantes que estén asociados directamente al proyecto (factores internos) y factores o variables que pueden incidir en el desarrollo del proyecto desde el entorno (variables externas).
- **Se debe hacer un análisis del cumplimiento de los objetivos del Plan Maestro.** Al hablar de cumplimiento de objetivos se asume que debe construirse un proceso de planeación estratégica en el que se defina el destino estratégico y los objetivos del Plan Maestro.
- **Se deben establecer criterios medibles.** Además de los factores limitantes que en general tienen un carácter más cualitativo, se incorporarán a la metodología criterios econométricos y guías de evaluación con escalas de calificación que permitan hacer una evaluación más objetiva.

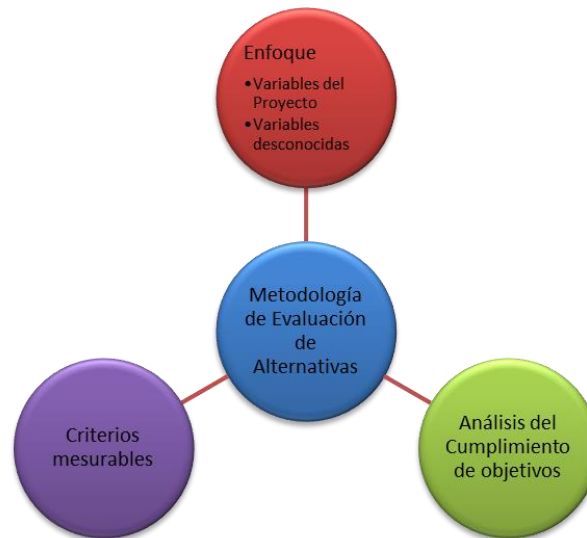


Figura 401. Premisas para el diseño de la Metodología de Evaluación

4.1. Definición de Metodología de Evaluación

Con base en las premisas establecidas en la sección anterior, se diseñó una Metodología de Evaluación (MdE) que buscará otorgar una calificación de factibilidad a cada alternativa que se evalúe. Para este propósito, se estructuraron tres subprocesos para definir igual número de calificaciones de prefactibilidad que sumadas componen la factibilidad de cada alternativa. Las prefactibilidades están relacionadas directamente con las premisas de la MdE como se aprecia en la siguiente figura:

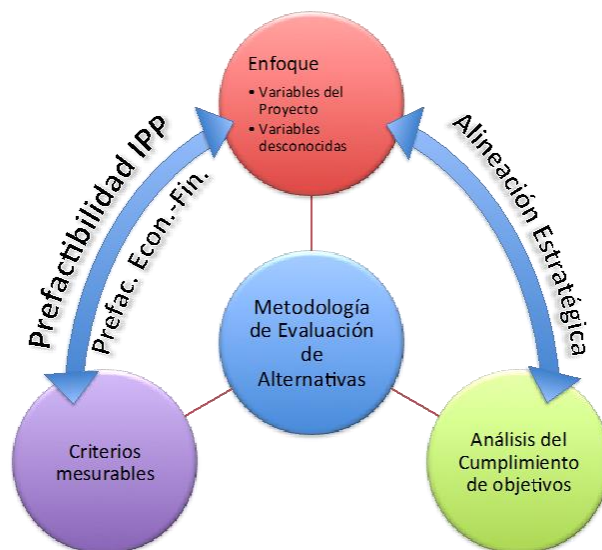


Figura 402. Relación entre los subprocesos de evaluación y las premisas de la MdE

En este sentido se diseñaron tres subprocesos de evaluación:

1. Prefactibilidad IPP (Impacto-Posibilidad-Pertinencia)
2. Prefactibilidad Económica-Financiera
3. Alineación estratégica

Es importante recordar que las alternativas fueron construidas previamente con base en criterios técnicos y operativos principalmente y que cada alternativa representa en sí un conjunto de acciones para mejorar la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento. Es por esto que la metodología de evaluación está diseñada para aplicarse por separado a las alternativas de agua potable por un lado y a las de alcantarillado y saneamiento por otro.

4.1.1. Prefactibilidad IPP (Impacto-Posibilidad-Pertinencia)

Esta etapa tiene como objetivo medir los méritos de cada alternativa en función de criterios de evaluación que consideren el impacto en la resolución de los problemas, las posibilidades de su realización y la pertinencia de su implementación.

Para esto, en un primer momento se identificaron las variables del proyecto y las variables desconocidas y fueron clasificadas en tres grupos. Cada grupo engloba criterios e impacto, posibilidad y pertinencia, como se puede ver en la siguiente figura:

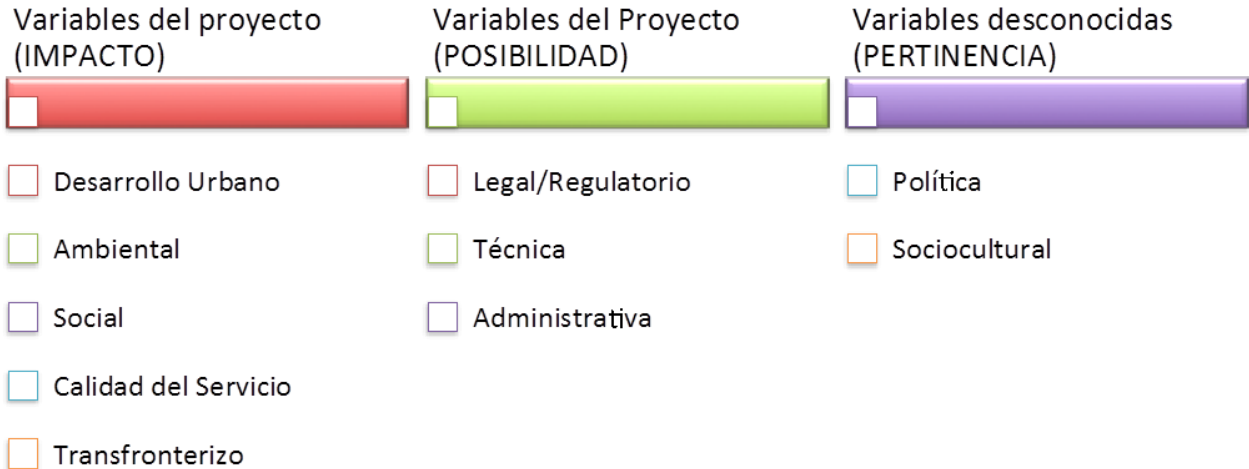


Figura 403. Variables de prefactibilidad IPP

Como se puede ver, las variables de proyecto están asociadas a criterios de impacto y posibilidad; en tanto que las variables desconocidas tienen que ver con la pertinencia. A continuación se presenta la guía que establece los criterios bajo los cuales es posible asignar una calificación a cada variable listada anteriormente.

Una vez que se evalúe cada alternativa, se calculan las calificaciones de Impacto, Posibilidad y Pertinencia y se calcula la calificación de Prefactibilidad IPP, como en el cuadro que a continuación se presenta:

Tabla 235. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad IPP

ALTERNATIVA	Variables del proyecto (Factores Internos)										(3) OPORTUNIDAD (1+2)/2	Variables desconocidas (Factores externos)			PRE-FACTIBILIDAD IPP (3+4)
	IMPACTO					POSIBILIDAD						PERTINENCIA			
	Desarrollo Urbano	Ambiental	Social	Calidad del Servicio	Transfronterizo	Promedio (1)	Técnica	Legal	Administrativa	Promedio (2)		Sociocultural	Política	Promedio (4)	
Alternativa 1															
Alternativa 2															
Alternativa 3															

4.1.2. Prefactibilidad Económica Financiera

Esta segunda etapa tiene como propósito asignar una calificación que muestre la factibilidad de realizar de cada alternativa, ponderando los beneficios, expresados en términos cualitativos, en relación con los costos de las alternativas; en este caso el valor actual neto (VAN) del flujo de cada alternativa.

Para esto, se requiere como datos de entrada los costos de inversión y de operación de cada alternativa para generar el respectivo flujo; del cual se calculará el VAN.

Por otro lado se realizará la evaluación costo-eficacia ponderando los méritos de cada alternativa en cuatro aspectos:

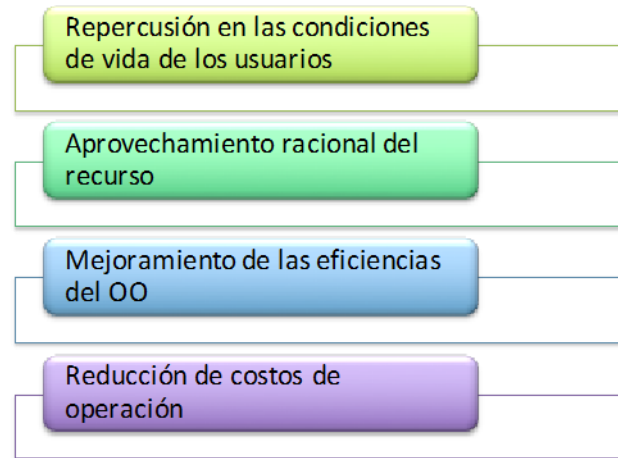


Figura 404. Aspectos a evaluar en el costo-eficacia

Para determinar la calificación de la Prefactibilidad Económica-Financiera, se relaciona la calificación costo-eficacia que se otorgue a cada alternativa, con el VAN obtenido a partir de los costos de inversión y operación de las mismas.

Tabla 236. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad E/F

BENEFICIOS ALTERNATIVAS	Repercusión en las condiciones de vida de los usuarios	Aprovechamiento racional y sustentable del recurso	Mejoramiento de las eficiencias del OO	Reducción de los costos de operación	Costo-Eficacia (Promedio)	Factor	PREFACTIBILIDAD E/F
	Alternativa 1 VAN:						
Alternativa 2 VAN:							
Alternativa 3 VAN:							

En la tabla anterior se emplea para registrar las calificaciones a cada alternativa, para posteriormente obtener el promedio, lo que corresponde a la calificación Costo-Eficacia. Esta calificación será multiplicada por un factor para obtener la calificación de Prefactibilidad Económica-Financiera. El factor lo que hace es ponderar el valor del VAN de cada alternativa respecto a la alternativa de menor costo financiero¹⁰; es decir, a la alternativa de menor costo financiero se le asigna un factor de 1 (uno), por lo que su calificación de Prefactibilidad E/F es la misma que la calificación Costo-Eficacia; el factor para el resto de las alternativas se calcula dividiendo el valor del VAN de la alternativa de menor costo entre el VAN de la alternativa correspondiente, con lo que se obtiene siempre un factor menor a uno.

¹⁰ Debe recordarse que lo que se comparará es el VAN del flujo financiero de cada alternativa.



4.1.3. Alineación estratégica

Esta es la tercera y última etapa para otorgar la calificación de Factibilidad a cada alternativa evaluada. El objetivo de esta etapa es medir los méritos de cada alternativa en cuanto a la forma en que contribuyen al logro de los objetivos del Plan Maestro.

Este proceso de evaluación requiere de dos insumos. Por un lado es necesario desarrollar un ejercicio de planeación estratégica para determinar los objetivos del Plan Maestro y por otro lado, se recuperará la evaluación de la Prefactibilidad IPP de manera que al cruzarlos, se hará una valoración cualitativa del grado de contribución de cada objetivo, obteniéndose un valor relativo de contribución estratégica, es decir, el grado en el que cada alternativa se alinea con los objetivos y la visión del Plan Maestro.

En el siguiente apartado (Análisis del cumplimiento de los Objetivos) se desarrolla el ejercicio de planeación estratégica del Plan Maestro.

Tabla 237. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica

Variable	Prefactibilidad IPP	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo n	Alineación Estratégica
		Impacto estratégico: (3: muy positivo; 0: neutro; -3: muy negativo)				
Alternativa X						
1	Desarrollo Urbano					
2	Ambiental					
3	Social					
4	Calidad del Servicio					
5	Transfronterizo					
6	Técnica					
7	Legal					
8	Administrativa					
9	Socio-cultural					
10	Política					

4.1.4. Factibilidad de las alternativas

La calificación de factibilidad con la que se seleccionará la mejor alternativa, se integra a partir de las tres calificaciones de prefactibilidad descritas en los apartados anteriores y su interrelación se aprecia mejor en la siguiente figura:



Figura 405. Procedimiento para obtener la calificación de Factibilidad de las alternativas

Se puede apreciar que además de las calificaciones de prefactibilidad, se incorpora un primer filtro que tiene que ver con los criterios para certificación de proyectos de la COCEF y el BDAN. Si bien la certificación requiere de la elaboración de documentos y la presentación de evidencia por parte del promotor del proyecto que justifiquen la viabilidad técnica, ambiental y financiera de los proyectos; el nivel de estudio del Pan Maestro no contempla este nivel de desarrollo. Lo cierto es que si se deben considerar los criterios de Elegibilidad Básica definidos en el documento intitulado “Criterios y Proceso de Certificación de Proyectos”.

En primer lugar se debe asegurar que cada alternativa cumpla con al menos uno de los tres objetivos establecidos en el documento:

- a) prevenga, controle o reduzca contaminantes ambientales
- b) mejore el abastecimiento de agua potable
- c) proteja la flora y fauna

Y alguno de los tres propósitos siguientes:

- i. mejore la salud humana
- ii. promueva el desarrollo sustentable
- iii. contribuya a lograr una mejor calidad de vida.

En este sentido, de antemano las alternativas que se plantean cumplen con estos dos criterios, independientemente de las variaciones que existan entre una y otra.



Tabla 238. Criterios elegibilidad básica

Alternativas	Elegibilidad Básica						Criterio de Elegibilidad Básica
	Debe cumplir con al menos uno de los siguientes objetivos:			Debe además cumplir con al menos uno de los siguientes propósitos:			
	a) prevenga, controle o reduzca contaminantes ambientales	b) mejore el abastecimiento de agua potable	c) proteja la flora y fauna	i) mejore la salud humana	ii) promueva el desarrollo sustentable	iii) contribuya a lograr una mejor calidad de vida.	
Alternativas de agua potable		X		X	X	X	ELEGIBLE
Alternativas de alcantarillado y saneamiento	X		X		X	X	ELEGIBLE

El segundo criterio de elegibilidad tiene que ver con el tipo de proyecto. De la misma manera se puede garantizar *a priori* que todas las alternativas tendrán que estar relacionadas con proyectos de tratamiento de aguas residuales o de conexiones domésticas a los servicios de agua y alcantarillado.

Tabla 239. Criterios de tipo de proyecto

Alternativas	Tipo de proyecto							Criterio de Tipo de Proyecto
	Contaminación del agua	Tratamiento de aguas residuales	Residuos sólidos municipales	Conservación del agua	Residuos peligrosos e industriales	Conexiones domésticas a los servicios de agua y alcantarillado	Reciclaje y reducción de residuos	
Alternativas de agua potable						X		ELEGIBLE
Alternativas de alcantarillado y saneamiento	X	X				X		ELEGIBLE

Finalmente se debe considerar un criterio de Ubicación el cual requiere que los proyectos deben estar localizados en Estados Unidos dentro de la franja de hasta 100 kilómetros de la línea divisoria entre México y los Estados Unidos; y en México, dentro de la franja de hasta 300 kilómetros de dicha línea divisoria. Todas las acciones del Plan Maestro estarán localizadas dentro del centro de población de la ciudad de Matamoros, lo que garantiza el cumplimiento de este criterio.

En resumen, independientemente de las características y consideraciones propias de cada alternativa que se plantea, se puede garantizar de antemano que todas cumplen con los criterios de elegibilidad básica de la COCEF y el BDAN.

4.2. Análisis del cumplimiento de los objetivos

El análisis de cumplimiento de los Objetivos en el marco de la evaluación de alternativas se desarrolla como tal en el procedimiento descrito para evaluar la Alineación Estratégica de las alternativas. En el presente apartado se pretende construir un ejercicio de planeación estratégica que culmine con el establecimiento de los objetivos y la construcción de un Mapa estratégico del Plan Maestro.

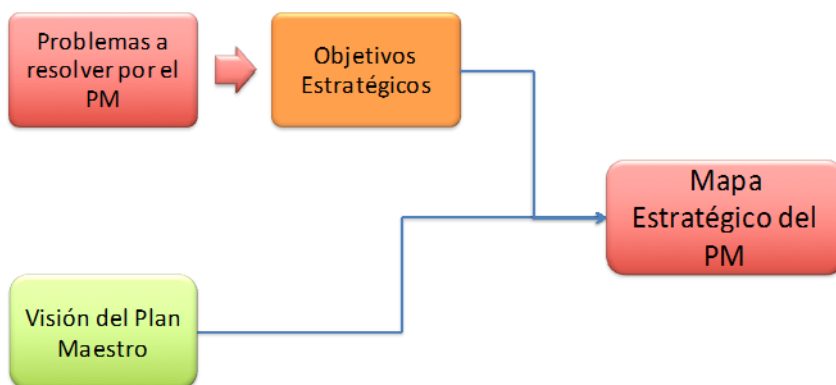


Figura 406. Criterios de tipo de proyecto

4.2.1. Problemas a resolver por el Plan Maestro

Con base en el análisis realizado en el apartado *Diagnóstico y Planeación Integral de la JAD*, a partir de información documental y numerosas reuniones con el personal del Organismo Operador, se identificaron los siguientes problemas relacionados con los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento:

- **Existe un elevado porcentaje de agua no contabilizada.**- De acuerdo con el análisis, la JAD tiene un indicador de ANC del 49.4%; es decir, de cada 10 m³ de agua que extrae de sus fuentes, deja de facturar casi 5 m³. Un elevado porcentaje de ANC tiene impacto tanto en la parte operativa como en la parte comercial y de los ingresos del Organismo.
- **No está garantizada la calidad del servicio a mediano y largo plazo.**- Si bien dos de los principales indicadores de calidad del servicio -continuidad y calidad del agua- hoy se reportan como satisfactorios; la realidad es que ambos indicadores podrían cambiar si no se toman medidas de corto plazo. Por lo que toca a la calidad del agua, más allá de que no se tiene registros documentados de que el agua que se suministra a la población cumple con la NOM 127 (sólo se analizan parámetros básicos); la infraestructura de potabilización presenta serias deficiencias en su operación por rezago en mantenimiento. Un colapso de esta infraestructura estratégica, traería graves consecuencias para la calidad del agua. Por otro lado, la continuidad del servicio hoy se garantiza a base de extraer más agua de la que la población requeriría en un sistema con mayor eficiencia. De continuar la tendencia actual se requerirán fuentes adicionales de agua a costos muy elevados.
- **No está garantizado el abasto de agua potable a futuro.**- Relacionado directamente con el punto anterior, el niveles de eficiencia física actual es bajo, lo que trae como consecuencia que se requiera más agua para poder abastecer a los usuarios. De acuerdo con las proyecciones de la demanda, en un escenario en el que se reduzcan las pérdidas físicas, el volumen de agua que se extrae actualmente de las fuentes, podría ser suficiente para abastecer a la población de proyecto.
- **Descargas de aguas residuales sin tratamiento.**- Asociado al crecimiento desordenado de la ciudad, la infraestructura de recolección, alejamiento y tratamiento de aguas residuales ha sido rebasada, por lo que se tienen identificadas descargas sin tratamiento a canales y cuerpos receptores.



- **Potenciales conflictos transfronterizos.**- Si bien en temas ambientales no se vislumbran conflictos que afecten algún ecosistema o población del lado estadounidense, lo cierto es que de prevalecer el bajo nivel de eficiencia física del sistema, se requerirán volúmenes adicionales para poder abastecer a la población. La fuente más accesible es el Río Bravo, sin embargo la presa Falcón que abastece de agua a las nueve ciudades fronterizas de Tamaulipas entre Nueva Ciudad Guerrero y Matamoros, se encuentra sobre-concesionada.
- **Potenciales problemas de salud pública.**- Aún cuando la cobertura de drenaje sanitario es alta, registra un número importante de descargas sin tratamiento a canales y drenes a cielo abierto, lo que constituye un factor de riesgo para la proliferación de enfermedades de origen hídrico.
- **Crecimiento desordenado del centro de población.**- En los últimos años se ha registrado un crecimiento del centro de población al margen de lo estipulado en los planes de desarrollo vigentes, lo que ha traído como consecuencia dificultades para llevar los servicios de agua, alcantarillado y tratamiento a las zonas de crecimiento.
- **Elevados costos de operación.**- Relacionado directamente con lo anterior, se han tenido que implementar soluciones temporales que eventualmente se convierten en definitivas para resolver problemas de abasto y desalojo de aguas negras. Estas obras que no obedecen a ningún esquema de planeación, generan ineficiencias y altos costos de operación.
- **Rezago en el mantenimiento de la infraestructura de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.**- Del análisis de información se pudo constatar que prácticamente todos los componentes de infraestructura de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento presentan rezago en mantenimiento.

4.2.2. *Objetivos estratégicos y visión del Plan Maestro*

Una vez que se han reconocido los problemas sustantivos que enfrenta la JAD, empleando el concepto de la metodología ZOPP¹¹ que convierte los problemas en objetivos, los objetivos estratégicos del Plan Maestro serían los siguientes:

- Reducir el porcentaje de agua no contabilizada.
- Conservar los indicadores de calidad de servicio.
- Garantizar en el largo plazo el abasto de agua a la población.
- Garantizar el tratamiento de las descargas aguas residuales en el largo plazo y reducir el impacto de descargas de agua no tratada a cuerpos receptores.
- Reducir los riesgos de conflictos transfronterizos.
- Apoyar el desarrollo urbano ordenado de la ciudad de Matamoros.
- Reducir los costos de operación e incrementar los ingresos
- Mejorar la gestión de activos (mantenimiento de infraestructura).

La integración del mapa estratégico recupera los objetivos estratégicos y los clasifica en las cinco dimensiones que maneja el BSC¹² (financiera, aprendizaje y crecimiento, procesos internos, aliados estratégicos y usuarios); pero además se requiere tener definido la *Visión del Plan Maestro*. La visión es un

¹¹ ZOPP: ZielOrientierte ProjektPlanung por sus siglas en alemán. Método de planeación orientado a objetivos.

¹² BSC: Balanced ScoreCard por sus siglas en inglés. Metodología de planeación "en una página".



enunciado que representa una posición futura anhelada. Con base en esto se propuso el siguiente enunciado de visión:

“El Plan Maestro no es una ruta, sino un mapa que define el rumbo de la JAD en su constante empeño por cumplir su misión de brindar a la población de Matamoros servicios de agua y saneamiento sostenibles y de calidad. Es también un instrumento de gestión en constante evaluación, lo que le permite ajustarse a las circunstancias y retos que enfrenta permanentemente la JAD”.

Conjuntado los elementos anteriores, se integró el mapa estratégico que se presenta a continuación.

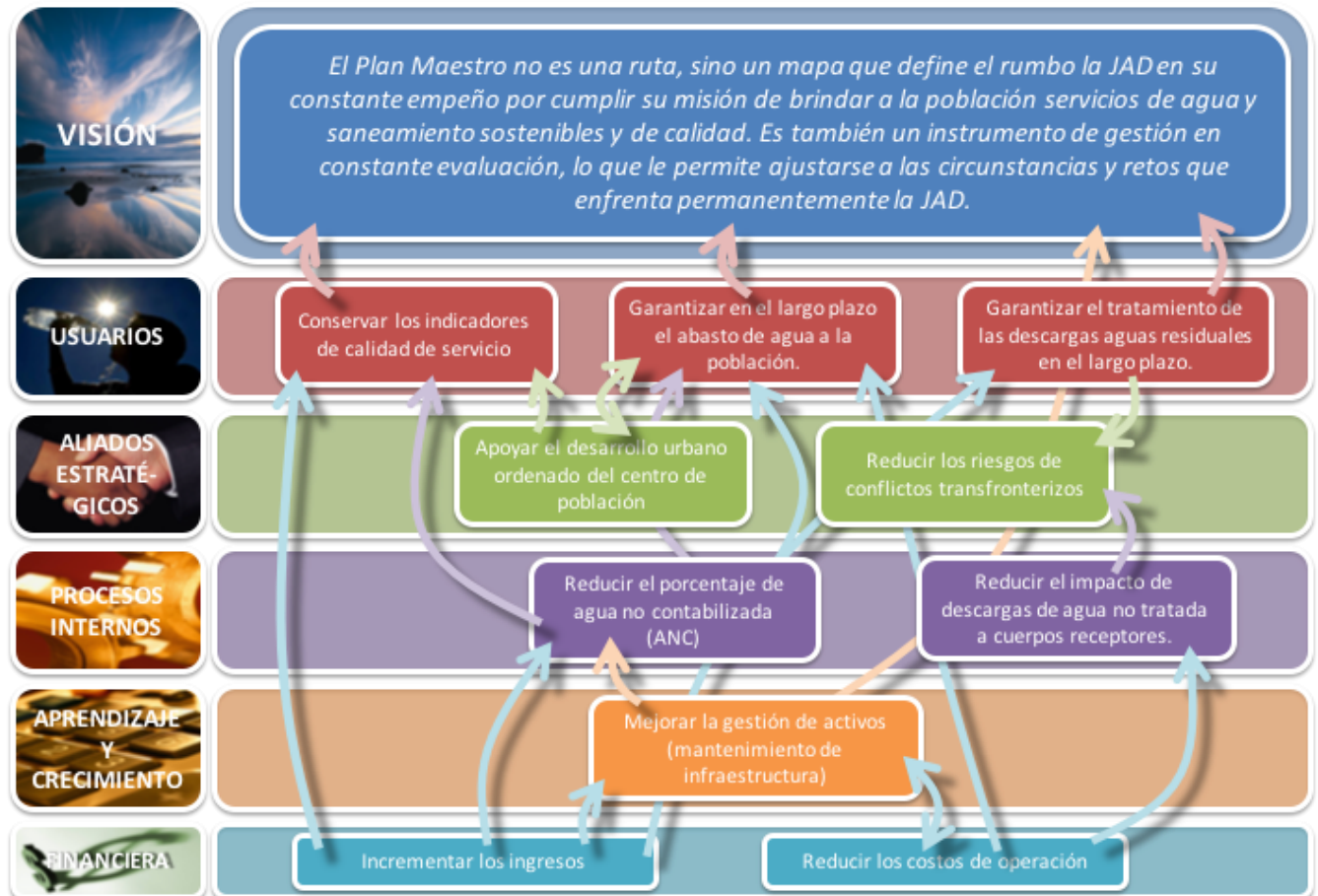


Figura 407. Mapa estratégico del Plan Maestro



4.3. Establecimiento de Criterios Mensurables

Como lo establecen los términos de referencia, para cada proceso de evaluación descrito en el apartado *Definición de Metodología de Evaluación*, se desarrollaron guías de evaluación que permiten asignar puntuaciones y calificaciones a cada variable considerada en el análisis de evaluación de alternativas.

A continuación se presentan las guías de evaluación, las cuales permitirán otorgar un valor numérico a criterios cualitativos y al mismo tiempo uniformizar los criterios de los evaluadores, restando en cierta medida, subjetividad a la evaluación.

4.3.1. Establecimiento de criterios mesurables para la prefactibilidad IPP

Guía de calificación para el Impacto

Impacto en el Desarrollo Urbano.- Se refiere a la incidencia directa o indirecta que tendrán las acciones de cada alternativa en el desarrollo urbano de la ciudad. Esto se deberá interpretar en dos vertientes en cada caso: los criterios que rigen el Plan de Desarrollo Urbano y el Plan de Desarrollo Municipal.

Tabla 240. Criterios de calificación para evaluar el impacto en el desarrollo urbano

Impacto	Descripción	Califica
POSITIVO	Cuando la implementación de las acciones apoya y se alinea con los procesos de reordenamiento urbano establecidos en el Plan de Desarrollo Urbano vigente y/o cuando el curso de acciones coadyuvan al cumplimiento de metas en materia de servicios públicos establecidos en el Plan de Desarrollo Municipal.	1 a 3
NEUTRO	Cuando la implementación de acciones no se contraponga a los procesos de reordenamiento urbano establecidos en el Plan de Desarrollo Urbano vigente y/o cuando el curso de acciones no representen un obstáculo para el cumplimiento de metas en materia de servicios públicos establecidos en el Plan de Desarrollo Municipal.	0
NEGATIVO	Cuando la implementación de acciones se contraponga a los procesos de reordenamiento urbano establecidos en el Plan de Desarrollo Urbano vigente y/o cuando el curso de acciones representen un obstáculo para el cumplimiento de metas en materia de servicios públicos establecidos en el Plan de Desarrollo Municipal.	-1 a -3

Impacto Ambiental.- Es la disposición de un elemento del medio natural para ser modificado o para ser motivo de dificultad para la ejecución una acción o conjunto de acciones. Bajo este criterio se deberán tomar en cuenta aspectos que incidan directa o indirectamente en la recuperación/sobre-explotación de mantos acuíferos o el mejoramiento/deterioro de la calidad del agua, entre otros.

Tabla 241. Criterios de calificación para evaluar el impacto ambiental

Impacto	Descripción	Califica
POSITIVO	Cuando la modificación de los elementos produce mejores condiciones del entorno.	1 a 3



Impacto	Descripción	Califica
NEUTRO	Cuando ningún elemento se perturba o si resultara perturbado, se incluyen las acciones de mitigación o reducción del impacto.	0
NEGATIVO	Cuando el elemento resulta dañado por las acciones a desarrollar.	-1 a -3

Impacto Social.- Hace referencia al impacto que produce la alternativa al ser implementada en cuanto al mejoramiento de las condiciones de vida y el acceso al recurso; particularmente en los sectores sociales más vulnerables. Bajo este criterio se deberán tomar en cuenta aspectos como la ampliación de la cobertura de servicios o la reducción de riesgos potenciales de salud pública; entre otros.

Tabla 242. Criterios de calificación para evaluar el impacto social

Impacto	Descripción	Califica
POSITIVO	Cuando el impacto sea directo a los grupos o sectores sociales menos favorecidos y se mejore sustancialmente el acceso al recurso y su calidad de vida	1 a 3
NEUTRO	Cuando el impacto o beneficio para los grupos o sectores sociales menos favorecidos sea indirecto y por lo tanto no modifica sustancialmente la situación de acceso al recurso y su calidad de vida.	0
NEGATIVO	Cuando las acciones perjudiquen la calidad de vida de los grupos o sectores sociales menos favorecidos o bien cuando les dificulten el acceso al recurso.	-1 a -3

Impacto en la Calidad del Servicio.- Se refiere al impacto que produce la alternativa al ser implementada en cuanto al mejoramiento de los servicios que presta el Organismo Operador a los usuarios. Bajo este criterio se deberán tomar en cuenta aspectos como el incremento en las horas de servicio, el aseguramiento de la dotación a la población, la reducción de fallas o incidencias en el sistema de drenaje o el mejoramiento de la eficiencia de tratamiento de las plantas de tratamiento; entre otros.

Tabla 243. Criterios de calificación para evaluar el impacto en la calidad del servicio

Impacto	Descripción	Califica
POSITIVO	Cuando la implementación de la alternativa impacte directamente en algún indicador relacionado con la calidad de los servicios de agua, drenaje o tratamiento o bien cuando las acciones ayuden a reducir costos de operación.	1 a 3
NEUTRO	Cuando la implementación de la alternativa no modifica sustancialmente los indicadores relacionado con la calidad de los servicios de agua, drenaje o tratamiento o bien cuando las acciones no inciden en la reducción de los costos de operación.	0
NEGATIVO	Cuando la implementación de la alternativa deteriora los indicadores relacionado con la calidad de los servicios de agua, drenaje o tratamiento o bien cuando las acciones pueden incrementar los costos de operación.	-1 a -3



Impacto Transfronterizo.- Hace referencia al impacto que puede generar la implementación de una alternativa en aspectos que incidan de cualquier forma en temas bilaterales. Bajo este criterio se deberán tomar en cuenta aspectos como el cumplimiento/incumplimiento de tratados o acuerdos internacionales, la generación de posibles conflictos ambientales transfronterizos; entre otros.

Tabla 244. Criterios de calificación para evaluar el impacto fronterizo

Impacto	Descripción	Califica
POSITIVO	Cuando la implementación de las acciones de la alternativa se enmarca en los tratados internacionales vigentes y las acciones propuestas no afectan a un medio ambiente especialmente sensible o importante (como los parques nacionales o las reservas naturales).	1 a 3
NEUTRO	Cuando la implementación de las acciones de la alternativa se enmarca en los tratados internacionales vigentes y las acciones propuestas produzcan ligeras afectaciones a un medio ambiente especialmente sensible o importante (como los parques nacionales o las reservas naturales), pero se consideran medidas de mitigación.	0
NEGATIVO	Cuando la implementación de las acciones de la alternativa transgrede de cualquier forma los tratados internacionales vigentes y/o cuando las acciones propuestas produzcan afectaciones a un medio ambiente especialmente sensible o importante (como los parques nacionales o las reservas naturales).	-1 a -3

Guía de calificación para la Posibilidad

Posibilidad Legal/Regulatoria.- Se refiere a la viabilidad de la alternativa en su relación con el conjunto de normas vigentes en la materia, tanto nacional como estatal y municipal.

Tabla 245. Criterios de calificación para evaluar la posibilidad legal/regulatoria.

Posibilidad	Descripción	Califica
ALTA	Cuando la implementación de la alternativa no requiere de cambios o modificaciones en la normatividad o legislación que la ciñe; no violenta o contradice las legislaciones locales; no discrepa con los programas en que se circunscribe.	1 a 3
MEDIA	Cuando para la implementación de la alternativa se detectan vacíos o indefiniciones en las legislaciones locales en su relación con la legislación federal; pero que aún ante esas ausencias, se puede ejecutar.	0
BAJA	Cuando para la implementación de la alternativa se detectan contradicciones o yuxtaposiciones entre la legislación federal y las legislaciones locales; y su adecuación o actualización requiere de negociaciones políticas o legislativas para poderlas realizar.	-1 a -3

Posibilidad Técnica.- Hace referencia a la facilidad de implementar técnicamente las medidas diseñadas para resolver el problema o conjunto de problemas.



Tabla 246. Criterios de calificación para evaluar la posibilidad técnica

Posibilidad	Descripción	Califica
ALTA	Cuando las técnicas o tecnologías propuestas estas probadas y resultan accesibles en su manejo y operación.	1 a 3
MEDIA	Cuando las técnicas o tecnologías propuestas están probadas pero implican una especialización o capacitación por quien las implementa y opera.	0
BAJA	Cuando las técnicas o tecnologías propuestas se desconocen o resultan muy complejas en su implementación u operación y requieren de personal y equipo altamente especializado.	-1 a -3

Posibilidad Administrativa.- Se refiere a las posibilidades de realización por quienes son destinatarios de las acciones y a la capacidad legal y administrativa para implementarla.

Tabla 247. Criterios de calificación para evaluar la posibilidad administrativa

Posibilidad	Descripción	Califica
ALTA	Cuando la administración (el Organismo Operador) está facultada y capacitada suficientemente para implementar la alternativa.	1 a 3
MEDIA	Cuando la administración está facultada legalmente pero incapacitada administrativamente para implementar la acción.	0
BAJA	Cuando la administración carece de facultades y capacidades para implementar la alternativa	-1 a -3

Guía de calificación para la Pertinencia

Pertinencia sociocultural.- Mide la pertinencia de implementar las acciones, considerando que éstas respondan a las necesidades de los usuarios, a su contexto social y cultural y que los beneficios sean tangibles.

Tabla 248. Criterios de calificación para evaluar la pertinencia sociocultural

Posibilidad	Descripción	Califica
FAVORABLE	Cuando la implementación y efectos de las acciones se consideren cuentan con el consenso y aprobación de los involucrados lo que favorece la ejecución y apropiación de las acciones.	1 a 3
ACEPTABLE	Cuando la implementación y efectos de las acciones se considere cuentan con un nivel parcial pero aceptable de consenso de los involucrados; pero es manejable o controlable con acciones complementarias y negociaciones.	0
DESFAVORABLE	Cuando se considere que no hay consenso y los efectos o reacciones sociales son de indiferencia o rechazo, se prevean manifestaciones o enfrentamientos, lo que pondría en riesgo la implementación de las acciones.	-1 a -3



Pertinencia política.- Mide la conveniencia de aplicar las acciones considerando el respaldo de las autoridades locales o de la sociedad, la posibilidad de riesgos políticos producto de conflictos y protesta y la congruencia con los planteamientos locales de desarrollo. El desarrollo completo de la metodología de evaluación y jerarquización de acciones se presenta en el anexo 20.

Tabla 249. Criterios de calificación para evaluar la pertinencia política

Posibilidad	Descripción	Califica
FAVORABLE	Existe una percepción de credibilidad y confianza en las instituciones por parte de los usuarios; las acciones son congruentes y se enmarcan en las propuestas de desarrollo local (planes, programas); se percibe ausencia de riesgos políticos; fortalece a la autoridad local y por lo tanto existe voluntad en aplicarlas.	1 a 3
ACEPTABLE	Existe credibilidad de los usuarios en las propuestas institucionales; las acciones son compatibles con los objetivos de los programas de desarrollo locales; los riesgos de conflicto son mínimos y no se deteriora la imagen gubernamental.	0
DESFAVORABLE	Hay desconfianza en el logro de los objetivos de las acciones y hacia la institución; presencia de grupos en que se anticipa resistencia, pero existen canales de negociación y control; y cuando el daño a la imagen de las autoridades locales es importante.	-1 a -3

4.3.2. Establecimiento de criterios mensurables para la Prefactibilidad Económica/Financiera

Guía de calificación para la relación costo-eficacia

Se señalará para cada uno de ellos los beneficios a lograr, procesando su expresión en términos cuantitativos de acuerdo con la siguiente guía:

Tabla 250. Criterios de calificación para la evaluación costo-eficacia

Descripción	Relación	Califica
Repercusión en las condiciones de vida de los usuarios. - Cuando mejore la salud, incremente la calidad del agua que se consume, mitigue los indicadores de marginalidad (mejorando la cobertura de servicios básicos), entre otros.	MUY FAVORABLE	7/6
	FAVORABLE	5/4
	ACEPTABLE	3/2
Aprovechamiento racional del recurso. - Cuando se incluyan estrategias y acciones para: mejorar el medio ambiente, reduciendo la contaminación del aguas; se incluyan procesos de reciclado y reusó, racionalización y cambio en los patrones de consumo, entre otros.	MUY FAVORABLE	7/6
	FAVORABLE	5/4
	ACEPTABLE	3/2
Mejoramiento de las eficiencias del Organismo Operador. - Cuando se incluyan acciones para hacer un uso eficiente del agua (reducir el agua no contabilizada); se incrementen los ingresos por servicios; entre otros.	MUY FAVORABLE	7/6
	FAVORABLE	5/4
	ACEPTABLE	3/2
Reducción de costos de operación. - Cuando la alternativa incluya	MUY FAVORABLE	7/6



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Descripción	Relación	Califica
acciones para reducir costos de energía, optimice los recursos humanos y materiales para la operación de los sistemas y/o considere procedimientos que reduzcan el mantenimiento de los componentes de los sistemas.	FAVORABLE ACEPTABLE	5/4 3/2

Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 5

Selección de Alternativas





5. Selección de Alternativas

Una vez definida la metodología y los criterios de evaluación, el procedimiento propuesto para seleccionar las alternativas es el siguiente:

- Las alternativas han sido propuestas y descritas en el apartado 3.2.1.2 *Identificación de Alternativas a las condiciones existentes y futuras del sistema de agua potable* y 3.2.2.2. *Identificación de Alternativas a las condiciones existentes y futuras del sistema de alcantarillado sanitario*.
- El proceso de selección se hará de manera paralela para seleccionar la alternativa de agua potable y la alternativa de alcantarillado y saneamiento.
- Dada la naturaleza de la metodología diseñada cuyos resultados pueden variar en función del nivel de conocimiento y posición de quien evalúa; para evitar un sesgo en los resultados se propuso y fue aceptado que en la evaluación participen la mayor cantidad de expertos de la JAD, la COCEF, del BDAN y de la CONAGUA; además de la Consultora.
- En este sentido se diseñó un instrumento tipo encuesta que puede ser contestado en línea por los participantes, en el que se dan los criterios de evaluación. Se propuso y también fue aceptado realizar este ejercicio de evaluación en talleres presenciales.
- En este instrumento los participantes evaluarán para cada alternativa los siguientes ítems:
 - a. Prefactibilidad IPP
 - i. Impacto en el Desarrollo Urbano
 - ii. Impacto Ambiental
 - iii. Impacto Social
 - iv. Impacto en la Calidad del Servicio
 - v. Impacto Transfronterizo
 - vi. Posibilidad Legal/Regulatorio
 - vii. Posibilidad Técnica
 - viii. Posibilidad Administrativa
 - ix. Pertinencia Política
 - x. Pertinencia Sociocultural
 - b. Prefactibilidad Económica-Financiera (costo-eficacia)
 - i. Repercusión en las condiciones de vida de los usuarios
 - ii. Aprovechamiento racional del recurso
 - iii. Mejoramiento de las eficiencias del OO
 - iv. Reducción de costos de operación
- La evaluación de Alineación Estratégica se realizó por la Consultora y fue puesta a consideración de la supervisión.
- Una vez que se realizaron los talleres y se contó con la base de datos de la evaluación generada de los talleres, los resultados de promediarán y se emitirá una única evaluación de factibilidad para cada alternativa.



5.1. Descripción de las alternativas a ser evaluadas

5.1.1. Alternativas de agua potable

Las principales características de las alternativas para agua potable se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 251. Descripción de las alternativas de agua potable

Alternativa No. 1	Alternativa No. 2
Corto y Mediano Plazo	
1.- Construcción de una nueva planta potabilizadora o reingeniería de la Planta Potabilizadora No. 2, con una capacidad de 950 L/s.	
2.- Concluir la construcción del segundo módulo de la Planta Potabilizadora No. 1	
3.- Rehabilitar el primer módulo de la Planta Potabilizadora. No. 1	
4.- Ampliar la obra de toma No. 2 y construir una nueva Planta Potabilizadora denominada No. 3 de 340 L/s., para cubrir la demanda de la zona Oriente y Suroriente.	4.- Reducir la extracción del agua a una sola OT y la producción a dos plantas potabilizadoras (No 1 y 2), sacando de operación las P.P. Paquetes.
5.- Sacar de operación la Planta Paq. 1 y 2	5.- Construir un acuaférico a partir de la potabilizadora No. 1 para entregar el agua a macrotanques (existentes y de proyecto).
6.- Construir un acuaférico que una las potabilizadoras No. 2 y 3, entregando el agua a macrotanques y tanques (existentes y de proyecto).	6.- Reforzar la zona Sur oriente con líneas de conducción.
7.- Construir líneas de alimentación de los nuevos tanques y de los existentes para abastecer a la red de distribución	
8.- Construir 3 macrotanques, 4 tanques y ampliar y rehabilitar 2 tanques.	
9.- Cancelar derivaciones sobre líneas de conducción e instalar válvulas sostenedoras de presión en las derivaciones en ruta.	
10.- Ampliar la cobertura del servicio de agua potable a las colonias que carecen.	
11.- Implementar la sectorización y los distritos hidrométricos para llevar a cabo el Proyecto de Eficiencia Integral (física, hidráulica y energética)	
Largo Plazo	
1.- Mantener y ampliar la cobertura del servicio de agua potable	
2.- Reforzar la red primaria para mantener el servicio de calidad.	

De manera esquemática, las alternativas se pueden observar en las siguientes figuras:



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

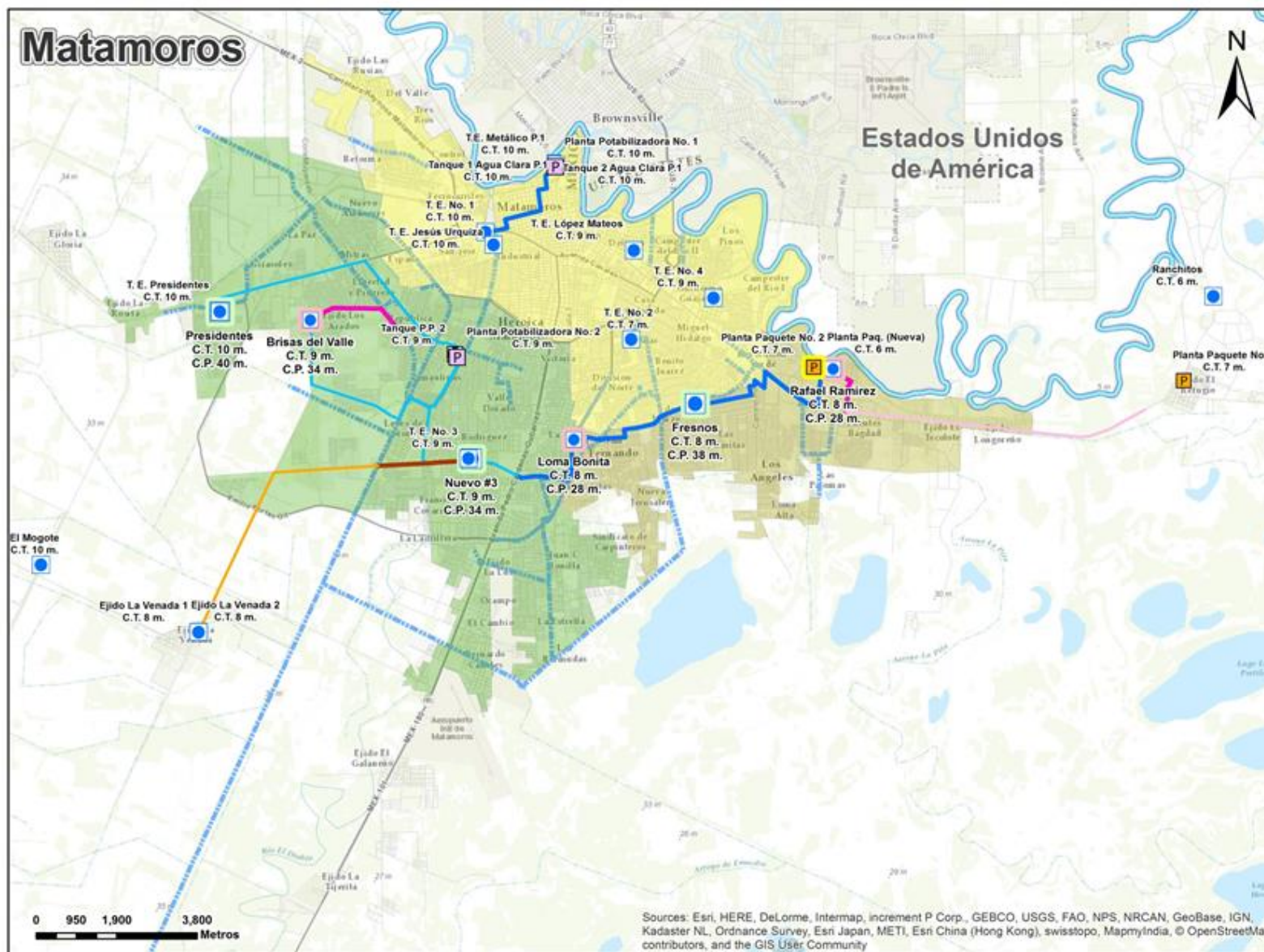


Figura 408. Alternativa 1 Agua Potable



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

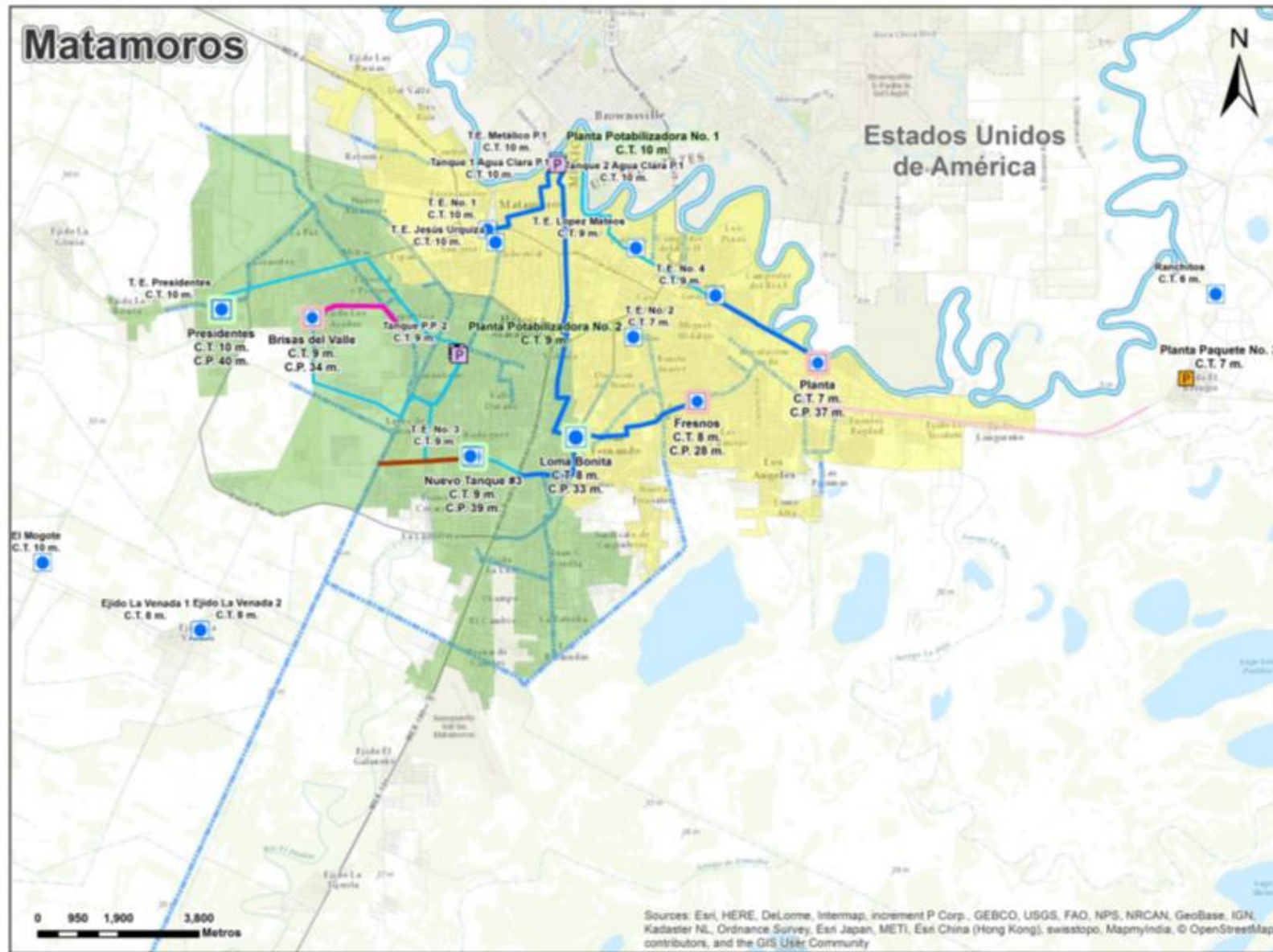


Figura 409. Alternativa 2 Agua Potable



5.1.2. Alternativas de alcantarillado y tratamiento

Por su parte, las alternativas para alcantarillado y saneamiento se plantearon de la siguiente manera:

Tabla 252. Descripción de las alternativas de alcantarillado y saneamiento

Alternativa No. 1	Alternativa No. 2	Alternativa No. 3
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de colectores marginales a los Drenos Fidel Velázquez, Principal y 32 Izquierdo, para incorporar el agua al Emisor Oeste. • Incorporación de descargas sobre la margen izquierda del Emisor Oeste • Construcción de colectores marginales a los drenes Papantla y 20 de Noviembre para incorporar el agua al Interceptor Este que llega a la PTAR Este • Reequipamiento de algunas estaciones de bombeo • Ampliación de la cobertura de alcantarillado • Ampliación de la capacidad de tratamiento de las dos PTAR existentes. • Sustitución y rehabilitación de la tubería colapsada y de concreto deteriorado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un sistema de recolección y alejamiento en la zona Poniente de la ciudad con la construcción de una nueva PTAR (Presidentes). • Construcción de colectores marginales a los Drenes Principal y 32 Izquierdo para incorporarlo al Emisor Oeste • Incorporación de descargas sobre la margen izquierda del Emisor Oeste • Construcción de un sistema de recolección y alejamiento sobre el Dren 20 de Nov., con la construcción de la PTAR Sur. • Reequipamiento de algunas estaciones de bombeo. • Sustitución de colectores colapsados para descargar algunas EB de la zona Sureste al interceptor Este • Ampliación de la cobertura de alcantarillado • Ampliación de la capacidad de tratamiento de las dos PTAR existentes • Sustitución y rehabilitación de la tubería colapsada y de concreto deteriorado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un sistema de recolección y alejamiento en la zona Poniente de la ciudad con la construcción de una nueva PTAR (Presidentes). • Construcción de colectores marginales a los Drenes Principal y 32 Izquierdo para incorporarlo al Emisor Oeste • Incorporación de descargas sobre la margen izquierda del Emisor Oeste • Reequipamiento de algunas estaciones de bombeo. • Construcción de colectores marginales a los drenes Papantla y 20 de Noviembre para incorporar el agua al Interceptor Este que llega a la PTAR Este • Ampliación de la cobertura de alcantarillado • Ampliación de la capacidad de tratamiento de las dos PTAR existentes • Sustitución y rehabilitación de la tubería colapsada y de concreto deteriorado.

Es importante mencionar que la Alternativa 3 fue propuesta y evaluada durante el desarrollo del taller de evaluación de alternativas.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

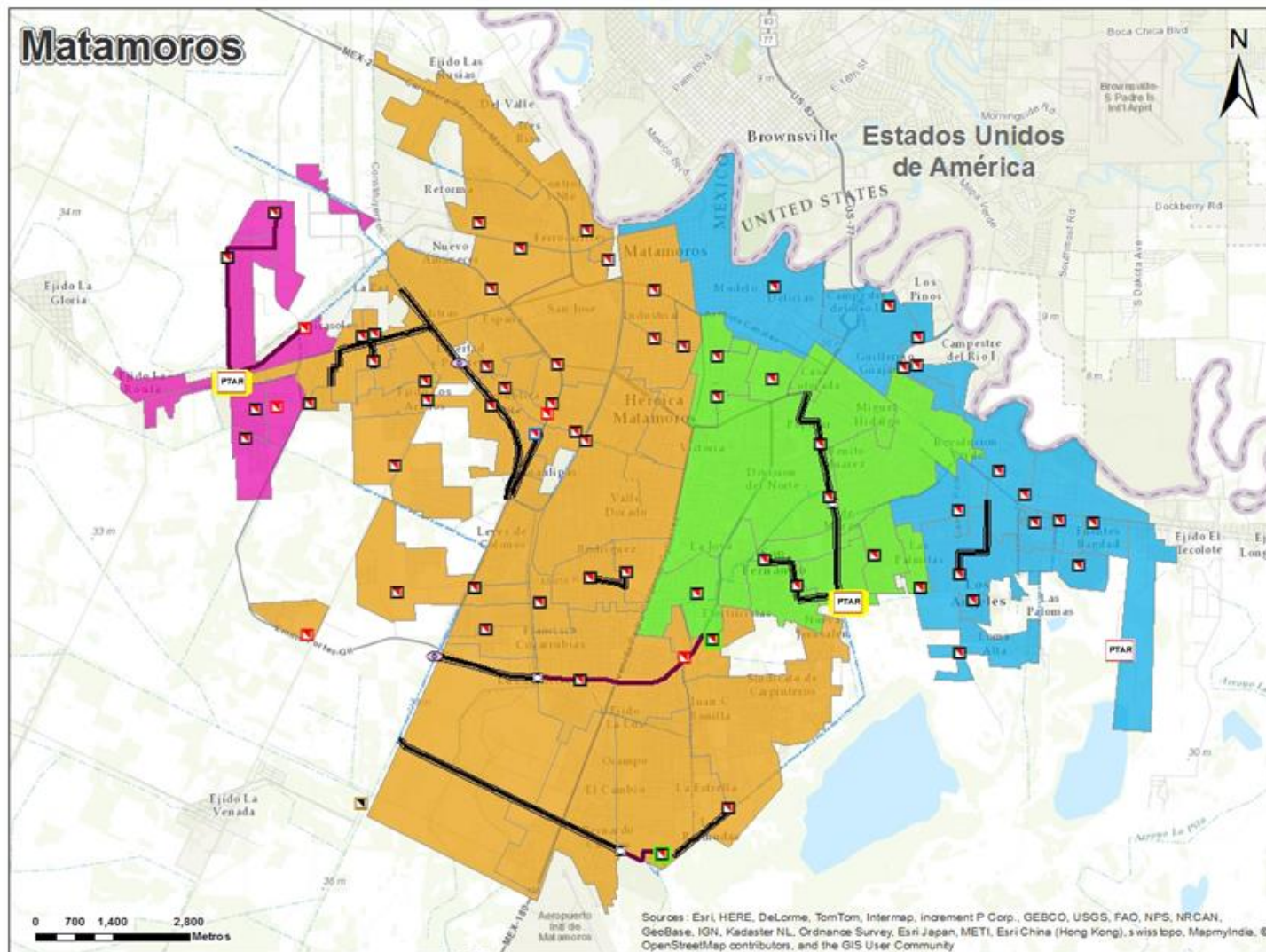


Figura 411. Alternativa 2 Alcantarillado y saneamiento

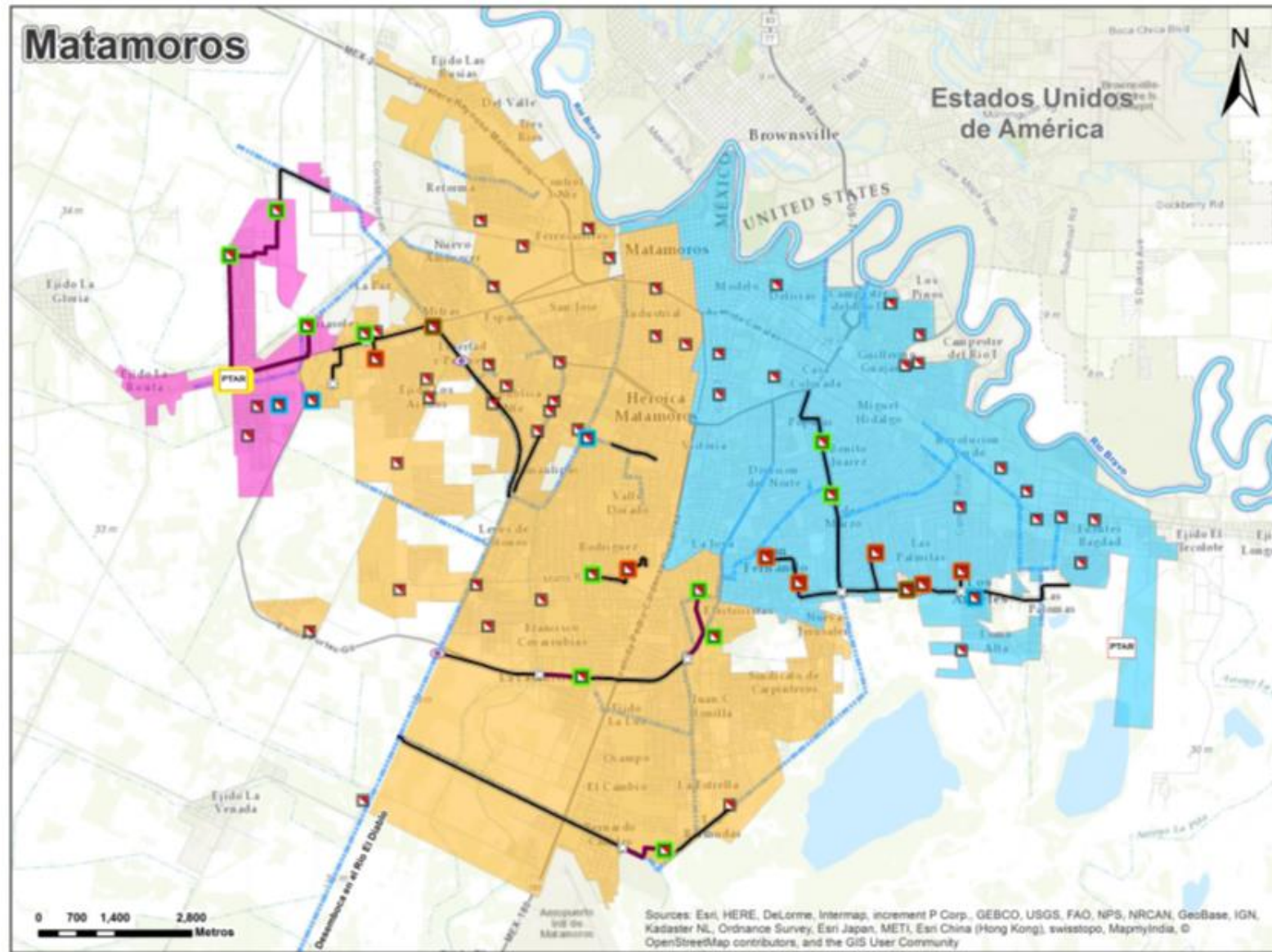


Figura 412. Alternativa 3 Alcantarillado y saneamiento



5.2. Relatoría de los talleres de evaluación

Una vez sometido a la consideración de la supervisión la opción de realizar la evaluación a través de una encuesta en línea o bien a través de un taller presencial, se determinó llevar a cabo un taller el día 15 de abril.

En el taller participaron trece expertos pertenecientes a la JAD, la CONAGUA, la COCEF y el BDAN. Se realizaron dos sesiones; la primera para analizar las alternativas de agua potable y la segunda para evaluar las alternativas de alcantarillado y saneamiento. Cabe mencionar que la Alternativa 3 de saneamiento surgió como una propuesta por parte de los participantes en el taller de evaluación.

La dinámica de los talleres consistió en hacer una presentación a los participantes explicando los siguientes temas:

- Objetivos del taller
- Metodología de evaluación de alternativas
- Resultados del diagnóstico
- Alternativas de solución
- Mecánica de la evaluación de alternativas

Una vez presentado lo anterior, se procedió a que los participantes hicieran la evaluación empleando el material de apoyo, las guías de evaluación y los formatos preparados ex profeso para el taller. Al final cada participante entregó su evaluación para ser procesada más tarde en gabinete.

5.3. Evaluación de las alternativas de agua potable

5.3.1. Evaluación de la Prefactibilidad IPP de las alternativas de agua potable

Con base en los resultados del taller se obtuvieron las siguientes calificaciones:

Tabla 253. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad IPP

ALTERNATIVA	Variables del proyecto (Factores Internos)										(3) OPORTUNIDAD (1+2)/2	Variables desconocidas (Factores externos)			PRE- FACTIBILIDAD IPP (3+4)
	IMPACTO					POSIBILIDAD						PERTINENCIA			
	Desarrollo Urbano	Ambiental	Social	Calidad del Servicio	Transfrenterizo	Promedio (1)	Técnica	Legal	Administrativa	Promedio (2)		Socio-cultural	Política	Promedio (4)	
Alternativa 1	2.5	2.6	2.8	2.8	2.3	2.6	2.1	1.9	2.0	2.0	2.3	2.3	2.9	2.6	4.8
Alternativa 2	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.6	3.0	2.0	2.0	2.3	2.5	3.0	2.0	2.5	5.0

5.3.2. Evaluación de la Prefactibilidad Económica- Financiera de las alternativas de agua potable

Para poder realizar la evaluación de Prefactibilidad Económica-Financiera, fue necesario estimar los costos de inversión y operación de las alternativas. Para esto se emplearon los resultados de la modelación y precios índices. La alternativa ganadora será cuantificada y costeadada con mayor detalle para efectos de la jerarquización, programación y análisis financiero, por lo que los montos de inversiones pudieran sufrir algunos ajustes más adelante.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Tabla 254. Estimación de costos de la Alternativa 1 de Agua Potable

Clasificación	Unidad	Corto Plazo		Mediano Plazo		Largo Plazo		Subtotal	
		Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)
Captaciones y conducción (Equipamiento EBAPs)	Cant-OT	1	\$ 199,595,384	0	\$ -	0	\$ 640,930	1	\$ 200,236,314
	L/s	340		0		0		340	
	Cant-EBAP	8		0		1		9	
	hp	948		0		260		1,208	
	km	35.67		0.00		0.00		35.67	
Obra de Toma	Cant	1	\$ 13,000.00	0	\$ -	0	\$ -	1	\$ 13,000.00
	L/s	340		0		0		340	
Estaciones de Bombeo	Cant	8	\$ 12,128,946	0	\$ -	1	\$ 640,930	9	\$ 12,769,876
	hp	948		0		260		1,208	
Acueductos de Agua Cruda	km	0.18	\$1,279,851	0	\$-	0	\$-	0.18	\$1,279,851
Acuaférico	km	14.56	\$96,218,745	0.00	\$-	0.00	\$-	14.56	\$96,218,745
Línea de Conducción	km	20.92	\$89,954,841	0.00	\$-	0.00	\$-	20.92	\$89,954,841
Potabilización	Cant	3	\$ 158,701,346	0	\$ -	0	\$ -	3	\$ 158,701,346
	L/s	1,590		0		0		1,590	
Construcción de Plantas Potabilizadoras	L/s	340.00	\$45,108,559	0.0	\$-	0.00	\$-	340.00	\$45,108,559
Reingeniería de Plantas Potabilizadoras	L/s	1,000.00	\$74,493,993	0.0	\$-	0.00	\$-	1,000	\$74,493,993
Reequipamientos de Plantas Potabilizadoras	L/s	250.00	\$39,098,794	0.0	\$-	0.00	\$-	250.00	\$39,098,794
Regulación y alimentación (Interconexión y Acuaférico)	Cant-TQ	11	\$ 181,666,802	0	\$ -	0	\$ -	11	\$ 181,666,802
	m³	33,600		0		0		33,600	
	km	43.80		0.00		0.00		43.80	
Tanques de Regulación	Cant	11	\$ 36,645,520	0.0	\$ -	0.00	\$ -	11	\$ 36,645,520
	m³	33,600		0.0		0.00		33,600	
Líneas de Alimentación	km	0.50	\$4,218,845	0.00	\$-	0.00	\$-	0.50	\$4,218,845
Líneas de Interconexión	km	11.90	\$57,818,990	0.00	\$-	0.00	\$-	11.90	\$57,818,990
Red de Distribución (Red Principal)	km	31.39	\$82,983,447	0.00	\$-	0.00	\$-	31.39	\$82,983,447
Red de distribución (Ampliación de cobertura)	km	19.51	\$8,568,356	147.24	\$64,676,251	78.12	\$34,314,821	244.86	\$107,559,427
Otros agua potable (Complementos de obras)	km	2.12	\$ 29,198,278	12.79	\$ 24,207,068	0.00	\$ -	14.92	\$ 53,405,345
	CV	1,168		0.00		0.00		1,168	
Rehabilitación y Sustitución	km	2.12	\$12,846,278	12.79	\$24,207,068	0.00	\$-	14.92	\$37,053,345
Suministro e instalación de válvulas en cruceros de control	CV	1,168	\$16,352,000	0	\$-	0	\$-	1,168	\$16,352,000
Total			\$577,730,165		\$88,883,318		\$34,955,751		\$701,569,234



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

Tabla 255. Estimación de costos de la Alternativa 2 de Agua Potable

Clasificación	Unidad	Corto Plazo		Mediano Plazo		Largo Plazo		Subtotal	
		Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)
Captaciones y conducción (Equipamiento EBAPs)	Cant-EB	5	\$ 254,469,363	0	\$ -	1	\$ 640,930	6	\$ 255,110,293
	hp	1,418		0		260		1,678	
	km	42,219.73		0.00		0.00		42,219	
Estaciones de Bombeo	Cant	5	\$ 33,443,774	0	\$ -	1	\$ 640,930	6	\$ 34,084,704
	hp	1,418		0		260		1,678	
Acuaférico	km	21,368.73	\$134,957,817	0.00	\$-	0.00	\$-	21,368	\$134,957,817
Línea de Conducción	km	20,851.00	\$86,067,772	0.00	\$-	0.00	\$-	20,851	\$86,067,772
Potabilización	Cant	2	\$ 123,143,579	0	\$ -	0	\$ -	2	\$ 123,143,579
	L/s	1,400		0		0		1,400	
Reingeniería de Plantas Potabilizadoras	L/s	1,000.00	\$74,493,993	0.0	\$-	0.00	\$-	1,000	\$74,493,993
Reequipamientos de Plantas Potabilizadoras	L/s	400.00	\$48,649,586	0.0	\$-	0.00	\$-	400	\$48,649,586
Regulación y alimentación (Interconexión y Acuaférico)	Cant-TQ	11	\$ 182,836,085	0	\$ -	0	\$ -	11	\$ 182,836,085
	m³	33,600		0		0		33,600	
	km	44,076.24		0.00		0.00		44,076	
Tanques de Regulación	Cant	11	\$ 36,645,520	0.0	\$ -	0.00	\$ -	11	\$ 36,645,520
	m³	33,600		0.0		0.00		33,600	
Líneas de Alimentación	km	531.58	\$4,260,800	0.00	\$-	0.00	\$-	531.58	\$4,260,800
Líneas de Interconexión	km	12,153.66	\$58,665,113	0.00	\$-	0.00	\$-	12,153	\$58,665,113
Red de Distribución (Red Principal)	km	31,390.99	\$83,264,652	0.00	\$-	0.00	\$-	31,390	\$83,264,652
Red de distribución (Ampliación de cobertura)	km	19.51	\$8,568,356	147.24	\$64,676,251	78.12	\$34,314,821	244.86	\$107,559,427
Otros agua potable (Complementos de obras)	km	2.12	\$ 29,198,278	12.79	\$ 24,207,068	0.00	\$ -	14.92	\$ 53,405,345
	CV	1,168		0.00		0.00		1,168	
Rehabilitación y Sustitución	km	2.12	\$12,846,278	12.79	\$24,207,068	0.00	\$-	14.92	\$37,053,345
Suministro e instalación de válvulas en cruceros de control	CV	1,168	\$16,352,000	0	\$-	0	\$-	1,168	\$16,352,000
Total			\$598,215,661		\$88,883,318		\$34,955,751		\$722,054,730

Los costos de operación por su parte se estimaron de la siguiente manera

Tabla 256. Costos anuales de operación de Alternativas de Agua Potable

Alternativa	Costos de Operación Corto Plazo (\$)	Costos de Operación Largo Plazo (\$)
Alternativa 1	\$23,503,434	\$24,569,790
Alternativa 2	\$21,317,333	\$22,251,382



Con base en los resultados del taller y con las estimaciones de costos presentadas anteriormente empleadas para calcular el Valor Actual Neto del flujo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 257. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad E/F.

BENEFICIOS ALTERNATIVAS	Repercusión en las condiciones de vida de los usuarios	Aprovechamiento racional y sustentable del recurso	Mejoramiento de las eficiencias del OO	Reducción de los costos de operación	Costo-Eficacia (Promedio)	Factor	PREFACTIBILIDAD E/F
Alternativa 1 VAN: 724,872	6.1	5.9	5.6	5.3	5.73	1.00	5.7
Alternativa 2 VAN: 728,330	5.0	5.4	5.0	4.9	5.08	0.88	4.5

5.4. Evaluación de la Alineación Estratégica

5.4.1. Evaluación de la Alineación Estratégica de las alternativas de agua potable

A diferencia de las dos calificaciones de prefactibilidad anteriores que fueron obtenidas a partir de la participación de expertos de las dependencias involucradas, la evaluación de Alineación Estratégica fue llevada a cabo por el personal de la Consultora y sometida a la revisión de la supervisión. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 258. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica

Variable	Prefactibilidad IPP	Financiera	Aprendizaje y crecimiento	Procesos internos	Aliados estratégicos		Usuarios			Alineación Estratégica
		Reducir los costos de operación e incrementar los ingresos	Mejorar la gestión de activos (mantenimiento de infraestructura)	Reducir el porcentaje de agua no contabilizada.	Reducir los riesgos de conflictos transfronterizos.	Apoyar el desarrollo urbano ordenado de la ciudad de Matamoros.	Conservar los indicadores de calidad de servicio.	Garantizar en el largo plazo el abasto de agua a la población.	Garantizar el tratamiento de las descargas aguas residuales y reducir el impacto de descargas de agua no tratada a cuerpos receptores.	
Impacto estratégico: (3: muy positivo; 0: neutro; -3: muy negativo)										
Alternativa 1		16.9	14.4	22.1	45.1	44.2	24.6	47.2	0.0	5.2
1 Desarrollo Urbano	2.50	2	0	2	2	3	2	3	0	
2 Ambiental	2.56	0	0	1	3	2	3	3	0	
3 Social	2.78	0	0	0	2	3	0	3	0	
4 Calidad del Servicio	2.75	2	3	2	3	2	2	2	0	
5 Transfronterizo	2.33	0	0	0	3	1	1	2	0	
6 Técnica	2.11	1	1	2	1	2	1	2	0	
7 Legal	1.89	0	0	0	2	1	0	0	0	
8 Administrativa	2.00	1	2	1	0	1	1	1	0	
9 Socio-cultural	2.25	1	0	0	0	2	0	2	0	
10 Política	2.86	0	0	1	2	1	0	1	0	
Alternativa 2		18.0	13.0	23.0	45.0	46.0	27.0	50.0	0.0	5.3
1 Desarrollo Urbano	3.00	2	0	2	2	3	2	3	0	
2 Ambiental	3.00	0	0	1	3	2	3	3	0	
3 Social	2.00	0	0	0	2	3	0	3	0	
4 Calidad del Servicio	2.00	2	3	2	3	2	2	2	0	
5 Transfronterizo	3.00	0	0	0	3	1	1	2	0	
6 Técnica	3.00	1	1	2	1	2	1	2	0	
7 Legal	2.00	0	0	0	2	1	0	0	0	
8 Administrativa	2.00	1	2	1	0	1	1	1	0	
9 Socio-cultural	3.00	1	0	0	0	2	0	2	0	
10 Política	2.00	0	0	1	2	1	0	1	0	



5.4.2. Evaluación General de las alternativas de agua potable

Con base en las calificaciones de prefactibilidad obtenidas, tenemos los siguientes resultados:

Tabla 259. Integración de la calificación de Factibilidad de las alternativas de agua potable

ALTERNATIVAS	(1) OPORTUNIDAD	(2) PERTINENCIA	(3) PREFACTIBILIDAD IPP (1+2)	(4) COSTO- EFICACIA	(5) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	(6) FACTIBILIDAD (3+4+5)
Alternativa 1	2.3	2.6	4.8	5.7	5.2	15.7
Alternativa 2	2.5	2.5	5.0	4.5	5.3	14.7

El resultado de la evaluación de las alternativas de agua potable señala que la **Alternativa 1** es la que mayor calificación de Factibilidad obtuvo, por lo que será la que en los próximos capítulos será desarrollada en detalle, jerarquizada, programada y empleada en el modelo financiero.

Para mayor detalle de los costos de inversión y operación de agua potable en condiciones futuras para ambas alternativas, consultar el anexo 18.

5.4.3. Evaluación de las alternativas de alcantarillado y saneamiento

Como se mencionó anteriormente la Alternativa 3 de alcantarillado y saneamiento fue propuesta durante el desarrollo del taller de evaluación de alternativas. En buena medida, el surgimiento de esta alternativa obedeció al inviabilidad de llevar a cabo ciertas acciones propuestas en la alternativa 2, por lo que en el análisis se omitió la modelación de esta alternativa, dejando para el análisis sólo dos alternativas: la 1 y la 3.

5.4.4. Evaluación de la Prefactibilidad IPP de las alternativas de alcantarillado y saneamiento

Con base en los resultados del taller se obtuvieron las siguientes calificaciones:

Tabla 260. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad IPP

ALTERNATIVA	Variables del proyecto (Factores Internos)										(3) OPORTUNIDAD (1+2)/2	Variables desconocidas (Factores externos)			PRE- FACTIBILIDAD IPP (3+4)
	IMPACTO						POSIBILIDAD					PERTINENCIA			
	Desarrollo Urbano	Ambiental	Social	Calidad del Servicio	Transfo rterizo	Promedio (1)	Técnica	Legal	Administ rativa	Promedio (2)		Socio- cultural	Políti ca	Promedio (4)	
Alternativa 1	2.0	2.3	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	4.9
Alternativa 3	2.5	2.8	2.6	2.5	2.5	2.6	2.3	2.6	2.2	2.4	2.5	2.5	2.7	2.6	5.1

5.4.5. Evaluación de la Prefactibilidad Económica-Financiera de las alternativas de alcantarillado y saneamiento

Para poder realizar la evaluación de Prefactibilidad Económica-Financiera, fue necesario estimar los costos de inversión y operación de las alternativas. Para esto se emplearon los resultados de la modelación y precios índices. La alternativa ganadora será cuantificada y costada con mayor detalle para efectos de la



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

jerarquización, programación y análisis financiero, por lo que los montos de inversiones pudieran sufrir algunos ajustes más adelante.

Clasificación	Unidad	Corto Plazo		Mediano Plazo		Largo Plazo		Subtotal	
		Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)
Red de atarjeas (Ampliación de Cobertura)	km	159	\$431,192,906	12	\$31,866,499	18	\$49,640,816	189	\$512,700,221
Colectores y subcolectores (Conductos y Líneas de Impulsión)	km	66	\$366,227,721	0	\$-	9	\$70,374,215	75	\$436,601,936
Mejora Operativa del sistema a gravedad	km	41	\$247,999,794	0	\$-	0	\$-	41	\$247,999,794
Refuerzos y Sustitución por falta de capacidad a gravedad	km	16	\$53,458,694	0	\$-	9	\$70,374,215	25	\$123,832,909
Mejora Operativa y Refuerzos en líneas de bombeo	km	9	\$64,769,234	0	\$-		\$-	9	\$64,769,234
Otros alcantarillado (Sust. Caídos y Material)	km	25	\$22,582,357	17	\$31,696,917	384	\$818,073,931	427	\$872,353,205
Sustitución de conductos caídos	km	25	\$22,582,357	17	\$31,696,917	0	\$-	43	\$54,279,274
Sustitución de conductos de Concreto a PVC	km	0	\$-	0	\$-	384	\$818,073,931	384	\$818,073,931
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	L/s	140	\$29,392,433	0	\$-	290	\$57,484,807	430	\$86,877,240
Construcción de PTAR's (1 CP)	L/s			0	\$-			0	\$-
Ampliación de PTAR's (2 CP y 3 LP)	L/s	140	\$29,392,433	0	\$-	290	\$57,484,807	430	\$86,877,240
Otros tratamiento (Reequipamiento y Reingenierías de EBs)	hp	1,437	\$37,000,000	0	\$-	0	\$-	1,437	\$37,000,000
Construcción de nuevas EB's (2 CP)	hp	105	\$7,160,274	0	\$-	0	\$-	105	\$7,160,274
Reingeniería y Reequipamiento de EB's (12 CP)	hp	321	\$21,804,950	0	\$-	0	\$-	321	\$21,804,950
Reequipamiento de EB's (48 CP y 62 LP)	hp	1,011	\$8,034,775	0	\$-			1,011	\$8,034,775
Total			\$886,395,418		\$63,563,416		\$995,573,768		\$1,945,532,603

Tabla 261. Estimación de costos de la Alternativa 3 de Alcantarillado y Saneamiento

Clasificación	Unidad	Corto Plazo		Mediano Plazo		Largo Plazo		Subtotal	
		Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)
Red de atarjeas (Ampliación de Cobertura)	km	159	\$431,192,906	12	\$31,866,499	18	\$49,640,816	189	\$512,700,221
Colectores y subcolectores (Conductos y Líneas de Impulsión)	km	56	\$307,014,147	0	\$-	5,927	\$27,020,431	5,983	\$334,034,578
Mejora Operativa del sistema a gravedad	km	36	\$224,874,618	0	\$-	0	\$-	36	\$224,874,618
Refuerzos y Sustitución por falta de capacidad a gravedad	km	7	\$42,753,384	0	\$-	1,849	\$9,442,661	1,856	\$52,196,045
Mejora Operativa y Refuerzos en líneas de bombeo	km	13	\$39,386,145	0	\$-	4,078	\$17,577,770	4,091	\$56,963,915
Otros alcantarillado (Sust. Caídos y Material)	km	25	\$22,582,357	17	\$31,696,917	384	\$818,073,931	427	\$872,353,205
Sustitución de conductos caídos	km	25	\$22,582,357	17	\$31,696,917	0	\$-	43	\$54,279,274
Sustitución de conductos de Concreto a PVC	km	0	\$-	0	\$-	384	\$818,073,931	384	\$818,073,931
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	L/s	150	\$34,592,208	0	\$-	280	\$61,158,379	430	\$95,750,586



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

Clasificación	Unidad	Corto Plazo		Mediano Plazo		Largo Plazo		Subtotal	
		Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)	Cantidad	Importe (\$)
Construcción de PTAR's (1 CP)	L/s	40	\$9,867,712	0	\$-	60	\$14,819,322	100	\$24,687,034
Ampliación de PTAR's (2 CP y 3 LP)	L/s	110	\$24,724,495	0	\$-	220	\$46,339,057	330	\$71,063,552
Otros tratamiento (Reequipamiento y Reingenierías de EBs)	hp	1,657	\$42,645,970	0	\$-	1,974	\$13,392,051	3,631	\$56,038,021
Construcción de nuevas EB's (2 CP)	hp	122	\$8,252,888	0	\$-	0	\$-	122	\$8,252,888
Reingeniería y Reequipamiento de EB's (12 CP)	hp	370	\$25,132,250	0	\$-	0	\$-	370	\$25,132,250
Reequipamiento de EB's (48 CP y 62 LP)	hp	1,165	\$9,260,832	0	\$-	1,974	\$13,392,051	3,139	\$22,652,883
Total			\$838,027,588		\$63,563,416		\$969,285,608		\$1,870,876,612

Los costos de operación por su parte se estimaron de la siguiente manera

Tabla 262. Costos anuales de operación Alternativas de Alcantarillado y Saneamiento

Alternativa	Costos de Operación Corto Plazo (\$)	Costos de Operación Largo Plazo (\$)
Alternativa 1	\$13,364,526	\$16,315,789
Alternativa 2	\$12,944,113	\$16,031,315

Con base en los resultados del taller y con las estimaciones de costos presentadas anteriormente empleadas para calcular el Valor Actual Neto del flujo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 263. Cuadro de calificaciones de Prefactibilidad E/F

BENEFICIOS ALTERNATIVAS	Repercusión en las condiciones de vida de los usuarios	Aprovechamiento racional y sustentable del recurso	Mejoramiento de las eficiencias del OO	Reducción de los costos de operación	Costo-Eficacia (Promedio)	Factor	PREFACTIBILIDAD E/F
	Alternativa 1 VAN: 1,201,153	5.8	5.7	5.5	6.0	5.75	1.00
Alternativa 3 VAN: 1,147,866	6.1	6.1	5.4	5.9	5.88	1.07	6.3



5.4.6. Evaluación de la Alineación Estratégica de las alternativas de alcantarillado y saneamiento

A diferencia de las dos calificaciones de prefactibilidad anteriores que fueron obtenidas a partir de la participación de expertos de las dependencias involucradas, la evaluación de Alineación Estratégica fue llevada a cabo por el personal de la Consultora y sometida a la revisión de la supervisión. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 264. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica.

Variable	Prefactibilidad IPP	Financiera	Aprendizaje	Procesos internos	Aliados estratégicos		Usuarios			Alineación Estratégica
		Reducción de costos de operación e incrementos de ingresos	Mejora de gestión de activos (mantenimiento de infraestructura)	Reducción de porcentaje de agua no contabilizada.	Reducción de riesgos de conflictos transfronterizos.	Apoyo al desarrollo urbano y ordenamiento de la ciudad de Matamoros.	Conservación de indicadores de calidad de servicio.	Garantizar el tiempo de plazo de la obra de agua la población.	Garantizar el cumplimiento de las cargas de aguas residuales y reducir el impacto de las cargas de agua no tratada en los cuerpos receptores.	
Alternativa 1		13.7	25.6	0.0	41.0	50.6	19.5	0.0	50.5	5.0
1 Desarrollo Urbano	2.00	2	3	0	2	3	1	0	3	
2 Ambiental	2.31	0	1	0	3	2	1	0	3	
3 Social	2.54	0	0	0	2	3	0	0	3	
4 Calidad del Servicio	2.54	0	3	0	0	2	3	0	3	
5 Transfronterizo	2.54	0	0	0	3	2	0	0	3	
6 Técnica	2.54	2	2	0	3	3	3	0	2	
7 Legal	2.38	0	0	0	2	2	0	0	1	
8 Administrativa	2.31	2	2	0	0	0	0	0	1	
9 Socio-cultural	2.42	0	0	0	1	3	0	0	1	
10 Política	2.55	0	0	0	1	1	0	0	1	
Alternativa 3		13.9	26.6	0.0	41.7	52.1	19.7	0.0	51.5	5.1
1 Desarrollo Urbano	2.45	2	3	0	2	3	1	0	3	
2 Ambiental	2.75	0	1	0	3	2	1	0	3	
3 Social	2.58	0	0	0	2	3	0	0	3	
4 Calidad del Servicio	2.50	0	3	0	0	2	3	0	3	
5 Transfronterizo	2.00	0	0	0	3	2	0	0	3	
6 Técnica	2.33	2	2	0	3	3	3	0	2	
7 Legal	2.58	0	0	0	2	2	0	0	1	
8 Administrativa	2.17	2	2	0	0	0	0	0	1	
9 Socio-cultural	2.55	0	0	0	1	3	0	0	1	
10 Política	2.70	0	0	0	1	1	0	0	1	

5.4.7. Evaluación General de las alternativas de alcantarillado y saneamiento

De manera similar a lo realizado para las alternativas de agua potable, se integró la calificación de factibilidad para las alternativas de alcantarillado y saneamiento, dando los siguientes resultados:

Tabla 265. Integración de la calificación de Factibilidad de las alternativas de alcantarillado y saneamiento.

ALTERNATIVAS	(1) OPORTUNIDAD	(2) PERTINENCIA	(3) PREFACTIBILIDAD IPP (1+2)	(4) COSTO-EFICACIA	(5) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	(6) FACTIBILIDAD (3+4+5)
Alternativa 1	2.4	2.5	4.9	5.8	5.0	15.6
Alternativa 3	2.5	2.6	5.1	6.3	5.1	16.4

El resultado de la evaluación de las alternativas de alcantarillado y saneamiento apunta a que la **Alternativa 3** es la que mayor calificación de Factibilidad obtuvo, por lo que será la seleccionada para ser desarrollada en mayor detalle y empleada en el análisis financiero.

Para mayor detalle de los costos de inversión y operación de alcantarillado en condiciones futuras para ambas alternativas, consultar el anexo 19.



Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 6

Jerarquización de Acciones



6. Jerarquización de acciones

6.1. Metodología

El objetivo de este apartado es exponer y proponer los criterios para definir la priorización de los grupos o paquetes de acciones que conforman las alternativas seleccionadas. Para ello, se consideran los siguientes criterios:

- La alineación obtenida a partir del análisis estratégico.
- La relación entre la inversión y el beneficio económico esperado.
- El nivel de viabilidad política, económica, social y tecnológica (PEST).

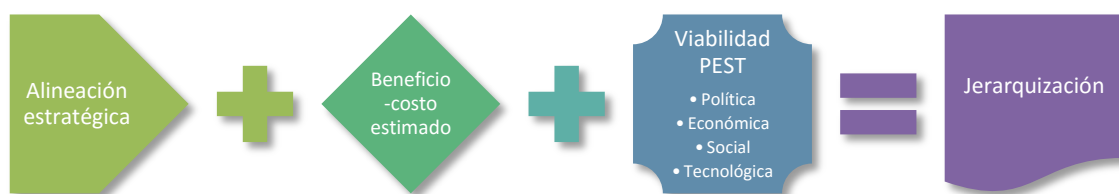


Figura 413. Pasos para la priorización de acciones

El mecanismo de jerarquización está diseñado para evaluar y ponderar los méritos que tienen las acciones agrupadas en función de objetivos específicos, como lo establecen los términos de referencias. Esto debido a que las acciones no pueden ser evaluadas para efectos de jerarquización de manera separada, toda vez que su impacto depende de la integralidad con la que se implementen. Los grupos de acciones son:

- Infraestructura de Agua Potable
 - Captación y Conducción
 - Potabilización
 - Regulación y alimentación
 - Red de distribución
 - Otros
- Infraestructura de Alcantarillado
 - Red de atarjeas
 - Colectores y subcolectores
 - Otros
- Infraestructura de Saneamiento
 - Plantas de tratamiento
 - Otros
- Consolidación
 - Consolidación: Mejoramiento de la eficiencia física e hidráulica
 - Consolidación: Mejoramiento de la eficiencia energética
 - Consolidación: Fortalecimiento de la facturación y cobranza
 - Consolidación: Programa de mejora en el control de usuarios



6.2. Alineación estratégica

La evaluación estratégica se ha llevado a cabo a través de enfoques diferentes pero complementarios, que se encuentran vinculados y conducen a la identificación de las acciones prioritarias en el Programa de Inversiones, a su vez organizado en 4 rubros de inversión (3 de infraestructura respectivamente de agua, alcantarillado y saneamiento; y uno de consolidación o mejora de eficiencias). Para este ejercicio recuperaremos el análisis estratégico desarrollado en el apartado 4.2. *Análisis del Cumplimiento de Objetivos*, en el cual se identificaron los problemas sustantivos que tendría que atender el Plan Maestro y a partir de ellos delinear los objetivos y estrategias para resolverlos.

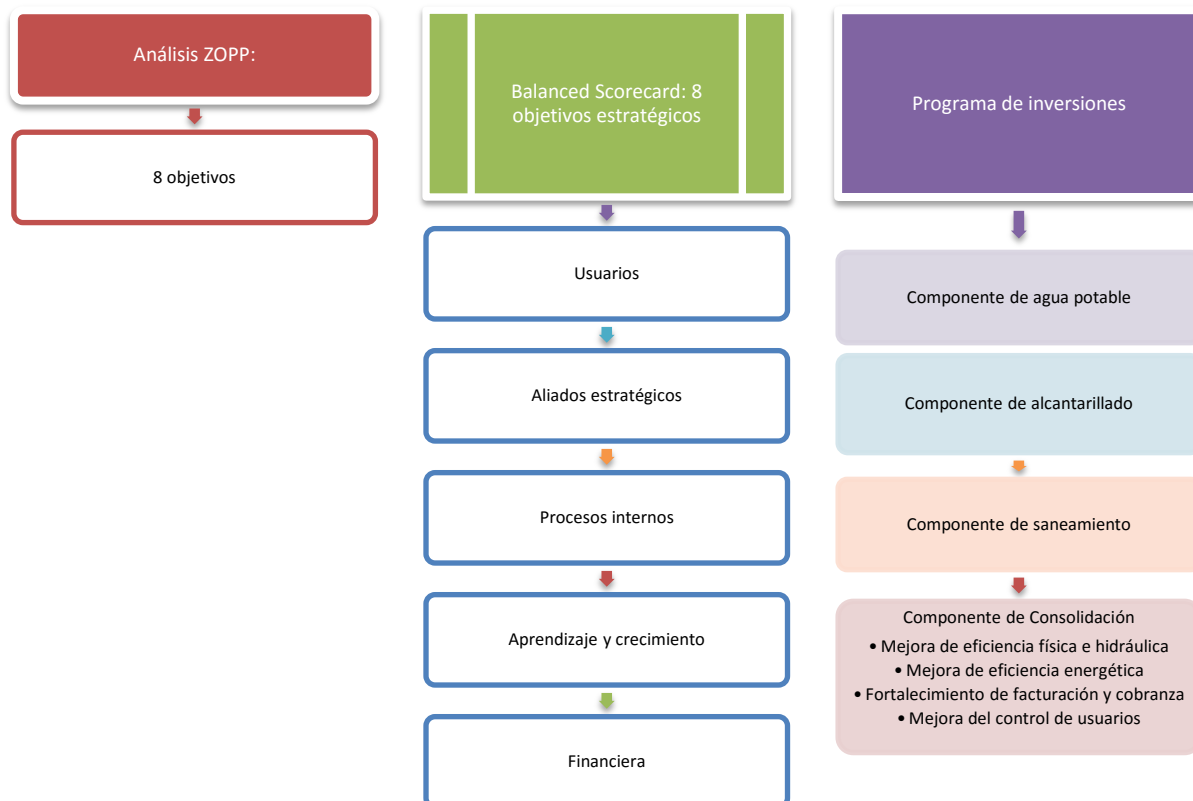


Figura 414. Análisis de la alineación estratégica de las acciones de inversión

En este nivel de análisis donde ya han sido seleccionadas las alternativas, se echará mano de la evaluación de alineación estratégica para el proceso de jerarquización de acciones. La figura anterior esquematiza la relación entre las etapas que definen la alineación estratégica de las inversiones propuestas para el Plan Maestro. De esta manera, se recuperan los resultados de la evaluación de *Alineación Estratégica* de las alternativas (agua potable por un lado y alcantarillado y saneamiento por el otro), donde se hizo una valoración cualitativa del grado de contribución de cada objetivo permitiendo clasificarlos y obtener un primer criterio de jerarquización.



Tabla 266. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica. Alternativa Seleccionada Agua Potable.

Variable	Prefactibilidad	Financiera	Aprendizaje y crecimiento	Procesos internos	Aliados estratégicos		Usuarios		
		Reducir los costos de operación e incrementar los ingresos	Mejorar la gestión de activos (mantenimiento de infraestructura)	Reducir el porcentaje de agua no contabilizada.	Reducir los riesgos de conflictos transfronterizos.	Apoyar el desarrollo urbano ordenado de la ciudad de Matamoros.	Conservar los indicadores de calidad de servicio.	Garantizar en el largo plazo el abasto de agua a la población.	Garantizar el tratamiento de las cargas aguas residuales y reducir el impacto de las cargas de agua no tratada en los cuerpos receptores.
Alternativa		16.9	14.4	22.1	45.1	44.2	24.6	47.2	0.0
1 Desarrollo Urbano	2.50	2	0	2	2	3	2	3	0
2 Ambiental	2.56	0	0	1	3	2	3	3	0
3 Social	2.78	0	0	0	2	3	0	3	0
4 Calidad del servicio	2.75	2	3	2	3	2	2	2	0
5 Transfronterizo	2.33	0	0	0	3	1	1	2	0
6 Técnica	2.11	1	1	2	1	2	1	2	0
7 Legal	1.89	0	0	0	2	1	0	0	0
8 Administrativa	2.00	1	2	1	0	1	1	1	0
9 Socio-cultural	2.25	1	0	0	0	2	0	2	0
10 Política	2.86	0	0	1	2	1	0	1	0

De la tabla anterior se tiene que las prioridades para el programa de obras y acciones para agua potable son:

- a) Los objetivos estratégicos prioritarios son:
 - Garantizar en el largo plazo el abasto de agua a la población.
 - Reducir los riesgos de conflictos transfronterizos.
 - Apoyar el desarrollo urbano ordenado de la ciudad de Matamoros.
- b) Los objetivos estratégicos de segunda prioridad son:
 - Conservar los indicadores de calidad de servicio.
 - Reducir el porcentaje de agua no contabilizada.
- c) Y los objetivos estratégicos de prioridad terciaria son:
 - Reducir los costos de operación e incrementar los ingresos.
 - Mejorar la gestión de activos (mantenimiento de infraestructura).

Cabe señalar que existe una relación de complementariedad entre los objetivos, de manera que todos son relevantes. Sin embargo, con objeto de priorizar las inversiones, el análisis anterior nos arroja las siguientes conclusiones generales:

- a) Lo prioritario es contar la infraestructura necesaria para garantizar el abasto de agua en el largo plazo, para que los servicios de agua contribuyan a un desarrollo urbano ordenado.
- b) En segundo lugar, mantener y mejorar la calidad del servicio de agua potable mejorando la eficiencia del sistema.



- c) En tercer lugar se encuentra lo relativo a reducir los costos de operación al tiempo en que se mejoren los ingresos y la gestión de los activos.

En lo que toca a la alineación estratégica de la alternativa de alcantarillado y saneamiento se obtuvo lo siguiente:

Tabla 267. Cuadro de calificaciones de Alineación Estratégica. Alternativa Seleccionada Alcantarillado y Saneamiento.

Variable	Prefactibilidad APP	Financiera	Aprendizaje	Procesos internos	Aliados estratégicos		Usuarios		
		Reducir los costos de operación e incrementar los ingresos	Mejorar la gestión de activos (mantenimiento de infraestructura)	Reducir el porcentaje de agua no contabilizada.	Reducir los riesgos de conflictos transfronterizos.	Apoyar el desarrollo urbano ordenado de la ciudad de Matamoros.	Conservar los indicadores de calidad de servicio.	Garantizar el tiempo de plazo de la prestación de agua a la población.	Tratar el agua residual de las descargas de aguas residuales y reducir el impacto de las descargas de agua no tratada a cuerpos receptores.
Alternativa		13.9	26.6	0.0	41.7	52.1	19.7	0.0	51.5
1 Desarrollo Urbano	2.45	2	3	0	2	3	1	0	3
2 Ambiental	2.75	0	1	0	3	2	1	0	3
3 Social	2.58	0	0	0	2	3	0	0	3
4 Calidad del servicio	2.50	0	3	0	0	2	3	0	3
5 Transfronterizo	2.00	0	0	0	3	2	0	0	3
6 Técnica	2.33	2	2	0	3	3	3	0	2
7 Legal	2.58	0	0	0	2	2	0	0	1
8 Administrativa	2.17	2	2	0	0	0	0	0	1
9 Socio-cultural	2.55	0	0	0	1	3	0	0	1
10 Política	2.70	0	0	0	1	1	0	0	1

De la tabla anterior se tiene que las prioridades para el programa de obras y acciones para alcantarillado y saneamiento son:

- a) Los objetivos estratégicos prioritarios son:
- Apoyar el desarrollo urbano ordenado de la ciudad de Matamoros.
 - Garantizar el tratamiento de las descargas aguas residuales y reducir el impacto de descargas de agua no tratada a cuerpos receptores..
 - Reducir los riesgos de conflictos transfronterizos.
- b) Los objetivos estratégicos de segunda prioridad son:
- Mejorar la gestión de activos (mantenimiento de infraestructura).
 - Conservar los indicadores de calidad de servicio.
- c) Y los objetivos estratégicos de prioridad terciaria son:
- Reducir los costos de operación e incrementar los ingresos.

El análisis anterior nos arroja las siguientes conclusiones generales:

- a) Lo prioritario es contar la infraestructura necesaria producir el impacto de las descargas de aguas no tratadas en cuerpos receptores, contribuyendo al desarrollo urbano ordenado y evitando potenciales conflictos transfronterizos.
- b) En segundo lugar, mejorar el mantenimiento de la infraestructura.



- c) En tercer lugar se encuentra lo relativo a reducir los costos de operación o incrementar ingresos

Conjuntado el análisis de los dos cuadros anteriores, las acciones del programa de inversiones se evaluarán con base en un sistema de ponderación conforme a su contribución a tres grandes líneas estratégicas en las que se busca sumar y simplificar los 8 objetivos incluidos en el mapa estratégico del Plan Maestro:

- Su contribución a asegurar el abastecimiento de agua potable o reducir las descargas sin tratamiento (9 pts.)
- Su contribución mejorar la eficiencia del sistema o reforzar el mantenimiento de la infraestructura (7 pts.)
- Su contribución a reducir los costos de operación o incrementar ingresos (5 pts.)

Los resultados del ejercicio de esta evaluación se combinarán con el análisis costo-beneficio y de viabilidad PEST que se explican en las siguientes secciones.

6.3. Beneficio - costo

En la jerarquización preliminar del Presupuesto se propone una estimación aproximada de la relación beneficio-costo de corto plazo de las acciones, de manera que se distingan claramente aquéllas que tendrían un mayor impacto ya sea en el monto ingresado por unidad de inversión, o en el monto ahorrado (el gasto evitado) también por unidad de inversión.

Para los efectos del presente ejercicio se tomó en cuenta una evaluación estimada del impacto de cada acción en el flujo financiero de corto plazo (6 años), valorando con -3 puntos las acciones que causarían un incremento importante de costos y con +3 las que reducirían costos o incrementarían beneficios en forma significativa. Más adelante se comenta la forma en que interviene esta ponderación en el proceso de jerarquización.

En el proceso de integración de cada programa operativo anual se sugiere hacer un análisis detallado de este factor, con el objeto de contar con una mejor base de decisión.

6.4. Viabilidad PEST

La evaluación de la viabilidad política, económica, social y tecnológica se traduce en evaluar tres aspectos clave:

a) Viabilidad política y social

- 0: La acción enfrenta posibles riesgos en materia de aceptación social o tiene impacto negativo en grupos o factores de opinión con relevancia social
- +3: la acción generará un impacto de opinión positivo en la sociedad o apoyo importante de grupos o factores de opinión con relevancia social

b) Viabilidad económica

- 0: no hay fuentes o programas que financien este tipo de acciones o se les da prioridad muy baja en el proceso de asignación presupuestal



- +3: existen fuentes o programas para financiar este tipo de acciones, de acceso fácil y con subsidios importantes
- c) Viabilidad tecnológica
- 0: el problema a resolver requiere de la aplicación de tecnología de punta, no disponible de manera comercial o de alto costo en el corto plazo
 - +3: el problema o acción se resuelve con tecnología de uso corriente, cuya aplicación domina el personal del sistema

Si la suma de las valoraciones es mayor o igual a 6 puntos, se considera con “viabilidad positiva”; si es menor o igual a 3 puntos, se considera “viabilidad baja”; entre ambos rangos, se considera “media”.

En el siguiente apartado se describe el mecanismo de jerarquización donde intervienen los resultados combinados de la alineación estratégica, la evaluación costo-beneficio y el análisis de viabilidad PEST.

6.5. Resultados de la jerarquización de las acciones

Para generar una jerarquización de las acciones, se aplicaron las siguientes reglas:

- Fueron seleccionadas las acciones con viabilidad positiva.
- Se calculó un valor agregado de prioridad estratégica global (suma ponderada del valor de contribución a los objetivos estratégicos).
- Se calculó un vector de prioridad, como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados del anterior valor agregado de prioridad estratégica y el valor de impacto financiero (valuado para estos efectos entre 0 y 6 puntos)
- Se dividió el conjunto de acciones en 4 grupos de prioridad, siendo “4” el de más alta prioridad por su contribución simultánea a los objetivos estratégicos y al flujo de caja de corto plazo.

Con base en estos criterios se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla:

Tabla 268. Priorización del presupuesto (miles de pesos)

Nivel de Prioridad	Monto por prioridad	%
Prioridad 4	108.4	3.7%
Prioridad 3	35.4	1.2%
Prioridad 2	1,067.4	36.0%
Prioridad 1	1,753.3	59.1%
Total	2,964.5	100.0%

Del resultado de la jerarquización es importante destacar los siguientes aspectos:

- El primer grupo de prioridad (4) implican sólo el 4% del presupuesto y se ubican a acciones de mejora de la eficiencia comercial. Estratégicamente se debe iniciar con estas acciones debido a que están enfocadas a mejorar el ingreso del organismo, lo que dará viabilidad financiera al Plan Maestro.
- En el siguiente nivel de prioridad (3) se ubica lo relativo a la mejora de la eficiencia energética. Esto obedece igualmente a la necesidad de darle viabilidad financiera al organismo a través de la reducción de costos de operación.



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

- En los niveles de prioridad 2 y 1, que representan el 95% de las inversiones, se ubican las acciones relativos a la construcción, reforzamiento y mejora en general de la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento. En estos niveles “bajos” de prioridad son rubros estratégicos por lo que esto no significa que deban posponerse; sino que deben programarse desde el principio, pero sin perder de vista la presión financiera que introducen al flujo del organismo.
- Es importante hacer énfasis en que esta priorización es independiente de la fuente de financiamiento. Esto quiere decir que en la etapa de instrumentación de las acciones, la obtención de subsidios parciales o totales, puede evidentemente cambiar la prioridad de una acción en función de la oportunidad que representa la existencia de financiamiento concurrente.

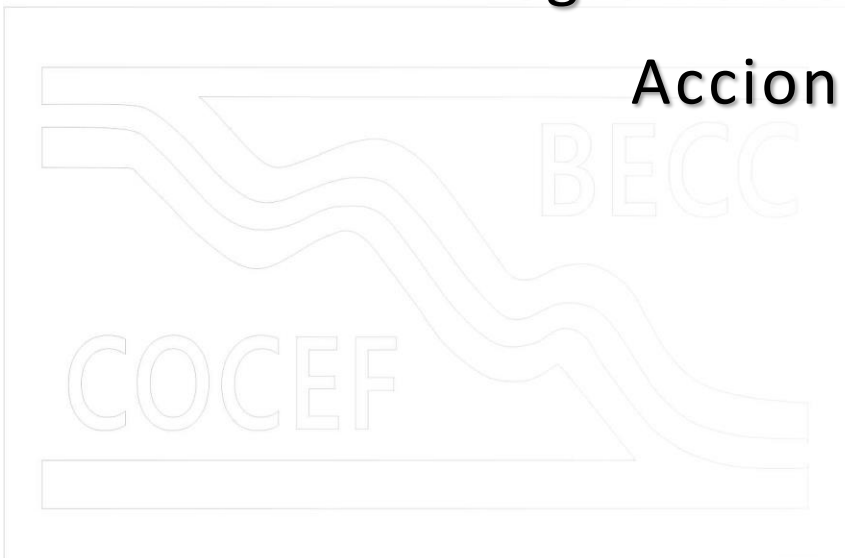
El desarrollo completo de la metodología de evaluación y jerarquización de acciones se presenta en el anexo 20.

Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 7

Programa de Obras y

Acciones





7. Programa de Obras y Acciones

Una vez que han sido jerarquizadas las acciones que conformarán el Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, se formuló el Programa de Obras y Acciones para un período de 20 años, con especial énfasis en el corto plazo (5 años).

El programa de obras y acciones es la calendarización de las acciones siguiendo el orden que garantice el cumplimiento de los objetivos. Si bien el resultado del proceso de jerarquización es un criterio de programación, lo que se busca es la integralidad en la implementación para tener mayor margen de éxito en los resultados.

En este sentido, el programa de obras y acciones se construyó revisando sus interrelaciones, interdependencias y prelación con el resto de las acciones y respetando la estructura programática propuesta en los términos de referencia.

Tabla 269. Programa de obras y acciones

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
1. Infraestructura de Agua Potable									
Sistema P.P. #3									
Obra de Toma									
Líneas nuevas									
Sistema P.P. #1									
Líneas nuevas									
Sistema P.P. #2									
Líneas nuevas									
Sistema Tanque 2 y 4									
Líneas nuevas									
Sistema Tanque 3									
Líneas nuevas									
Sistema P.P. #3									
Potabilizadora									
Sistema P.P. #1									
Potabilizadora									
Sistema P.P. #2									
Potabilizadora									
Sistema P.P. #3									
Tanques									
Reforzamiento y Sustitución de Líneas									
Sistema P.P. #1									
Tanques									
Reforzamiento y Sustitución de Líneas									
Sistema P.P. #2									
Tanques									



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
Reforzamiento y Sustitución de Líneas									
Sistema Tanque 2 y 4									
Tanques									
Reforzamiento y Sustitución de Líneas									
Sistema Tanque 3									
Tanques									
Reforzamiento y Sustitución de Líneas									
Ampliación de cobertura a la red de distribución (Corto Plazo)									
Ampliación de cobertura a la red de distribución (Mediano Plazo)									
Ampliación de cobertura a la red de distribución (Largo Plazo)									
Sistema P.P. #3									
Estaciones de Bombeo									
Sistema P.P. #1									
Estaciones de Bombeo									
Sistema P.P. #2									
Estaciones de Bombeo									
Estaciones de Bombeo (Largo Plazo)									
Sistema Tanque 3									
Estaciones de Bombeo									
2. Infraestructura de Alcantarillado									
Ampliación de cobertura en red de atarjeas (Corto Plazo)									
Ampliación de cobertura en red de atarjeas (Mediano Plazo)									
Ampliación de cobertura en red de atarjeas (Largo Plazo)									
Sistema PTAR Presidente CMP									
Conductos a gravedad (MO)									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad									
Líneas de impulsión (MO)									
Sistema PTAR Presidente LP									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad									
Reforzamiento y Sustitución de Líneas de impulsión									
Sistema EB #32 CMP									
Conductos a gravedad (MO)									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad									
Líneas de impulsión (MO)									
Reforzamiento y Sustitución de Líneas de impulsión									
Sistema EB #32 LP									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad									
Sistema Dren 20 Nov - Este CMP									



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
Conductos a gravedad (MO)									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad									
Líneas de impulsión (MO)									
Sistema Dren 20 Nov - Este LP									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad									
Sistema Emisor Este CMP									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad									
Sistema Emisor Oeste CMP									
Conductos a gravedad (MO)									
Líneas de impulsión (MO)									
Sistema Las Vacas CMP									
Conductos a gravedad (MO)									
Líneas de impulsión (MO)									
Sustitución de conductos caídos (Corto Plazo)									
Sustitución de conductos caídos (Mediano Plazo)									
Sustitución de tubería de concreto a PVC (Largo Plazo)									
3. Infraestructura de Saneamiento									
Sistema PTAR Presidente CMP									
Plantas de Tratamiento									
Sistema PTAR Presidente LP									
Plantas de Tratamiento									
Sistema Dren 20 Nov - Este CMP									
Plantas de Tratamiento									
Sistema Emisor Este LP									
Plantas de Tratamiento									
Sistema Emisor Oeste CMP									
Plantas de Tratamiento									
Sistema Emisor Oeste LP									
Plantas de Tratamiento									
Sistema PTAR Presidente CMP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema PTAR Presidente LP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema EB #32 CMP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema EB #32 LP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema Dren 20 Nov - Este CMP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema Dren 20 Nov - Este LP									
Estaciones de Bombeo AR									



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
Sistema Emisor Este CMP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema Emisor Este LP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema Emisor Oeste CMP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema Emisor Oeste LP									
Estaciones de Bombeo AR									
Sistema Las Vacas LP									
Estaciones de Bombeo AR									
4. Consolidación									
Elaboración de proyecto de sectorización									
Suministro e instalación de válvulas en 1,168 cruceros de control, incluye: con suministro e instalación de válvulas de seccionamiento y piezas especiales y construcción de cajas tipo.									
Localización y reparación de fugas en tanques									
Localización y reparación de fugas en tomas y tuberías principales y secundarias									
Instalación de micromedidores en las tomas									
Sistematización de lectura de micromedidores en tomas e incorporación de lecturas al sistema de facturación y cobranza									
Optimización hidráulica: sectorización de la red de distribución, control de presión, optimización de la capacidad de almacenamiento.									
Catastro de infraestructura hidráulica y de redes									
Instalación de macromedidores a la entrada y salida de plantas potabilizadoras									
Instalación de macromedidores en sectores									
Sistematización de lectura de macromedidores en captaciones y sectores (p.e.j. a través de telemetría)									
Sustitución a las líneas de conducción e interconexión de A-C a PEAD (Corto Plazo)									
Sustitución a la red primaria de A-C a PVC (Mediano Plazo)									
Sustitución de redes de distribución en sectores con alta incidencia de fugas									
Capacitación del personal del OO en operación de equipos									
Sistema de Información Geográfica									
Solicitud de cambio de tarifa eléctrica para reducir gasto por concepto de energía eléctrica.									
Adecuaciones a la instalaciones eléctricas para prevenir fallas inesperadas									
Reducción de la potencia reactiva (Compensacion del factor de potencia con capacitores)									
Sustitución de equipos de bombeo de agua potable para reducir consumo de energía (pozos)									
Sustitución de equipos de bombeo de agua potable									



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
para reducir consumo de energía (sin sectorización)									
Sustitución o construcción de tanques de almacenamiento de agua para modificar políticas de operación del equipo de bombeo									
Automatización de equipos de bombeo para monitorear y controlar eficiencias y operación de equipos de bombeo (pozos)									
Automatización de equipos de bombeo para monitorear y controlar eficiencias y operación de equipos de bombeo									
instalación de dispositivos de control de velocidad de motores en equipos de bombeo									
Sustitución de bombas de alcantarillado									
Reducción de costos de energía en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)									
Elaboración de una auditoría energética integral (Includiendo analisis electromecanicos e hidro-energeticos complementarios durante el proyecto de sectorizacion) y proyectos ejecutivos de las medidas resultantes									
Ajuste de consumos de cuota fija									
Corrección de errores de micromedición mediante sustitución de medidores.									
Impartición de cursos de formación de recursos humanos en eficiencia comercial									
Impartición de cursos de formación de recursos humanos en atención a usuarios									
Firma de convenios con bancos y otras instituciones para ampliar las opciones de pago de los servicios de agua y saneamiento									
Mejoras a la facturación mediante un nuevo sistema comercial									
Mejoras en la cobranza mediante esquemas que faciliten el pago.									
Localización y regularización de tomas clandestinas									
Estudio tarifario con el fin de realizar la actualización de las tarifas de agua									
Modificaciones a la estructura tarifaria									
Reformas para lograr que las tarifas se actualicen de manera continua									
Reformas al marco legal para que el OO pueda establecer tarifas adecuadas									
Censo de usuarios para mejorar el padrón. Establecimiento de esquemas de actualización continua del padrón.									
Sistema de cómputo para altas y bajas del padrón de usuarios.									

Por su extensión, los catálogos de acciones detallados de los rubros de Infraestructura de agua potable, Infraestructura de Alcantarillado e Infraestructura de Saneamiento se presentan en el Anexo 21.



Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 8

Programa de Inversiones





8. Programa de Inversiones

De acuerdo con los términos de referencia, el proyecto de inversión debe estar apoyado en cuatro componentes:

- Infraestructura de agua potable;
 - Captación y conducción
 - Potabilización
 - Regulación y alimentación
 - Red de distribución
 - Otros
- Infraestructura de alcantarillado;
 - Red de atarjeas
 - Colectores y subcolectores
 - Otros
- Infraestructura de saneamiento;
 - Plantas de tratamiento
 - Otros
- Consolidación

De la misma forma en que se planteó el programa de obras y acciones, el programa de inversiones se construyó para los rubros de infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento con base en el presupuestario de cada una de las obras identificadas resultantes de la modelación hidráulica de las alternativas seleccionadas. Esto quiere decir que para la Alternativa 1 de Agua Potable y la Alternativa 3 de Alcantarillado y Saneamiento se elaboró un catálogo detallado de acciones para el corto, mediano y largo plazo empleando costos índices. El componente de Consolidación se dividió a su vez en cuatro subcomponentes: a) Mejoramiento de la eficiencia física e hidráulica; b) Mejoramiento de la eficiencia energética; c) Fortalecimiento de la facturación y cobranza y d) Programa de mejora en el control de usuarios.

En este apartado se presenta el Programa de Inversiones completo, estructurado de manera que se cumplan los objetivos del Plan Maestro de Mejorar la calidad del servicio, sin embargo el análisis financiero se presenta en el capítulo 12, en donde se generarán escenarios en los que intervienen los aspectos financieros del Organismos y se exploran alternativas en las que intervienen variables como el incremento de tarifas, el porcentaje de subsidio para las diferentes acciones, la posibilidad de posponer inversiones o el impacto que tiene la mejora de las eficiencias en el Organismo.

El programa de inversiones completo para los 20 años del horizonte de planeación se estimó en 2,965 millones de pesos, de los cuales el 36% se tendría que ejercer en el los primeros 5 años (corto plazo); el 30% entre los años 6 y 10 (mediano plazo) y el 34% restante en el largo plazo (año 11 al 20).

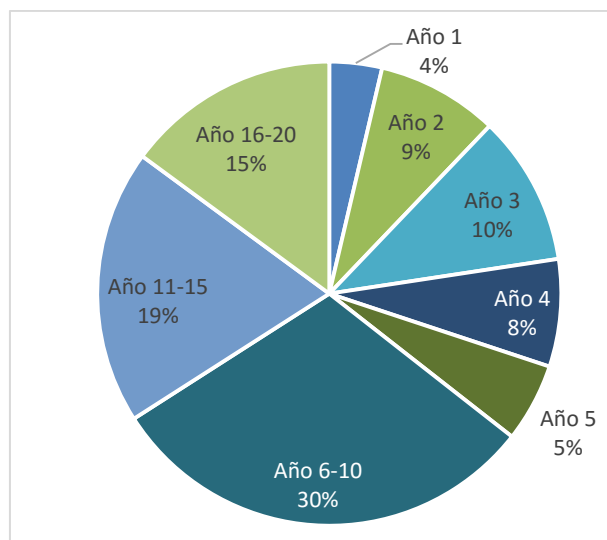


Figura 415. Porcentajes de inversión por periodo de tiempo

Por componente, las inversiones más importantes se concentran en el rubro de Alcantarillado con el 56%, seguido por Agua Potable con el 22%, Consolidación con el 17% y Saneamiento con el 5%.

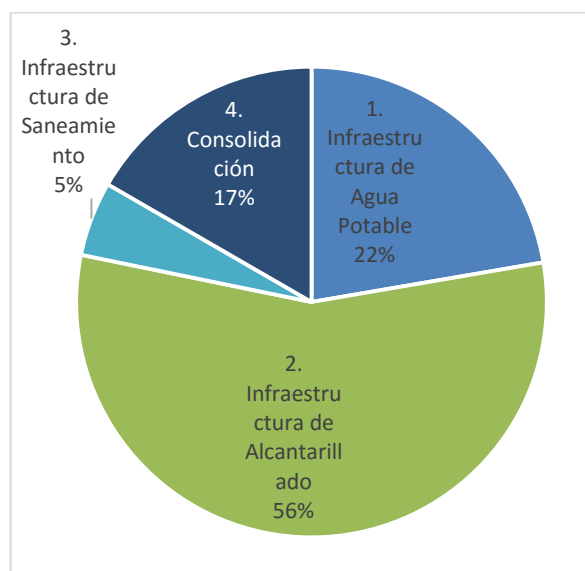


Figura 416. Porcentajes de inversión por componente

A continuación se presenta el programa de inversiones por componente y periodo de inversión

Tabla 270. Programa de Inversiones

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
1. Infraestructura de Agua Potable									
Sistema P.P. #3									
Obra de Toma	13.0	6.5	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Líneas nuevas	67.4	0.0	0.0	13.5	13.5	13.5	26.9	0.0	0.0
Sistema P.P. #1									



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
Líneas nuevas	35.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.5	0.0	0.0
Sistema P.P. #2									
Líneas nuevas	68.0	0.0	0.0	0.0	11.3	11.3	45.3	0.0	0.0
Sistema Tanque 2 y 4									
Líneas nuevas	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
Sistema Tanque 3									
Líneas nuevas	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	13.9	0.0	0.0
Subtotal Captación y Conducción	201.5	6.5	6.5	13.5	24.8	28.3	121.9	0.0	0.0
Sistema P.P. #3									
Potabilizadora	45.1	0.0	22.6	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sistema P.P. #1									
Potabilizadora	39.1	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	19.5	0.0	0.0
Sistema P.P. #2									
Potabilizadora	74.5	0.0	37.2	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Subtotal Potabilización	158.7	0.0	59.8	59.8	0.0	19.5	19.5	0.0	0.0
Sistema P.P. #3									
Tanques	9.8	0.0	0.0	0.0	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de Líneas	39.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.1	0.0	0.0
Sistema P.P. #1									
Tanques	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de Líneas	30.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	0.0
Sistema P.P. #2									
Tanques	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de Líneas	41.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	16.7	0.0
Sistema Tanque 2 y 4									
Tanques	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de Líneas	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	4.1	0.0
Sistema Tanque 3									
Tanques	5.8	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de Líneas	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	2.0	0.0
Subtotal Regulación y alimentación	180.6	5.8	0.0	0.0	4.9	4.9	127.1	38.0	0.0
Ampliación de cobertura a la red de distribución (Corto Plazo)	8.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0
Ampliación de cobertura a la red de distribución (Mediano Plazo)	64.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.7	0.0	0.0
Ampliación de cobertura a la red de distribución (Largo Plazo)	34.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	17.2
Subtotal Red de distribución	107.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	64.7	17.2	17.2
Sistema P.P. #3									
Estaciones de Bombeo	4.9	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4	0.0	0.0	0.0
Sistema P.P. #1									
Estaciones de Bombeo	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0
Sistema P.P. #2									



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
Estaciones de Bombeo	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0
Estaciones de Bombeo (Largo Plazo)	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
Sistema Tanque 3									
Estaciones de Bombeo	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Subtotal Otros	12.8	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4	7.2	0.6	0.0
2. Infraestructura de Alcantarillado									
Ampliación de cobertura en red de atarjeas (Corto Plazo)	431.2	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	107.8	107.8	107.8
Ampliación de cobertura en red de atarjeas (Mediano Plazo)	31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	15.9
Ampliación de cobertura en red de atarjeas (Largo Plazo)	49.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.8	24.8
Subtotal Red de atarjeas	512.7	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6	107.8	148.6	148.6
Sistema PTAR Presidente CMP									
Conductos a gravedad (MO)	3.2	0.0	0.0	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Líneas de impulsión (MO)	11.7	0.0	0.0	5.8	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Sistema PTAR Presidente LP									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0
Reforzamiento y Sustitución de Líneas de impulsión	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0
Sistema EB #32 CMP									
Conductos a gravedad (MO)	46.1	0.0	11.5	11.5	11.5	11.5	0.0	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad	8.8	0.0	4.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Líneas de impulsión (MO)	1.4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de Líneas de impulsión	3.3	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sistema EB #32 LP									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
Sistema Dren 20 Nov - Este CMP									
Conductos a gravedad (MO)	78.1	0.0	26.0	26.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad	17.0	0.0	0.0	0.0	5.7	5.7	5.7	0.0	0.0
Líneas de impulsión (MO)	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0
Sistema Dren 20 Nov - Este LP									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
Sistema Emisor Este CMP									
Reforzamiento y Sustitución de conductos a gravedad	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0
Sistema Emisor Oeste CMP									
Conductos a gravedad (MO)	26.8	0.0	8.9	8.9	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Líneas de impulsión (MO)	10.5	0.0	0.0	5.2	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Sistema Las Vacas CMP									
Conductos a gravedad (MO)	34.6	11.5	11.5	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Líneas de impulsión (MO)	2.3	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
Subtotal Colectores y subcolectores	272.5	12.7	63.5	79.7	65.7	17.2	18.8	14.8	0.0
Sustitución de conductos caídos (Corto Plazo)	67.1	22.4	22.4	22.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sustitución de conductos caídos (Mediano Plazo)	31.7	0.0	0.0	0.0	4.5	4.5	22.6	0.0	0.0
Sustitución de tubería de concreto a PVC (Largo Plazo)	773.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	221.0	276.3	276.3
Subtotal Otros	872.4	22.4	22.4	22.4	4.5	4.5	243.7	276.3	276.3
3. Infraestructura de Saneamiento									
<i>Sistema PTAR Presidente CMP</i>									
Plantas de Tratamiento	9.9	0.0	0.0	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sistema PTAR Presidente LP</i>									
Plantas de Tratamiento	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	0.0
<i>Sistema Dren 20 Nov - Este CMP</i>									
Plantas de Tratamiento	11.6	0.0	0.0	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sistema Emisor Este LP</i>									
Plantas de Tratamiento	23.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	11.5	0.0
<i>Sistema Emisor Oeste CMP</i>									
Plantas de Tratamiento	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0
<i>Sistema Emisor Oeste LP</i>									
Plantas de Tratamiento	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2	0.0
Subtotal Plantas de Tratamiento	95.8	0.0	0.0	4.9	16.5	0.0	24.7	49.6	0.0
<i>Sistema PTAR Presidente CMP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sistema PTAR Presidente LP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0
<i>Sistema EB #32 CMP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	19.3	0.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	0.0	0.0
<i>Sistema EB #32 LP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0
<i>Sistema Dren 20 Nov - Este CMP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	15.1	0.0	0.0	0.0	7.6	7.6	0.0	0.0	0.0
<i>Sistema Dren 20 Nov - Este LP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
<i>Sistema Emisor Este CMP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
<i>Sistema Emisor Este LP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0
<i>Sistema Emisor Oeste CMP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	4.7	0.0	2.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sistema Emisor Oeste LP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0
<i>Sistema Las Vacas LP</i>									
Estaciones de Bombeo AR	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
Subtotal Otros	56.0	0.3	6.2	6.2	12.9	11.4	5.8	13.1	0.0
4. Consolidación									
Elaboración de proyecto de sectorización	8.1	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Suministro e instalación de válvulas en 1,168 cruceros de control, incluye: con suministro e instalación de válvulas de seccionamiento y piezas especiales y construcción de cajas tipo.	16.4	0.0	0.0	8.2	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Localización y reparación de fugas en tanques	9.2	0.0	0.0	3.1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0
Localización y reparación de fugas en tomas y tuberías principales y secundarias	144.9	0.0	0.0	18.1	18.1	18.1	90.5	0.0	0.0
Instalación de micromedidores en las tomas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sistematización de lectura de micromedidores en tomas e incorporación de lecturas al sistema de facturación y cobranza	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0
Optimización hidráulica: sectorización de la red de distribución, control de presión, optimización de la capacidad de almacenamiento.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Catastro de infraestructura hidráulica y de redes	31.8	15.9	15.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Instalación de macromedidores a la estrada y salida de plantas potabilizadoras	10.6	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Instalación de macromedidores en sectores	7.6	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sistematización de lectura de macromedidores en captaciones y sectores (p.e j. a través de telemetría)	2.9	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Sustitución a las líneas de conducción e interconexión de A-C a PEAD (Corto Plazo)	12.9	0.0	0.0	0.0	2.6	2.6	7.7	0.0	0.0
Sustitución a la red primaria de A-C a PVC (Mediano Plazo)	24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	9.7	0.0
Sustitución de redes de distribución en sectores con alta incidencia de fugas	76.8	0.0	0.0	0.0	15.4	15.4	46.1	0.0	0.0
Capacitación del personal del OO en operación de equipos	1.1	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
Sistema de Información Geográfica	1.9	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Subtotal Consolidación: Mejoramiento de la eficiencia física e hidráulica	350.2	15.9	26.2	49.3	49.0	41.3	158.9	9.7	0.0
Solicitud de cambio de tarifa eléctrica para reducir gasto por concepto de energía eléctrica.	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Adecuaciones a la instalaciones electricas para prevenir fallas inesperadas	5.2	2.6	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reducción de la potencia reactiva (Compensacion del factor de potencia con capacitores)	1.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sustitución de equipos de bombeo de agua potable para reducir consumo de energía (pozos)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sustitución de equipos de bombeo de agua potable para reducir consumo de energía (sin sectorización)	8.7	4.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sustitución o construcción de tanques de almacenamiento de agua para modificar políticas de operación del equipo de bombeo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Automatización de equipos de bombeo para monitorear y controlar eficiencias y operación de equipos de bombeo (pozos)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Automatización de equipos de bombeo para monitorear y controlar eficiencias y operación de equipos de bombeo	11.0	0.0	0.0	5.5	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0
instalación de dispositivos de control de velocidad de motores en equipos de bombeo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

DESCRIPCIÓN	Suma	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20
Sustitución de bombas de alcantarillado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reducción de costos de energía en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)	5.1	0.0	2.6	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Elaboración de una auditoría energética integral (Includiendo analisis electromecanicos e hidro-energeticos complementarios durante el proyecto de sectorizacion) y proyectos ejecutivos de las medidas resultantes	3.7	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Subtotal Consolidación: Mejoramiento de la eficiencia energética	35.4	11.7	10.0	8.1	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Ajuste de consumos de cuota fija	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Corrección de errores de micromedición mediante sustitución de medidores.	38.4	0.0	9.6	9.6	9.6	9.6	0.0	0.0	0.0
Impartición de cursos de formación de recursos humanos en eficiencia comercial	0.5	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Impartición de cursos de formación de recursos humanos en atención a usuarios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Firma de convenios con bancos y otras instituciones para ampliar las opciones de pago de los servicios de agua y saneamiento	2.6	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mejoras a la facturación mediante un nuevo sistema comercial	7.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mejoras en la cobranza mediante esquemas que faciliten el pago.	11.5	0.0	5.8	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Localización y regularización de tomas clandestinas	8.5	0.0	2.8	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Estudio tarifario con el fin de realizar la actualización de las tarifas de agua	4.4	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Modificaciones a la estructura tarifaria	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reformas para lograr que las tarifas se actualicen de manera continua	2.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reformas al marco legal para que el OO pueda establecer tarifas adecuadas	2.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Subtotal Consolidación: Fortalecimiento de la facturación y cobranza	80.2	10.2	22.8	25.2	12.4	9.6	0.0	0.0	0.0
Censo de usuarios para mejorar el padrón. Establecimiento de esquemas de actualización continua del padrón.	21.2	0.0	10.6	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sistema de cómputo para altas y bajas del padrón de usuarios.	7.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Subtotal Consolidación: Programa de mejora en el control de usuarios	28.2	0.0	10.6	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	2,964.5	108.7	251.4	309.9	222.1	162.4	900.2	567.8	442.0

Tabla 271. Resumen de inversiones (millones de pesos)

Componente	Corto plazo	Medio Plazo	Largo Plazo	Inversión total en millones de pesos
1. Infraestructura de Agua Potable	247.7	340.5	72.9	661.2
2. Infraestructura de Alcantarillado	422.8	370.3	864.5	1,657.6
3. Infraestructura de Saneamiento	58.5	30.6	62.7	151.8
4. Consolidación	325.4	158.9	9.7	494.0
Total	1,054.5	900.2	1,009.8	2,964.5

Para mayor detalle del programa de obras y acciones, consultar el anexo 21.

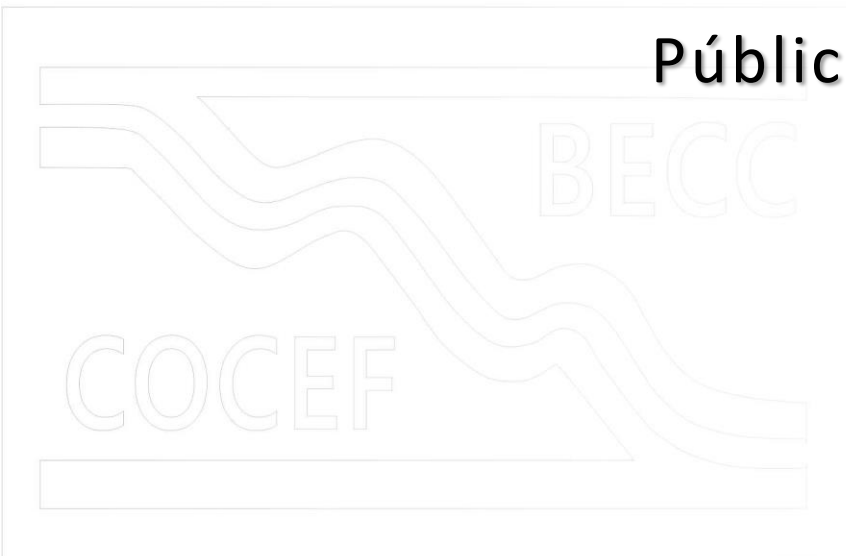


Actualización del Plan Maestro de
Agua Potable, Alcantarillado y
Saneamiento en
Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 9

Medio Ambiente y Salud

Pública





9. Medio Ambiente y Salud Pública

9.1. Estudios de Impacto Ambiental

Se recopilaron con el organismo operador de Matamoros dos estudios de impacto ambiental para el Proyecto Integral de Agua y Saneamiento (PIAS):

- "Proyecto Integral de Agua Potable y Saneamiento para la Ciudad de Matamoros, Tamaulipas"(2003), autorizado condicionalmente con resolución S.G.P.A.-DGIRA.-DG.-0873/03.
- "Proyecto Integral de Agua Potable y Saneamiento para la Ciudad de Matamoros, Tamaulipas"(2009) autorizado con resolución S.G.P.A.-DGIRA.-DG.-0320/09. Cabe comentar debido a que la autorización previa se encontraba vencida en 2009, así como a que algunas de las obras y acciones contempladas en el proyecto ya se habían llevado a cabo, se elaboró este nuevo estudio de impacto ambiental.

El segundo estudio de impacto ambiental, cuya autorización de 2009 se encontraba vigente en 2012¹³ considera las siguientes acciones:

Tabla 272. Proyectos considerados en el PIAS Matamoros, autorizados en materia de impacto ambiental al 2012

PROYECTOS	INMEDIATO 2008-2010	FUTURO 2011-2020	SUPERFICIE/ CAPACIDAD ALMACENAMIENTO O SUMINISTRO
AREA TOTAL PROYECTO			180 km ²
AGUA			
PROYECTO AFA-I001 AGUA CRUDA			
Laguna de almacenamiento de agua cruda		X	1'300,000 m ³
Recubrimiento de la laguna existente de agua cruda		X	--
PROYECTO AFA-I002 AGUA POTABLE			
Rehabilitación de la planta potabilizadora No 2	X		1000 lps
Aumento en la capacidad estaciones de bombeo de alto servicio		X	6200 lps
6 Tanques elevados de almacenamiento reguladores		X	3800 m ³ c/u
Líneas de distribución agua potabilizada		X	233.74 km
ALCANTARILLADO			
PROYECTO ALCANTARILLADO			
Reemplazo de drenaje por gravedad	X		94 km
- Ampliación capacidad	X		8"- 60 " diametro
- Nueva infraestructura alcantarillado	X		50 km
- Reemplazo de tuberías dañadas	X		34 km
- rehabilitación para extender la vida útil	X		10 km
Construcción de interceptores de aguas residuales	X		35 km
PROYECTO ESTACIONES BOMBEO			
Colectores para conducir agua a las PTAR		X	43.2 km
Reemplazo de estaciones bombeo de agua residual	X		18 unidades
Nuevas estaciones bombeo de agua residual		X	19 unidades
PROYECTO PTAR			
- Construcción Planta Oeste 960 lps	X		960 lps
- Construcción Planta Sur 700 lps	X		700 lps
- Ampliación capacidad Planta Este de 385 a 425 lps		X	425 lps
PROYECTO AGUA PLUVIAL			
Rehabilitación estaciones de bombeo aguas pluviales	X		Según demanda
Construcción líneas para aguas pluviales		X	25 km

¹³ COCEF/BECC. 2013. *Propuesta de certificación y financiamiento. Mejoras a los sistemas de agua potable y alcantarillado y construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales oeste.* Consultado en: [http://server.cocef.org/CertProj/Spa/BD%202012-23%20Matamoros%20W-WW%20Project%20Proposal%20\(Span\)_REV.pdf](http://server.cocef.org/CertProj/Spa/BD%202012-23%20Matamoros%20W-WW%20Project%20Proposal%20(Span)_REV.pdf) (15/06/2016).



Respecto de las obras y acciones integradas en el plan maestro, una vez obtenidos los proyectos correspondientes, será necesario actualizar el listado de la tabla anterior, integrar el estudio de impacto ambiental y obtener la autorización correspondiente en los términos del Artículo 9 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

9.2. Normas vigentes nacionales

Para cada norma considerada relevante para el plan maestro, en la siguiente tabla se establecen los hallazgos y recomendaciones derivadas de la integración del diagnóstico. Los archivos en formato PDF de las normas aludidas se encuentran disponibles en Internet¹⁴ y se adjunta copia electrónica.

Tabla 273. Hoja de revisión de cumplimiento de normas vigentes nacionales

Norma	Hallazgos y recomendaciones del diagnóstico
NOM-001-SEMARNAT-1996 - Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Al presente los parámetros son rebasados en ocasiones en los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales Este. El índice de tratamiento (volumen de aguas que salen de las plantas de tratamiento y que cumplen con la norma entre volumen total producido de aguas residuales) se calcula en 26.6%.
NOM-002-SEMARNAT-1996 - Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No hay evidencia de programas de muestreo y control para dar cumplimiento a esta norma.
NOM-004-SEMARNAT-2002 - Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y biosólidos para su aprovechamiento y disposición final.	Se recomienda aplicarlo consistentemente para los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales.
NOM-001-CONAGUA-2011 – Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario – Hermeticidad – Especificaciones y métodos de prueba.	Se recomienda su observación.
NOM-006-ENER-2015 – Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.	Se recomienda para mejorar la eficiencia electromecánica y reducir costos.
NOM-127-SSA1-1994 - Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.	En la situación actual no se tiene registro de muestreos y análisis por laboratorio certificado. Se analizan solamente parámetros básicos.
NOM-179-SSA1-1998 - Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua potable en redes.	En la situación actual no se tiene registro de muestreos y análisis por laboratorio certificado.
NOM-230-SSA1-2002 - Requisitos sanitarios para manejo del agua en las redes de agua potable.	Se recomienda instrumentar el cumplimiento de esta norma, para proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de seguridad y sanitarias.

9.3. Temas para certificación

9.3.1. Área de impacto del proyecto

El proyecto se encuentra en la localidad Heroica Matamoros, cabecera municipal y principal localidad del municipio de Matamoros, que está ubicado en la parte noreste del estado de Tamaulipas, a 25°52' de latitud norte y a 97°30' de longitud oeste, con una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los Estados Unidos de América, separado por el río Bravo; al sur con el municipio de San Fernando y la

¹⁴ SE. 2016. *Consulta de catálogo de normas – Secretaría de Economía*. Consultado en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/BusquedaNormas.xhtml> (15/06/2016).



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Laguna Madre; al este con el Golfo de México y al oeste con los, municipios de Río Bravo y Valle Hermoso. Respecto de Heroica Matamoros, al otro lado del río Bravo se encuentra la ciudad de Brownsville.



Figura 417. Localización de la ciudad de Matamoros en el contexto estatal

Al año 2015 la proyección del Consejo Nacional de Población para Heroica Matamoros es de 485,722 habitantes, con una tasa de crecimiento promedio anual de 1.15%.

En el aspecto socioeconómico, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, con base en los datos del Censo General de Población y Vivienda 2010, estimó el grado de rezago social por área geostatística básica (AGEB) urbana¹⁵, lo que permite establecer que al 2010 el 91% de la población de

¹⁵ CONEVAL. 2016. *Rezago social a nivel zonas urbanas (AGEB Urbanas)*. Consultado en: http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Rezago_social_AGEB_2010.aspx (15/06/2016).



Heroica Matamoros vivía en AGEBs urbanas con rezago social “Bajo”, 7% en AGEBs urbanas con rezago social “Medio” y 2% en AGEBs urbanas con rezago social “Alto”¹⁶.

La principal fuente de abastecimiento es el río Bravo. La infraestructura de agua potable se compone de dos obras de toma, cuatro potabilizadoras, tres lagunas de presedimentación, doce tanques de regulación, diecisiete plantas de bombeo, 458 km de líneas principales y 1,097 km en la red de distribución. Para el año 2014 se tenían 144,238 tomas domésticas, 7,817 comerciales, 1,118 industriales y 415 de servicios públicos. El volumen facturado fue de 45.96 hm³. El consumo unitario promedio calculado en el diagnóstico fue de 202 L/hab/día (180 L/hab/día para usuarios domésticos).

Matamoros se encuentra aguas abajo en una cuenca con recursos hídricos escasos y prácticamente completamente concesionados o asignados. En términos de agua subterránea, se considera que aun cuando existe disponibilidad en el acuífero, es insuficiente para el incremento de demanda esperado en la zona. El abastecimiento futuro se complica por la variabilidad del recurso hídrico que puede ocasionar el cambio climático.

En términos de agua potable, la infraestructura requiere rehabilitación, notablemente la planta potabilizadora no.2, que se encuentra con fallas de diseño, sin mantenimiento y cuya vida útil se encuentra rebasada. En la planta potabilizadora no. 1 se construyó un tren de procesos para substituir al original, sin concluirse, por lo que ambos trenes operan con grandes deficiencias. Estas fallas en la potabilización se traducen en que la calidad del agua abastecida a la población sea cuestionable. No se dispone de análisis de calidad por laboratorio certificado. Gran cantidad de válvulas en los cruceros se encuentran inoperantes o con reducida área hidráulica por incrustaciones de años, generando pérdidas de carga y tapones. Los diámetros de las tuberías primarias resultan insuficientes, y presentan derivaciones en ruta que disminuyen la carga. Existen gran cantidad de fugas en tuberías que no se han cancelado a pesar de haber sido substituidas por tubería nueva de PVC. No se cuenta con materiales para reparar fugas.

El agua residual se colecta y conduce mediante 86 km de colectores, 65 km de subcolectores, 63 km de líneas de impulsión y 60 estaciones de bombeo de aguas residuales a dos plantas de tratamiento de aguas residuales, de donde es descargada tras su tratamiento a los cuerpos receptores denominados dren Laguna Madre y arroyo La Pita.

Para el alcantarillado y saneamiento, se tienen segmentos de redes de atarjeas con corrosión significativa debida a bajas velocidades por pendientes reducidas. Existen 20 km de tuberías con fallas (caídos) que no se han rehabilitado, lo que origina bloqueos y saturación de las líneas, así como desbordamientos que impiden la descarga de aguas negras de los usuarios. El sistema funciona en forma combinada en época de lluvias (aguas residuales más pluviales), sin tener la capacidad necesaria. Más del 80% de los pozos de visita están ahogados, con estancamiento o con muy bajas velocidades. No hay mantenimiento preventivo pues no se cuenta con el equipo suficiente. El drenaje es usado como basurero. Algunas estaciones de bombeo no tienen el equipo suficiente para desalojar el agua en los momentos de gastos máximos. La cobertura de recolección y conducción de aguas residuales hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales es menor

¹⁶ Cabe destacar que CONEVAL calcula el grado de rezago social con 5 resultados posibles (“Muy bajo”, “Bajo”, “Medio”, “Alto” y “Muy Alto”) para los ámbitos estatal y municipal. No obstante, la metodología empleada para el ámbito de AGEB urbana da como resultado tres clases (“Bajo”, “Medio” y “Alto”).



al 45%. Existen gran cantidad de descargas a los colectores y redes hacia los drenes pluviales, lo que pone en riesgo la salud de los habitantes de las zonas aledañas. La cobertura de saneamiento es solamente del 27%. Con la entrada en operación de la planta de tratamiento Oeste y las obras de recolección la cobertura de saneamiento se podría incrementar solamente hasta el 85%. El agua tratada se descarga a los cuerpos receptores, sin gestión para su posible comercialización o intercambio.

9.3.2. Problemática de salud humana y medio ambiente

La provisión de agua potable en cantidad y calidad suficiente, así como la conducción y tratamiento de aguas residuales son factores significativos en la salud de la población al disminuir o evitar su exposición a agentes patógenos¹⁷. Para disminuir la mortalidad y morbilidad de la población ante las enfermedades de transmisión hídrica así como ante afecciones resultantes de la exposición a agentes patógenos, el acceso adecuado a estos servicios es una condición necesaria pero no suficiente (pues influyen como factores las características y hábitos de higiene de cada individuo, el nivel y periodo de exposición a los agentes patógenos, así como otras acciones e intervenciones de política pública como las campañas de vacunación, cloración y suero oral, entre otros).

En la sección anterior se destacan dos problemas vinculados al servicio de agua y saneamiento en Matamoros:

Las fallas en la potabilización, problemas en la conducción y ausencia de análisis de calidad por laboratorio certificado hacen que la **calidad del agua suministrada a la población sea cuestionable**.

La cobertura de recolección y conducción de aguas residuales hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales es menor al 45%. La cobertura de saneamiento es solamente del 27%. Existen descargas de aguas residuales a drenes pluviales a cielo abierto. Estas características del servicio resultan en un **riesgo sanitario a la población y en la contaminación al medio ambiente**.

Inclusive a nivel regional, este riesgo es reconocido por la iniciativa “Frontera Saludable 2020”, elaborada por la Comisión de Salud Fronteriza México-Estados Unidos y enfocada en la prevención y promoción de salud¹⁸, que señala como causa o determinante de enfermedades infecciosas la salud ambiental por fallas en agua potable, alcantarillado. La iniciativa establece como meta del plan estratégico “(6) Reducir la proporción de casas que no están conectadas a un sistema de drenaje público o fosa séptica”¹⁹.

9.3.3. Estadísticas en materia de salud

Se analizó la estadística disponible en materia de salud. Se dispone de dos conjuntos de información estadística sobre enfermedades de origen hídrico en Matamoros. La primera es una serie de tiempo 2006-2011, en la propuesta de certificación del PIAS Matamoros (COCEF/BECC 2013).

¹⁷ CONAGUA. 2016. *Estadísticas del agua en México 2015*.

¹⁸ Comisión de Salud Fronteriza México-Estados Unidos. 2015. *Frontera Saludable 2020*. Consultado en: <http://www.saludfronterizamx.org/> (15/06/2016).

¹⁹ Comisión de Salud Fronteriza México-Estados Unidos. 2010. *Plan Estratégico Frontera Saludable 2010/2020*. Consultado en: <http://www.saludfronterizamx.org/> (15/06/2016).



La segunda es la información del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS)²⁰. SINAIS clasifica su información conforme al catálogo CIE-10 (ICD-10)²¹. Se obtuvo la información de egresos hospitalarios reportados por las unidades médicas de la Secretaría de Salud con el siguiente criterio: para pacientes con municipio de RESIDENCIA = Matamoros, Tamaulipas, y con CAUSA clasificada con las categorías CIE-10 que se juzgaron relacionadas con origen hídrico (A01 Fiebres tifoidea y paratifoidea, A03 Shigelosis, A04 Otras infecciones intestinales bacterianas, A06 Amebiasis, A07 Otras enfermedades intestinales debidas a protozoarios, A08 Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados, A09 Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado y A09X Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso). Los resultados para el periodo 2010-2015 se muestran abajo.

Tabla 274. Hospitalarios relevantes a enfermedades hídricas 2010-2015

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Egresos hospitalarios	24	18	15	15	7	15

Puede observarse una tendencia a la disminución en el número de egresos hospitalarios. Como se anotó en la sección anterior, el acceso a servicios de agua potable y saneamiento es una condición necesaria pero no suficiente para disminuir la mortalidad y morbilidad de la población ante las enfermedades de transmisión hídrica. La provisión de servicios de calidad en agua potable, alcantarillado y saneamiento contribuye a mejorar la salud pública.

9.3.4. *Análisis de posibles efectos en cada país*

La mejoría en las condiciones de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento redundará en beneficio de los habitantes de las localidades en ambos lados de la frontera México-Estados Unidos. La baja cobertura de recolección y tratamiento de agua residual implica que el incremento de la cobertura tendrá efectos positivos en la salud de la población y en la reducción de la contaminación del medio ambiente en los cuerpos de agua compartidos, incluyendo el río Bravo.

9.3.5. *Análisis de beneficios, riesgos y costos del proyecto*

Beneficios:

Mejorar la calidad de vida de la población

- Al incrementar la calidad del agua suministrada
- Al disminuir las descargas residuales sin tratamiento
- Al reducir la conducción a cielo abierto de aguas residuales sin tratamiento
- Al reducir las fugas en el abastecimiento, disminuyendo el riesgo futuro de abastecimiento de la localidad en una zona sobre concesionada en el contexto del cambio climático
- Al hacer eficiente la operación se incrementará la continuidad del abastecimiento

²⁰ Salud. 2016. *Salud en números - Sistema Nacional de Información en Salud*. Consultado en: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_index.html (15/06/2016).

²¹ WHO. 2016. ICD-10 – International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision Version: 2016. Consultado en: <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en#/A09> (15/06/2016).



Mejorar el estado del medio ambiente

- Al disminuir las descargas residuales sin tratamiento
- Al reducir la conducción a cielo abierto de aguas residuales sin tratamiento

Mejorar la sostenibilidad de los servicios

- Al hacer eficiente la operación se disminuirá los costos de operación y se tendrá una mejor postura del organismo para operar y llevar a cabo mantenimientos preventivos y correctivos

Costos:

- Los que se determinen en los proyectos que resulten de las obras y acciones indicadas en el plan maestro

Riesgos:

- El cambio de autoridades municipales puede presentar un riesgo en el seguimiento de la instrumentación de las obras y acciones del plan maestro. Por ejemplo, en el pasado no se prorrogó la autorización otorgada al estudio de impacto ambiental del PIAS 2003, por lo que tuvo que realizarse nuevamente un estudio de impacto ambiental en 2009 y someterse a la autorización de la SEMARNAT.
- Que el plan maestro se implemente sin el acompañamiento de acciones que reduzcan el crecimiento desordenado de la mancha urbana y que induzcan en el usuario patrones de conducta que ayuden a conservar y mejorar la calidad de los servicios, reduciendo la basura en el drenaje por ejemplo

9.3.6. Autorizaciones exigidas

Las autorizaciones requeridas para los proyectos de las obras y acciones contenidos en el plan maestro variarán según sus características:

Tabla 275. Listado de trámites indicando autoridades y procedimientos

Trámite	Autoridad	Procedimiento
Manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional - Dictamen	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) <u>Ámbito:</u> Federal <u>Dirección:</u> 7 y 8 Matamoros Palacio Federal 2° Piso, Col. Centro, C.P.87001, Cd. Victoria, Tamps. Teléfono:(834) 318-5200 Fax:(834) 318-5268 Horario de Atención al Público: Lunes a viernes de 8:30 a 14:30 horas.	Artículo 9 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
Manifestación del impacto ambiental - Autorización	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) <u>Ámbito:</u> Estatal Tamaulipas <u>Dirección:</u> Centro de Oficinas Gubernamentales, Piso 16, Parque Bicentenario Libramiento Naciones Unidas con Prolongación Blvd. Praxedis Balboa	Artículo 13 del Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental para el estado de Tamaulipas



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

Trámite	Autoridad	Procedimiento
	S/N C.P. 87083, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México (52.834) 107.8951	
Aviso de ejecución en caso de obra o actividad no sujeta a evaluación del impacto ambiental	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) <u>Ámbito:</u> Estatal Tamaulipas <u>Dirección:</u> Centro de Oficinas Gubernamentales, Piso 16, Parque Bicentenario Libramiento Naciones Unidas con Prolongación Blvd. Praxedis Balboa S/N C.P. 87083, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México (52.834) 107.8951	Artículo 8 Numeral 1 del Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental para el estado de Tamaulipas
Manifestación de impacto ambiental - Resolución	Ayuntamiento de Matamoros - Dirección de Control Ambiental Municipal <u>Ámbito:</u> Municipio de Matamoros <u>Dirección:</u> Calle Sexta entre Morelos y González s/n. Zona Centro, Tercer Piso – Presidencia Municipal.	Artículo 18 del Reglamento de Equilibrio y Protección al Ambiente del municipio de Matamoros
Evaluación del impacto transfronterizo – FONSÍ	<i>Border Environment Cooperation Commission (BECC) – Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF)</i> <u>Ámbito:</u> Cooperación ecológica fronteriza <u>Dirección:</u> Blvd. Tomás Fernández 8069 Cd. Juárez, Chihuahua, 32470 (656) 688-4600	Proceso para solicitar recursos y priorizar proyectos del FIAF/BEIF (NADBANK 2016).
Solicitud de no objeción (asegurar patrimonio histórico) - No objeción	Centro INAH Tamaulipas <u>Ámbito:</u> Estatal Tamaulipas <u>Dirección:</u> Ex-Hacienda de Tamatán 1552 esq. Calz. Gral. Luis Caballero Col. Tamatán CP 87060, Victoria, Tamaulipas Tels.: (834) 306 01 59 y 60 Fax 306 01 60	No disponible
Validación técnica de proyectos ante Conagua	Organismo de cuenca Golfo Norte (Conagua). <u>Ámbito:</u> Regional – Estatal Tamaulipas <u>Dirección:</u> Libramiento Emiliano Portes Gil No. 200, Col. Miguel Alemán, C.P. 87030, Ciudad Victoria, Tamaulipas.	Según proyecto.

9.3.7. Justificación de los proyectos

La situación actual de la localidad de Matamoros es difícilmente sostenible. El diagnóstico elaborado como parte del plan maestro ha encontrado que la calidad del agua suministrada a la población es cuestionable. También que la prestación del servicio representa tanto un riesgo sanitario a la población como contaminación al medio ambiente, inclusive con efectos transfronterizos sobre los cuerpos de agua compartidos, entre ellos el río Bravo. La prestación misma de los servicios es insostenible, por una operación ineficiente en términos de gasto de energía y fugas, en un contexto de inseguridad del abastecimiento por localizarse Matamoros en una cuenca sobre concesionada y con la amenaza de los efectos del cambio climático.



Actualización del Plan Maestro de
Agua Potable, Alcantarillado y
Saneamiento en
Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 10

Compatibilidad con la
Planeación Municipal y
Región Aplicable





10. Compatibilidad con la Planeación Municipal y Región Aplicable.

10.1. Normas ambientales

El plan maestro propone una serie de obras y acciones que se orientan al cumplimiento de normas y regulaciones para atajar los problemas encontrados en el diagnóstico. Los proyectos de estas obras y acciones deberán apegarse a los siguientes lineamientos:

10.1.1. Normas oficiales mexicanas

- NOM-001-SEMARNAT-1996 - Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. – Al presente los parámetros son rebasados en ocasiones en los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales Este. El índice de tratamiento (volumen de aguas que salen de las plantas de tratamiento y que cumplen con la norma entre volumen total producido de aguas residuales) se calcula en 26.6%.
- NOM-002-SEMARNAT-1996 - Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. – No hay evidencia de programas de muestreo y control para dar cumplimiento a esta norma.
- NOM-004-SEMARNAT-2002 - Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y biosólidos para su aprovechamiento y disposición final. – Se recomienda aplicarlo consistentemente para los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales.
- NOM-001-CONAGUA-2011 – Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario – Hermeticidad – Especificaciones y métodos de prueba. – Para las obras derivadas del plan maestro.
- NOM-006-ENER-2015 – Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. – Se recomienda para mejorar la eficiencia electromecánica y reducir costos.
- NOM-127-SSA1-1994 - Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. – En la situación actual no se tiene registro de muestreos y análisis por laboratorio certificado. Se analizan solamente parámetros básicos.
- NOM-179-SSA1-1998 - Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua potable en redes. – En la situación actual no se tiene registro de muestreos y análisis por laboratorio certificado.
- NOM-230-SSA1-2002 - Requisitos sanitarios para manejo del agua en las redes de agua potable. – Se recomienda instrumentar el cumplimiento de esta norma, para proporcionar un servicio eficiente bajo normas estrictas de seguridad y sanitarias.

10.1.2. Condiciones particulares de descarga

Se tienen asimismo las condiciones particulares de descarga (CPD) contenidas en el título de asignación 06TAM100224/24HAOC08, donde se establecen las CPD para los cuerpos receptores “Dren de Laguna Madre” y “Arroyo la Pita”. Cabe destacar que las CPD difieren de las establecidas en lo general para la NOM-001-SEMARNAT-1996. En ocasiones el efluente de las plantas de tratamiento sobrepasa para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) los límites máximos permisibles de estas dos regulaciones.



10.1.3. Impacto ambiental

Las acciones indicadas en el plan maestro requerirán la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Regional, para el ámbito federal, conforme al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental²².

- Para las acciones de abastecimiento, conforme al Artículo 28, fracciones I y X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en el Artículo 5, incisos A) fracción VI y R) fracción I de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Para las acciones de saneamiento, conforme al Artículo 28 fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), requiere autorización cuando el proyecto tiene las características que señalan las fracciones IV y V del inciso A del Reglamento de la misma Ley Materia de Impacto Ambiental (Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 km de longitud, tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 cm.).

10.1.4. Normas estatales municipales

- Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas – (Capítulo III) Le compete a las autoridades estatales o municipales de conformidad con la distribución de competencias entre la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la propia ley estatal y su reglamento: el control de las descargas de aguas residuales a sistemas de drenaje y alcantarillado; la vigilancia de las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.
- Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental para el estado de Tamaulipas – Para obra pública que no sea competencia federal: sistemas de agua potable, drenaje sanitario, construcción de drenaje pluvial y construcción de sistema de alcantarillado sanitario (Artículo 5 fracción I); tratamiento de aguas residuales de procedencia municipal que descarguen en cuerpos de agua de jurisdicción municipal o estatal (Artículo 5 fracción VIII) se requiere tramitar y obtener la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental. En caso de las acciones consistentes en ampliaciones y modificaciones, sustituciones y rehabilitaciones, conservaciones, restauraciones y mantenimiento de obras, no se requerirá autorización en tanto se cumplan las condiciones siguientes (Artículo 8):
 - Cuenten con autorización previa de impacto ambiental o no se hubiese requerido
 - Que las acciones no impliquen incremento en el nivel de impacto ambiental o riesgo
 - Que las obras no impliquen modificación de los elementos determinantes de impacto ambiental en más de un 10%

En este caso se presentará un aviso de ejecución con 15 días de anticipación explicando las características de las obras y anexando en su caso informes y planos correspondientes.

- Reglamento de Equilibrio y Protección al Ambiente del municipio de Matamoros: Corresponde al ayuntamiento evaluar el impacto ambiental por la realización de obras o actividades en el territorio municipal, excepto en materias de competencia federal o estatal (Artículo 16). Esta normatividad

²² Texto vigente al 31 de octubre 2014



también estipula acciones para la prevención y control de la contaminación del agua (Artículo 30 y subsiguientes).

10.1.5. Impactos transfronterizos

Al financiarse potencialmente los proyectos con fondos del Fondo de Infraestructura Ambiental Fronteriza (FIAF)/*Border Environment Infrastructure Fund (BEIF)*²³, según el procedimiento estipulado se requiere realizar un estudio de evaluación de impactos ambientales transfronterizos, para someter a revisión de la *Environmental Protection Agency (EPA)*²⁴, que en su caso emitirá un *Finding of No Significant Impact (FONSI)*.

10.1.6. Otras normas técnicas

Los proyectos de las acciones y obras contenidas en el plan maestro deberán seguir el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Conagua, disponible en: <ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/>

10.2. Compatibilidad con la planeación regional y municipal

Las obras y acciones contenidas en el plan maestro son compatibles con los instrumentos de planeación regional y municipal (se señalan las relevantes):

10.2.1. Regionales

- Programa Hídrico de Gran Visión, Organismo de cuenca Río Bravo (Conagua)
 - o Para el periodo 2001-2025, los subprogramas y acciones siguientes:
 - Ampliación de redes de agua potable en la ciudad de H. Matamoros
 - Rehabilitación y modernización de sistemas de distribución de agua potable en la ciudad de H. Matamoros
 - Conservación y mantenimiento de sistemas de distribución de agua potable en la ciudad de H. Matamoros
 - Ampliación de coberturas de alcantarillado en la ciudad de H. Matamoros
 - Desarrollo y ampliación de capacidades de tratamiento y manejo de aguas residuales en la Ciudad de H. Matamoros
- Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030 (Organismo de cuenca Río Bravo) (Conagua)
 - o Estipula como metas para el periodo 2007-2030:
 - Incrementar la eficiencia en el uso público urbano
 - Incrementar la cobertura de agua potable en zonas urbanas
 - Incrementar la cobertura de alcantarillado en zonas urbanas
 - Incrementar la cobertura de tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas
 - Reducción de las enfermedades de origen hídrico

²³ NADBANK. 2016. *Fondo de Infraestructura Ambiental Fronteriza– North American Development Bank*. Consultado en: http://nadb.org/programs/beif_span.asp#project (15/06/2016).

²⁴ EPA. 2016. *National Environmental Policy Act Review Process*. Consultado en: <https://www.epa.gov/nepa/national-environmental-policy-act-review-process#ea> (15/06/2016).



- Frontera Saludable 2020: Iniciativa enfocada en la prevención y promoción de salud²⁵
 - o Se señala como causa o determinante de enfermedades infecciosas la salud ambiental (agua potable, alcantarillado)
 - o Se establece como meta: “(6) Reducir la proporción de casas que no están conectadas a un sistema de drenaje público o fosa séptica.”²⁶

10.2.2. Municipales

- Plan Municipal de Desarrollo 2013-2016
 - o En el Eje Rector III se contemplan las “3.2 Políticas sustentables del agua”, donde se establecen las acciones de:
 - “3.2.3 Efectuar de manera previa los estudios necesarios que lleven a justificar la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales... “
 - “3.2.5 Establecer una mayor coordinación con el Gobierno Estatal para la ejecución de inversiones en obra pública relativa a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.”
- Plan Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2001, vigente a 2016.
 - o Establece como acción estratégica la “8. Prevención de contaminación ambiental. Calidad del agua y aire”.
- Diagnóstico Municipal PACMA (Programa de apoyo a la comunidad y medio ambiente), 2015.
 - o Se mencionan como acciones potenciales
 - o En el rubro “Mejoramiento de los servicios a las viviendas: disponibilidad de agua” el “Implementar o rehabilitar sistemas para la provisión de agua potable”.
 - o En el rubro “Manejo del agua”, el “Mejorar el tratamiento del agua”.

10.3. Permisos requeridos

Los trámites y permisos requeridos para los proyectos de las obras y acciones contenidos en el plan maestro variarán según sus características:

Tabla 276. Listado de trámites indicando autoridades y procedimientos

Trámite	Autoridad	Procedimiento
Manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional - Dictamen	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) <u>Ámbito:</u> Federal <u>Dirección:</u> 7 y 8 Matamoros Palacio Federal 2° Piso, Col. Centro, C.P.87001, Cd. Victoria, Tamps. Teléfono:(834) 318-5200 Fax:(834) 318-5268 Horario de Atención al Público: Lunes a viernes de 8:30 a 14:30 hrs.	Artículo 9 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
Manifestación del impacto ambiental - Autorización	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) <u>Ámbito:</u> Estatal Tamaulipas	Artículo 13 del Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental para el estado de Tamaulipas

²⁵ Comisión de Salud Fronteriza México-Estados Unidos. 2015. *Frontera Saludable 2020*. Consultado en: <http://www.saludfronterizamx.org/> (15/06/2016).

²⁶ Comisión de Salud Fronteriza México-Estados Unidos. 2010. *Plan Estratégico Frontera Saludable 2010/2020*. Consultado en: <http://www.saludfronterizamx.org/> (15/06/2016).



**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS**

Trámite	Autoridad	Procedimiento
	<p><u>Dirección:</u> Centro de Oficinas Gubernamentales, Piso 16, Parque Bicentenario Libramiento Naciones Unidas con Prolongación Blvd. Praxedis Balboa S/N C.P. 87083, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México (52.834) 107.8951</p>	
Aviso de ejecución en caso de obra o actividad no sujeta a evaluación del impacto ambiental	<p>Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) <u>Ámbito:</u> Estatal Tamaulipas <u>Dirección:</u> Centro de Oficinas Gubernamentales, Piso 16, Parque Bicentenario Libramiento Naciones Unidas con Prolongación Blvd. Praxedis Balboa S/N C.P. 87083, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México (52.834) 107.8951</p>	Artículo 8 Numeral 1 del Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental para el estado de Tamaulipas
Manifestación de impacto ambiental - Resolución	<p>Ayuntamiento de Matamoros - Dirección de Control Ambiental Municipal <u>Ámbito:</u> Municipio de Matamoros <u>Dirección:</u> Calle Sexta entre Morelos y González s/n. Zona Centro, Tercer Piso – Presidencia Municipal.</p>	Artículo 18 del Reglamento de Equilibrio y Protección al Ambiente del municipio de Matamoros
Evaluación del impacto transfronterizo – FONSÍ	<p><i>Border Environment Cooperation Commission (BECC)</i> – Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) <u>Ámbito:</u> Cooperación ecológica fronteriza <u>Dirección:</u> Blvd. Tomás Fernández 8069 Cd. Juárez, Chihuahua, 32470 (656) 688-4600</p>	Proceso para solicitar recursos y priorizar proyectos del FIAF/BEIF (NADBANK 2016).
Solicitud de no objeción (asegurar patrimonio histórico) - No objeción	<p>Centro INAH Tamaulipas <u>Ámbito:</u> Estatal Tamaulipas <u>Dirección:</u> Ex-Hacienda de Tamatán 1552 esq. Calz. Gral. Luis Caballero Col. Tamatán CP 87060, Victoria, Tamaulipas Tels.: (834) 306 01 59 y 60 Fax 306 01 60</p>	No disponible
Validación técnica de proyectos ante CONAGUA	<p>Organismo de cuenca Golfo Norte (Conagua). <u>Ámbito:</u> Regional – Estatal Tamaulipas <u>Dirección:</u> Libramiento Emiliano Portes Gil No. 200, Col. Miguel Alemán, C.P. 87030, Ciudad Victoria, Tamaulipas.</p>	Según proyecto.

Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 11

Capacidad de pago de la población





11. Capacidad de pago de la población

11.1. Fuentes de información

Para estimar la capacidad de pago se estimó en primera instancia el ingreso mensual promedio por usuario. Las fuentes sugeridas por los Términos de Referencia son el Censo General de Población y Vivienda 2010 (INEGI), los datos publicados por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y la encuesta ingreso-gasto de los hogares de INEGI.

Respecto de las fuentes, el Censo General de Población y Vivienda 2010²⁷ generó diversos productos con la información recabada en campo. Entre ellos destacan:

- Los Microdatos, que parten de una muestra censal y cuya unidad de observación son las viviendas y las personas. En el cuestionario básico no incluye variables directamente relacionadas con el ingreso, en tanto que en el cuestionario ampliado se tiene la población ocupada y su **distribución porcentual según ingreso por trabajo por municipio**²⁸.
- Los principales resultados por localidad (ITER), que incluyen algunas variables relevantes para el tema (población económicamente activa).
- Los principales resultados por área geoestadística básica (AGEB) y manzana urbana, que incluyen algunas variables relevantes para el tema (población económicamente activa). Una localidad está constituida por varias AGEBS urbanas, a su vez constituidas por manzanas.

Debe comentarse que la información de INEGI se refiere al año 2010, que representa seis años de diferencia a la fecha actual.

El CONEVAL²⁹ tiene un enfoque de medición de pobreza. Sus productos son a escala nacional, de entidad federativa y de municipio, así como el cálculo de rezago social a nivel de zonas urbanas (AGEB Urbanas).

Para el área de interés, resultarían relevantes los productos a nivel municipio y AGEBS, puesto que los de entidad federativa (Tamaulipas) o nacionales simplemente no son representativos de la dinámica local. Ahora bien, los productos a escala municipal y de AGEBS urbana se originan a partir del Censo General de Población y Vivienda 2010, entre los que destaca el **índice de rezago social a nivel de AGEBS urbanas**³⁰. Al año 2015 se tiene el cálculo de rezago social a nivel de municipios.

La **Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH)** es un instrumento de captación que es aplicado por el INEGI bianualmente. El último disponible es el de 2014³¹. Los resultados son representativos

²⁷ INEGI. 2016. *Censo de Población y Vivienda 2010*. Consultado en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx> (15/06/2016).

²⁸ INEGI. 2016. *Tabulados básicos - cuestionario ampliado*. Consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=27303&s=est> (15/06/2016).

²⁹ CONEVAL. 2016. *Medición de la pobreza*. Consultado en: <http://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezalInicio.aspx> (15/06/2016).

³⁰ CONEVAL. 2016. *Rezago social a nivel zonas urbanas (AGEB Urbanas)*. Consultado en: http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Rezago_social_AGEB_2010.aspx (15/06/2016).

³¹ INEGI. 2016. *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH)*. Consultado en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/default.aspx> (15/06/2016).



a nivel nacional, si bien se estipula que con base en la ampliación de la muestra de algunas entidades federativas es posible generar información con representatividad estatal para algunos levantamientos. Cabe comentar que en 2014 no se tuvo ampliación de muestra para Tamaulipas. No obstante, la ENIGH tiene conceptos relevantes con periodicidad mensual para los Términos de Referencia:

- La medición directa del ingreso, denominado “Ingreso corriente” (ing_cor) y definido como la “suma de los ingresos por trabajo, los provenientes de rentas, de transferencias, de estimación de alquiler y de otros ingresos”. Cabe destacar que en la literatura consultada se recomienda emplear el ingreso corriente (que como puede verse en el caso de la ENIGH detalla ingresos monetarios y no monetarios) porque evita el sesgo que puede presentarse al emplear solamente ingresos corrientes monetarios (*disposable income* o *cash income*) debido a que los hogares con altos ingresos tienden a tener fuentes adicionales de ingresos y otros activos, en tanto que los hogares con menores ingresos satisfacen en alguna medida sus necesidades mediante transacciones no monetarias o economía informal³².
- La medición directa del gasto por agua, denominado “Agua” (agua), y definido como el último recibo pagado en el trimestre por agua en el rubro conceptual “Vivienda y servicios de conservación”.

11.2. Ingreso mensual promedio por usuario

De las fuentes consultadas en el apartado anterior, la información más actualizada para el ingreso mensual por usuario corresponde al “ingreso corriente” por hogar registrado en la ENIGH 2014, que adicionalmente presenta como ventajas presentar para los mismos hogares el gasto de agua del mismo periodo.

ENIGH 2014 en su tabla CONCENTRADOHOGAR cuenta con 19,479 registros, de los cuales 71 corresponden a la localidad 280220001 Heroica Matamoros.

Para Heroica Matamoros, el intervalo de ingresos en los hogares tiene los siguientes valores estadísticos:

Tabla 277. Estadísticos para ingreso corriente, localidad

Estadístico	Valor
Número de datos	71
Mínimo	\$ 2,344.99
Máximo	\$ 394,601.96
Promedio	\$ 39,051.07
Mediana ³³	\$26,913.78

³² Hutton, G. 2013. Monitoring "Affordability" of Water and Sanitation Services after 2015: Review of Global Indicator Options, Geneva: World Health Organisation. Consultado en: http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/END-WASH-Affordability-Review.pdf (15/06/2016).

³³ Mediana: El punto medio de una distribución. Es un número tal que la mitad de las observaciones es menor y la otra mitad es mayor. Se recomienda su empleo en vez del promedio cuando la distribución no es simétrica (Moore, D. 2010. *The Basic Practice of Statistics*. W.H. Freeman and Company, NY.)



La distribución es sesgada a la derecha (los valores se concentran en los rangos inferiores de ingreso):

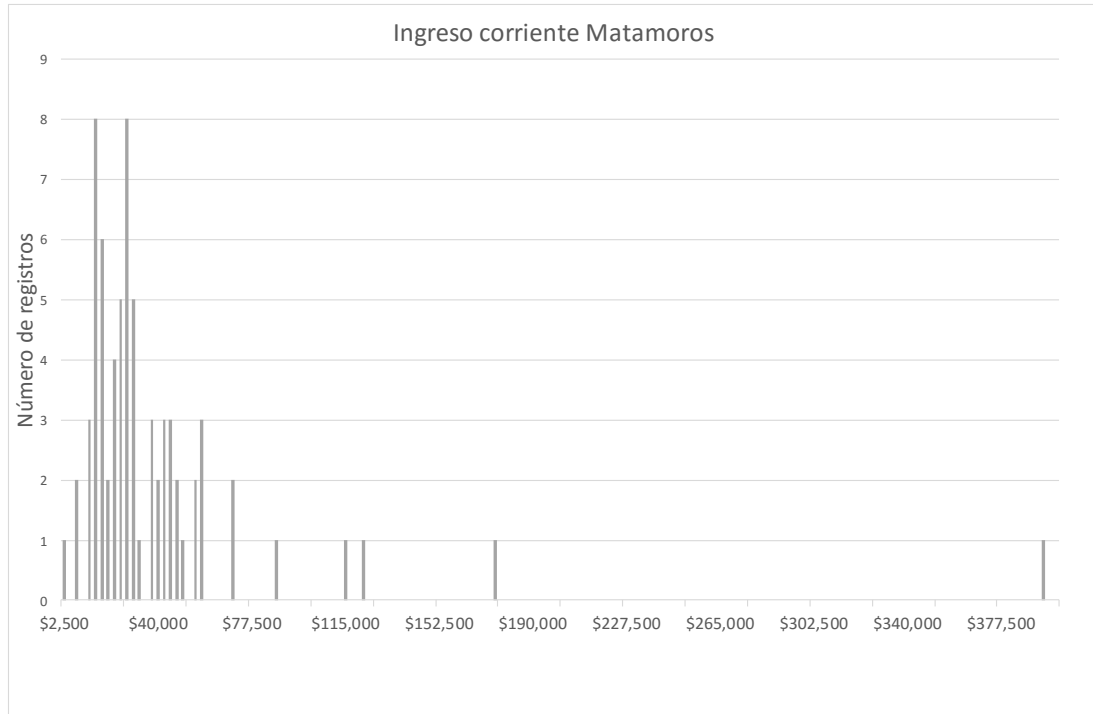


Figura 418. Distribución del ingreso corriente, localidad Heroica Matamoros, 2014 (ENIGH)

11.3. Facturación mensual

Para la facturación mensual, con la ventaja de disponer de datos por hogar y por tanto directamente relacionados al ingreso corriente del periodo, se tiene el gasto en agua (último recibo pagado) según ENIGH 2014. Se tienen los siguientes estadísticos:

La distribución de esta variable muestra, como es de esperarse, un sesgo a la derecha:

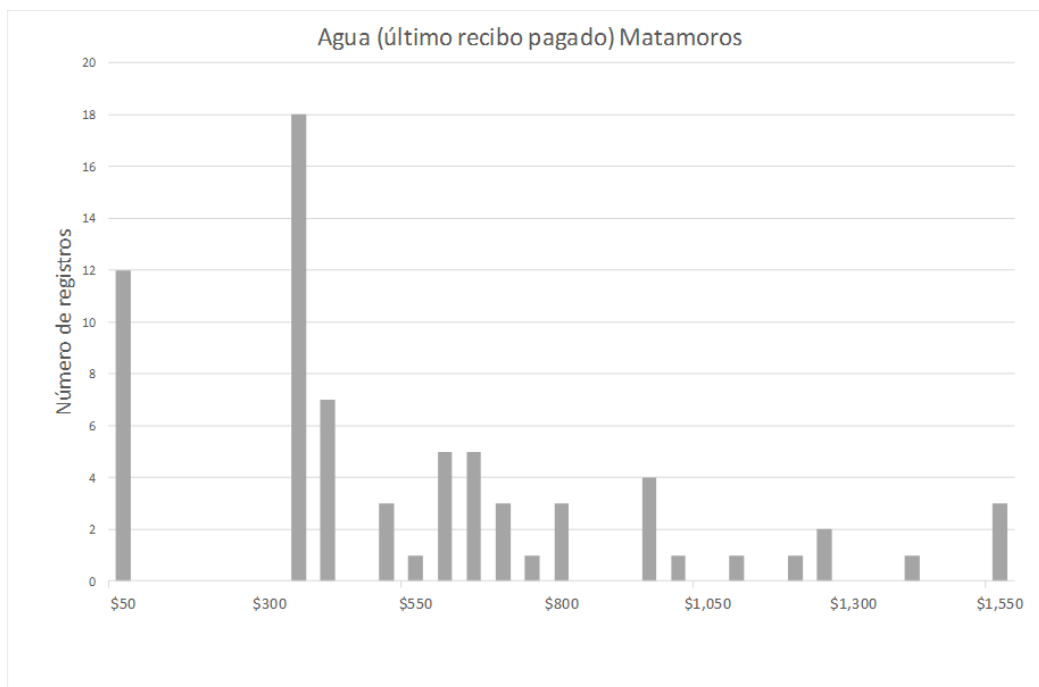


Figura 419. Distribución del agua (último recibo pagado); localidad Heroica de Matamoros, 2014

11.4. Capacidad de pago

La literatura relevante de la capacidad de pago (*affordability*³⁴) presenta el indicador establecido en los Términos de Referencia, como la división del gasto en agua y saneamiento entre el ingreso familiar (Hutton 2013), expresado como porcentaje. En este capítulo se emplean ambos términos indicador o porcentaje.

Los Términos indican el porcentaje de 5% como la referencia a nivel internacional.

Para el análisis se consideraron 3 ciudades con características socioeconómicas y demográficas similares a las de Heroica Matamoros.

En términos demográficos, para el año 2015 el Consejo Nacional de Población (CONAPO) estima en 485,722 habitantes la población de Heroica Matamoros³⁵. Tomando en cuenta la población proyectada al 2015 se seleccionó un conjunto de localidades con población similar.

En términos de características socioeconómicas, el grado de rezago social más actualizado (al 2015) es a nivel municipal, y con esa granularidad, todas las localidades preseleccionadas tuvieron un grado de rezago social de “Muy bajo”.

Para obtener un criterio más detallado, se consideró hacer uso del grado de rezago social por AGEB urbana. Si bien es al 2010, distingue en tres grados posibles³⁶ cada una de las AGEBs que constituyen las localidades

³⁴ Si bien su traducción directa sería “asequibilidad”, término definido como “calidad de asequible”. “Asequible” a su vez, “es lo que puede conseguirse o alcanzarse”. (RAE. 2016. *Diccionario de la lengua española*. Consultado en: <http://dle.rae.es/?id=3xzavas> (15/6/2016)).

³⁵ CONAPO. 2016. *Proyecciones de la población 2010-2050*. Consultado en: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones> (15/06/2016).



urbanas de nuestro país. Considerando la población de cada AGEB urbana, se integró el porcentaje de población de la localidad para cada grado de rezago social. Entre las localidades preseleccionadas, cabe comentar que algunas de ellas tenían pocos o ningún habitante en AGEBs con grado de rezago “Alto” o “Medio”. Heroica Matamoros fue de las pocas localidades con habitantes en AGEBs con grado de rezago “Alto”, de hecho, fue la que mayor porcentaje tuvo de población en esa condición.

Con esto se logró un construir un segundo tamiz, seleccionando las localidades con población en AGEBs urbanas con grado de rezago “Alto” similar a Heroica Matamoros. Se analizará la capacidad de pago de Heroica Matamoros en conjunto con las siguientes tres localidades:

Tabla 278. Localidades para la comparación de indicador de la capacidad de pago

Clave Entidad Federativa	Clave Municipio	Nombre Localidad	Población 2015	% Población en AGEBs con grado de rezago social (2010)		
				Bajo	Medio	Alto
28	022	Heroica Matamoros	485,722	91%	7%	2%
28	027	Nuevo Laredo	401,328	96%	3%	1%
25	012	Mazatlán	416,947	92%	6%	1%
10	005	Victoria de Durango	572,782	93%	7%	1%

Empleando ENIGH, es posible calcular directamente el indicador de capacidad de pago para las cuatro localidades (es decir, el porcentaje resultante de dividir el gasto de agua entre el ingreso corriente). ENIGH, como se reportó para Heroica Matamoros, tiene datos para un número de hogares disponibles para cada localidad al año 2014 (Nuevo Laredo: 53, Mazatlán: 92, Victoria de Durango: 165). El indicador de capacidad de pago tiene el siguiente comportamiento³⁷:

Tabla 279. Indicador de la capacidad de pago de las cuatro localidades (ENIGH-2014)

Indicador	Heroica Matamoros	Nuevo Laredo	Mazatlán	Victoria de Durango
Mínimo	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Mediana	1.5%	1.2%	0.6%	0.6%
Máximo	23.7%	11.9%	3.3%	6.5%
Porcentaje de hogares en ENIGH 2014 que pagan más de 5% de su ingreso corriente	7%	4%	0%	1%

Como puede observarse, Heroica Matamoros es la localidad que tiene mayores valores en los estadísticos del indicador de capacidad de pago de las cuatro localidades. 7% de los hogares de Heroica Matamoros con información disponible en ENIGH pagan más del 5% que es la referencia a nivel mundial según los Términos.

³⁶ Cabe destacar que CONEVAL calcula el grado de rezago social con 5 resultados posibles (“Muy bajo”, “Bajo”, “Medio”, “Alto” y “Muy Alto”) para los ámbitos estatal y municipal. No obstante, la metodología empleada para el ámbito de AGEB urbana da como resultado tres clases (“Bajo”, “Medio” y “Alto”).

³⁷ Como se explicó en nota previa, en distribuciones no simétricas, es decir, sesgadas, como las que presenta el indicador, se prefiere como medida central la mediana y no el promedio. En las tablas de los indicadores se utilizará mínimo, mediana y máximo para dar una idea de la distribución, así como el porcentaje de hogares que paga más del valor de referencia.



Para precisar el análisis del indicador, se dividió la población por quintiles de ingreso corriente, según la recomendación de Hutton (2013). Un quintil es un cálculo que permite dividir la población en cinco grupos basados en su valor en relación con diferentes indicadores, en este caso, ingreso corriente.

Tabla 280. Indicador de la capacidad de pago de Matamoros, según quintiles o grupos de ingresos corrientes de los hogares en ENIGH 2014

Indicador	Quintil 1 (hogares con menores ingresos)	Quintil 2	Quintil 3	Quintil 4	Quintil 5 (hogares con mayores ingresos)
Mínimo	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Mediana	2.7%	2.2%	1.3%	1.7%	0.5%
Máximo	23.7%	6.9%	3.8%	3.0%	3.0%
Porcentaje de hogares en ENIGH 2014 que pagan más de 5% de su ingreso corriente	14%	21%	0%	0%	0%

Tabla 281. Indicador de la capacidad de pago de Nuevo Laredo, según quintiles o grupos de ingresos corrientes de los hogares en ENIGH 2014

Indicador	Quintil 1 (hogares con menores ingresos)	Quintil 2	Quintil 3	Quintil 4	Quintil 5 (hogares con mayores ingresos)
Mínimo	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%	0.0%
Mediana	3.4%	1.2%	1.3%	1.3%	0.5%
Máximo	11.9%	3.7%	3.4%	2.1%	1.0%
Porcentaje de hogares en ENIGH 2014 que pagan más de 5% de su ingreso corriente	20%	0%	0%	0%	0%

Tabla 282. Indicador de la capacidad de pago de Mazatlán, según quintiles o grupos de ingresos corrientes de los hogares en ENIGH 2014

Indicador	Quintil 1 (hogares con menores ingresos)	Quintil 2	Quintil 3	Quintil 4	Quintil 5 (hogares con mayores ingresos)
Mínimo	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.1%
Mediana	1.2%	0.8%	0.6%	0.4%	0.3%
Máximo	3.3%	2.5%	1.7%	1.0%	0.9%
Porcentaje de hogares en ENIGH 2014 que pagan más de 5% de su ingreso corriente	0%	0%	0%	0%	0%

Tabla 283. Indicador de la capacidad de pago de Victoria de Durango, según quintiles o grupos de ingresos corrientes de los hogares en ENIGH 2014

Indicador	Quintil 1 (hogares con menores ingresos)	Quintil 2	Quintil 3	Quintil 4	Quintil 5 (hogares con mayores ingresos)
Mínimo	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
Mediana	1.0%	0.9%	0.8%	0.5%	0.3%
Máximo	6.5%	6.1%	2.9%	1.8%	2.4%
Porcentaje de hogares en ENIGH 2014 que pagan más de 5% de su ingreso corriente	3%	3%	0%	0%	0%



La capacidad de pago es un indicador esquemático, que funciona como regla general (*rule of thumb*), a ser complementada con otros indicadores y estudios. Influyen en su cálculo la varianza tanto del gasto de agua (recordemos que es el último recibo de agua pagado) como el del ingreso corriente. Así como la estructura tarifaria, la existencia de tarifas volumétricas y de cuota fija, los hábitos de consumo, la certeza de la micromedición, la definición de las zonas domésticas residenciales, medias y populares.

Por supuesto, el gasto de agua sirve para sufragar en principio los costos de operación y de la infraestructura (incluyendo financiamiento) de los servicios de agua potable y alcantarillado, que varían de localidad en localidad y que tienen sus propios factores determinantes, entre ellos la eficiencia de la operación, el mantenimiento oportuno, el correcto y ordenado crecimiento urbano, entre otros.

En realidad, la capacidad de pago (*affordability*) es una regla general para estimar a partir de un umbral de referencia (5%), si los gastos de agua se están volviendo inasequibles (al superar el umbral) o si pueden considerarse asequibles (al ser menores que el umbral) para la población.

Siendo que los factores que determinan la facturación son el consumo vinculado a una estructura tarifaria volumétrica o en su defecto a cuota fija, asociados a zonificaciones de zonas domésticas categorizadas como residenciales, medias o populares, se tiene que la progresión en la distribución del ingreso no es reflejada del todo por la facturación: en todas las localidades los valores máximos del indicador de capacidad de pago son relativamente altos para los quintiles de menores ingresos y disminuyen para los de mayores ingresos. Con la distribución de ingresos corrientes, que se encuentra sesgada a la derecha, el gasto de agua en los quintiles de mayores ingresos se divide entre ingresos corrientes significativos, lo que hace disminuir el valor de porcentaje resultante. Debe recordarse que en el concepto de ingresos corrientes se tienen tanto ingresos monetarios como no monetarios.

Lo que se puede inferir de los indicadores de las localidades analizados por quintiles de ingreso:

- Este análisis parte de los mejores valores disponibles en actualidad (2014) y pertinencia (en cada hogar disponible en ENIGH se el dato de ingreso corriente y gasto en agua), exceptuando estudios de campo, para calcular la capacidad de pago. No se omite comentar que al emplear ENIGH, que es representativa a nivel nacional, para estimar indicadores a nivel localidad, se incrementan los márgenes de error y los resultados deben tomarse con reservas.
- En Mazatlán el indicador de capacidad de pago máximo se encuentra en todos los quintiles con un valor menor que el 5% de referencia internacional. El porcentaje de hogares que paga más del 5% de referencia es 0% en todos los quintiles. Una interpretación “en igualdad de circunstancias” (*ceteris paribus*) es que el indicador no sobrepasa el umbral de referencia en esa localidad, por lo que el gasto de agua es asequible para todos los usuarios.
- La siguiente localidad en orden ascendente es Victoria de Durango. Los porcentajes mayores a la referencia de 5% (los máximos de 6.5% y 6.1%) ocurren en los dos quintiles de menores ingresos, si bien en cada quintil solamente el 3% de los hogares con datos disponibles supera la referencia. Se puede interpretar en igualdad de circunstancias que para ciertos hogares de los dos quintiles de menores ingresos el gasto de agua comienza a ser inasequible, lo que sugiere revisar los diversos factores de la facturación para prevenir que más hogares de menores ingresos encuentren inasequible el gasto de agua.
- La siguiente localidad es Nuevo Laredo. El porcentaje mayor a la referencia de 5% ocurre solamente en el quintil de menores ingresos (máximo de 11.9%). En ese quintil de menores ingresos además el



20% de los hogares tienen su indicador con valor superior al umbral. No hay otro quintil donde los hogares superen con su indicador el valor del umbral. Esto sugiere que se revisen los factores que determinan la facturación para los hogares de menores ingresos, donde el 20% puede estar presentando inasequibilidad en el gasto de agua.

- Finalmente, se tiene Heroica Matamoros.
 - o Los dos quintiles de menores ingresos tienen valores máximos (23.7% y 6.9% respectivamente) del indicador que sobrepasan el valor de la referencia internacional.
 - o Los valores máximos del indicador de los tres quintiles restantes, los de mayores ingresos, no sobrepasan el umbral. Los dos quintiles de mayores ingresos tienen como valor máximo del indicador 3.0%, debajo del umbral: en igualdad de circunstancias pueden juzgarse asequibles.
 - o Cabe recordar que en el proceso de selección de las localidades con características similares, se encontró que Heroica Matamoros presenta la mayor proporción de población en AGEBs urbanas con grado de rezago social “Alto” (2%), y la menor proporción de población en AGEBs urbanas con grado de rezago social “Bajo” (91%). En otras palabras, el rezago social medido como porcentaje de la población es mayor en Heroica Matamoros que en el resto de las localidades de comparación. Esto presenta un contexto en contraste con el cual debe contemplarse la información de gasto de agua de la localidad.
 - o Para el 14% de los hogares del quintil de menores ingresos y el 21% del quintil con los segundos menores ingresos el gasto de agua sobrepasa el umbral de referencia, por lo que resultarían inasequibles.

Se sugiere revisar los factores de la facturación para evitar el crecimiento de la inasequibilidad en el gasto de agua para los quintiles de menores ingresos, y en la medida de lo posible, analizar los factores de la facturación para distribuir el gasto de agua de manera más equitativa entre los quintiles de mayores ingresos de la población.



Actualización del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 12 Análisis Financiero





12. Análisis Financiero

12.1. Supuestos

Antes de desarrollar la metodología del modelo financiero, en los siguientes dos apartados se presentan dos de los varios supuestos que intervienen en la elaboración de un modelo de estas características.

Además de las proyecciones de población y de las inversiones (ambos temas desarrollados en capítulos anteriores), se debe contar con una línea base de indicadores de gestión, con la proyección de la demanda de agua potable y de aportación de aguas residuales; así como la información de los estados de financieros (balance y estado de resultados).

En el apartado 12.2 se describe a detalle el objetivo, estructura y escenarios del modelo financiero desarrollado para el Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Matamoros.

12.1.1. Población

En cuanto a la proyección de la población empleando los datos del más reciente censo de población y vivienda de INEGI (2010) y las tasas de crecimiento de CONAPO, se tiene lo siguiente:

Tabla 284. Proyección de la Población

	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Heroica Matamoros	449,815	476,222	505,709	534,413	560,699	583,199

Fuente: INEGI y CONAPO

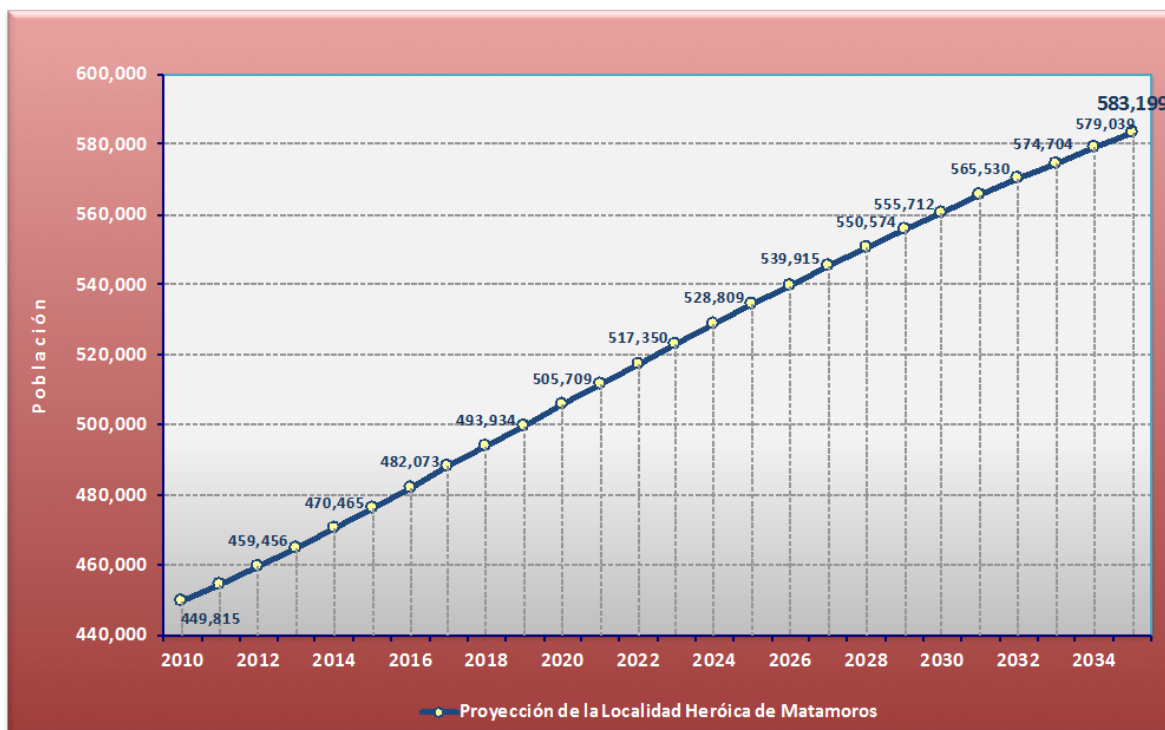


Figura 420. Proyección de la Población

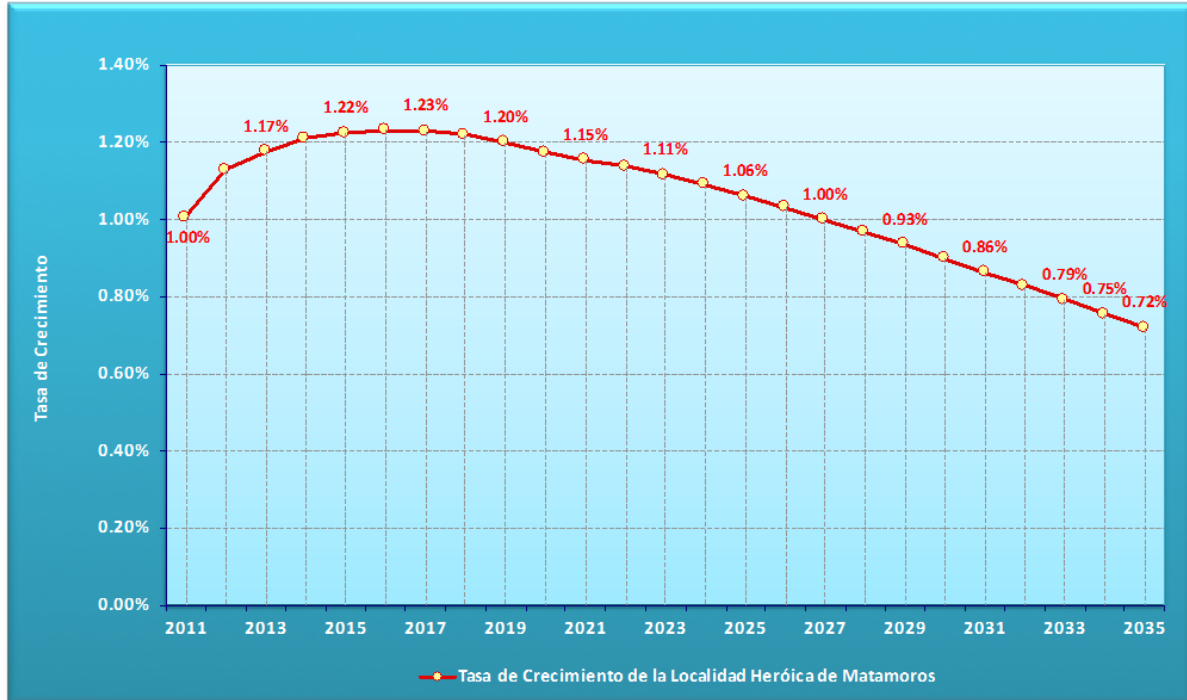


Figura 421. Tasas de crecimiento de Población (2010-2035)

12.1.2. Inversiones

Por lo que toca a la proyección de las inversiones, en los capítulos 7 y 8 se desarrollaron el programa de obras y acciones y el programa de inversiones respectivamente.

Tabla 285. Programa de inversiones 2016-2035

Programa	2016	2017	2018	2019	2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	Total
1. Infraestructura de Agua Potable	14.0	68.0	75.0	33.9	56.9	340.5	55.8	17.2	661.2
2. Infraestructura de Alcantarillado	56.6	107.5	123.6	91.8	43.3	370.3	439.6	424.8	1,657.6
3. Infraestructura de Saneamiento	0.3	6.2	11.2	29.4	11.4	30.6	62.7	0.0	151.8
4. Consolidación	37.8	69.7	100.1	67.0	50.8	158.9	9.7	0.0	494.0
Total	108.7	251.4	309.9	222.1	162.4	900.2	567.8	442.0	2,964.5

12.2. Modelo Financiero

Derivado de los resultados y de la información obtenidos en los capítulos anteriores, se diseñó un programa de obras y acciones, mismas que permitirán a la JAD mejorar los servicios que ofrece a la población de Matamoros, apoyándose en una consolidación técnica y financieramente mediante un incremento en sus niveles de eficiencia operativa, comercial y financiera, con lo cual podrá colocarse en una posición favorable para hacer frente a las inversiones que se requieren para mejorar la infraestructura y con ella, los servicios.

A fin de evaluar las bondades y beneficios de llevar a cabo los paquetes de acciones que conforman el programas de inversiones, se desarrolló un modelo técnico financiero mediante el cual se podrán realizar diversas simulaciones en las que el usuario puede modificar diversas variables que se traducen en última



instancia en modificaciones a los ingresos o a los egresos, reflejándose en un estado de resultados. Al mismo tiempo, las decisiones que tome el usuario impactarán en los principales indicadores de gestión.

El programa de inversiones propuesto derivado de la elaboración del Plan Maestro se integra en los rubros descritos a continuación en sus cuatro alternativas propuestas:

Tabla 286. Componentes del Programa de Inversiones

Concepto	Acciones
Agua potable	Captación y Conducción Potabilización Regulación y alimentación Red de distribución Otros
Alcantarillado	Red de atajeas Colectores y subcolectores Otros
Saneamiento	Plantas de tratamiento Otros
Consolidación	Incremento de las eficiencias física e hidráulica Mejoramiento de la eficiencia energética Fortalecimiento de la facturación y cobranza Programa de mejora en el control de usuarios

El Modelo Financiero permite construir y simular las proyecciones de las diversas variables, a fin de lograr una prestación adecuada de los servicios en condiciones de sostenibilidad financiera.

La viabilidad financiera de la JAD se emula también a través del análisis de los principales indicadores, derivados de los estados pro-forma que produce el modelo (estado de resultados y balance), así como las tendencias de los mismos a lo largo del periodo del proyecto.

Objetivo del modelo

El objetivo del Modelo Financiero es verificar la factibilidad financiera de la JAD a fin de que pueda expandir sus servicios y operación de acuerdo con la proyección de demanda, el plan de inversiones identificado y los costos de operación asociados tomando en cuenta la canalización de recursos no recuperables provenientes de alguno o algunos programas institucionales instrumentados por instituciones nacionales o binacionales, así como otras fuentes de viables de financiamiento como son créditos provenientes de la banca comercial y de desarrollo, aportaciones estatales, municipales y generación interna de caja.

El modelo desarrollado en Excel© permite la evaluación de diferentes alternativas, de tal forma que sea posible la verificación de las opciones más viables a través de la simulación de diversos escenarios mediante la combinación de las variables.

De igual forma, el modelo se alimenta con un conjunto de datos y parámetros generados durante la elaboración del Plan Maestro como son: proyecciones de demanda, programa de inversiones, costos de operación, estimación de tarifas y subsidios, estructura y proyección de la deuda así como estimación de otros gastos e ingresos.



Estructura del modelo

El diseño y operación del modelo es de carácter general y se buscó la forma de lograr una fácil operación del mismo y está orientado a determinar la capacidad de generación de recursos financieros por parte de la JAD incorporando los siguientes aspectos:

- Entorno demográfico.
- Demanda de servicio de agua y alcantarillado, desglosado por usuario (residencial, comercial, industrial, y público).
- Inversiones requeridas para ampliar la infraestructura y cobertura de los servicios.
- Diferentes indicadores de gestión.
- Variables financieras, tales como tasa de interés y plazos; tasa de inflación, garantías, tasa de descuento, tasa de retorno requerida sobre la inversión, etc.
- Fuentes de financiamiento y estructura de capital. Estructura y monto de los subsidios directos de operación y de capital (como son aportaciones a través de programas institucionales).
- Estructura de los costos de operación.

La estructura y el orden en el procesamiento de la información del Modelo Financiero se presentan en el siguiente diagrama de flujo; en azul están indicadas las entradas como son información histórica y metas a ser alcanzadas, el verde se indican las etapas a través de las cuales se procesa la información y en naranja se encuentran las salidas de información.



Figura 422. Estructura del Modelo Financiero



Para llevar a cabo lo anterior, el modelo se integra por una serie de hojas vinculadas e interrelacionados en un archivo elaborado en Excel©:

Selección de alternativas.- En esta hoja se constituye como un tablero de control, y aquí se pueden determinar qué acciones del Programa de Inversiones se llevan a cabo, y si son susceptibles de recibir algún apoyo no recuperable. De igual forma, permite definir el año en el cual se puede iniciar su ejecución.

En esta hoja también se puede definir el porcentaje de incremento en los costos de operación y en los gastos generales, así como la posibilidad de acceder a fuentes de financiamiento alternas (créditos) y definir las características de los mismos como son la tasa aplicable, el plazo, el año de solicitud y el monto.

Permite aplicar incrementos a la tarifa de agua en un determinado año. De igual forma permite modelar el efecto que tiene la recuperación de la cartera vencida en un cierto periodo y permite definir el incremento en la eficiencia comercial que se pudiera presentar como consecuencia de llevar a cabo las acciones del sistema comercial.

Estado de resultados.- Con base en los datos de entrada y en las consideraciones definidas en la hoja de selección de alternativas, se efectúa la proyección de ingresos y egresos a lo largo del periodo de análisis.

Programa de inversión- En esta hoja se definen los conceptos y montos de inversión requeridos, y de igual forma se distribuyen a lo largo del tiempo. Los componentes del mismo están relacionados con el abastecimiento de agua, alcantarillado, saneamiento y mejora de las eficiencias del sistema.

Indicadores.- En esta hoja se calculan las proyecciones de los principales indicadores técnicos y financieros como son los niveles de eficiencias, coberturas, liquidez, el apalancamiento, la rentabilidad, así como el capital de trabajo.

Sectores.- En esta hoja se definen las características de los distritos o sectores descentralizados. Mediante la implementación de estos sectores se pretende contribuir al incremento de la eficiencia física y comercial mediante la adopción de esquemas de participación privada.

Facturación y cobranza.- Con base en la proyección de la población y la cobertura de agua potable se calcula el volumen necesario a producir a fin de satisfacer la demanda. A dicho volumen se le restará el correspondiente al agua no contabilizada para obtener los volúmenes facturados y cobrados por concepto de agua, alcantarillado y saneamiento durante el periodo de análisis. Para la proyección de dichos ingresos se toma en cuenta la tarifa promedio ponderada.

Pagos de derechos.- Considera el pago de derechos de agua en lo correspondiente a extracción de pozos y fuentes superficiales, así como el pago de derechos por descargas.

Créditos.- En esta hoja se realiza la amortización de los créditos provenientes de la banca privada o alguna otra fuente de acuerdo a las características definidas para cada uno de los mismos en la hoja de definición de variables.

Depreciaciones.- En esta hoja se realizan las deducciones anuales de las propiedades, maquinaria y equipo. Es de gran utilidad debido a que se utiliza para entender que las inversiones que se realizan de forma permanente disminuyen con el tiempo su potencial de servicio. Los activos se deprecian con base en



criterios económicos considerando como el plazo aquel periodo de tiempo durante el cual se utilizan de forma efectiva en la realización de alguna actividad. En el caso del modelo se realiza el cálculo de las depreciaciones para los conceptos de obras de agua potable, alcantarillado y saneamiento, equipo de transporte, maquinaria y equipo, edificios así como mobiliario de oficinas.

Balance.- En esta hoja se refleja la situación del patrimonio del organismo operador de forma anual. El balance se estructura a través de tres conceptos: activo, pasivo y capital, desarrollados cada uno de ellos en grupos de cuentas que representan los diferentes elementos patrimoniales. El activo incluye todas aquellas cuentas que reflejan los valores de lo que dispone la entidad y la hoja de cálculo toma en cuenta que todos los elementos del activo son susceptibles de traer dinero a la empresa en el futuro. El pasivo muestra todas las obligaciones económicas del organismo operador y es la base para determinar las contingencias que deban registrarse. El patrimonio neto es la diferencia entre el activo y el pasivo y es un reflejo de la capacidad que tiene el organismo operador de autofinanciarse.

Flujo de caja.- Esta hoja realiza los cálculos para obtener el flujo de caja anual a lo largo del periodo de análisis.

Proyección población.- Realiza la proyección de la población con base en la información de fuentes de tipo oficial como son el INEGI y CONAPO. De igual forma, considera la proyección resultado de este estudio.

Demanda estimada.- En esta hoja se calcula la demanda total con base en el padrón de usuarios, las dotaciones y el comportamiento en el nivel de la eficiencia física.

Datos básicos.- Son los datos base del organismo operador, a partir de los cuales se calculan los indicadores de gestión y sirven de base para las proyecciones y operaciones que realiza el modelo.

Supuestos comerciales.- Con base en los datos básicos del organismo operador; esta hoja realiza diversas operaciones vinculadas a la facturación y a los ingresos derivados de la prestación de los servicios.

Escenario base.- Es una proyección de variables clave en el cual se apoya el modelo para realizar las proyecciones de las diversas componentes y mostrar el impacto que tienen las acciones contenidas en el Programa de inversiones a fin de ver reflejado el beneficio.

Proyecto PPS 1 y PPS 2.- Estas dos hojas permiten incorporar las características de proyectos que pudieran ser llevados a cabo bajo un esquema de asociación público privada de largo plazo como pudiera ser una planta de tratamiento de aguas residuales o algún proyecto de abastecimiento.

La estructura y el orden en el procesamiento de la información del Modelo de Análisis Financiero constan de entradas como son información histórica y metas a ser alcanzadas, procesamiento de la información y salidas de información.

12.3. Escenarios

El modelo financiero está diseñado para poder simular diversos escenarios con base en la definición de distintas variables. Es importante destacar que la hoja denominada Selección de Alternativas permite manipular las principales variables a ser consideradas, en especial el programa de inversiones y la tarifa ponderada.



A continuación se presenta un cuadro en el cual se define cada uno de los escenarios propuestos para mejorar la prestación de los servicios:

Tabla 287. Escenarios planteados

Escenario	Valor Actual Neto (millones de pesos)	Consideraciones
Escenario 1 Situación Actual	\$88.0	<ul style="list-style-type: none"> No se pone en marcha el programa de inversiones. Las eficiencias física y comercial se mantienen constantes. La tarifa promedio ponderada se incrementa un 3% en términos reales el primer año y 2.5% durante los siguientes 3 años. Los costos de operación se incrementan a razón del 6%, que es el promedio presentado en los últimos tres años.
Escenario 2 Situación Actual con Proyecto	143.0	<ul style="list-style-type: none"> Se pone en marcha el Programa de Infraestructura con subsidios moderados de acuerdo a cada componente (entre el 0% y el 25% en promedio). Se pone en marcha el 30% del componente de Consolidación para mantener las eficiencias física y comercial en los niveles actuales. La tarifa promedio ponderada se incrementa un 1.5% en términos reales durante los primeros 4 años. Se logra un control de los costos operacionales reduciendo la tendencia de crecimiento del 6% al 3.0%.
Escenario 3 Aumento de eficiencias	\$3,357.8	<ul style="list-style-type: none"> Se pone en marcha el Programa de Infraestructura con subsidios conservadores de acuerdo a cada componente (entre el 0% y el 15% en promedio). Se pone en marcha el componente de Consolidación para incrementar la eficiencia física en 10% y la comercial en 15%. La tarifa promedio ponderada no se incrementa en términos reales Se logra un mejor control de los costos operacionales reduciendo la tendencia de crecimiento del 6% al 3.0%.



Derivado del planteamiento de los diversos escenarios, a continuación se muestran algunas de las figuras que el modelo proyecta a lo largo del periodo de análisis:

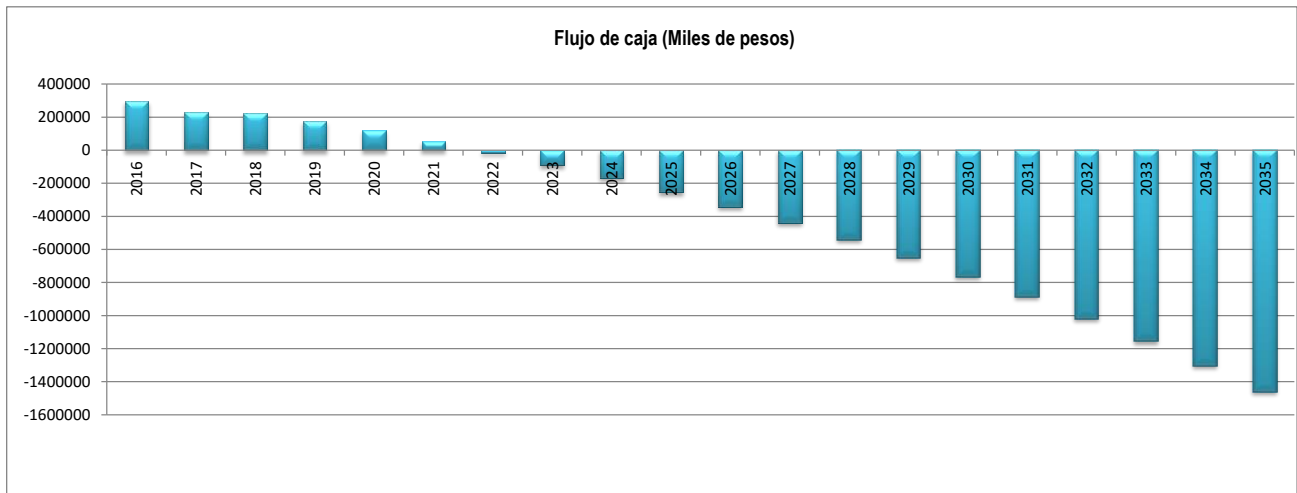
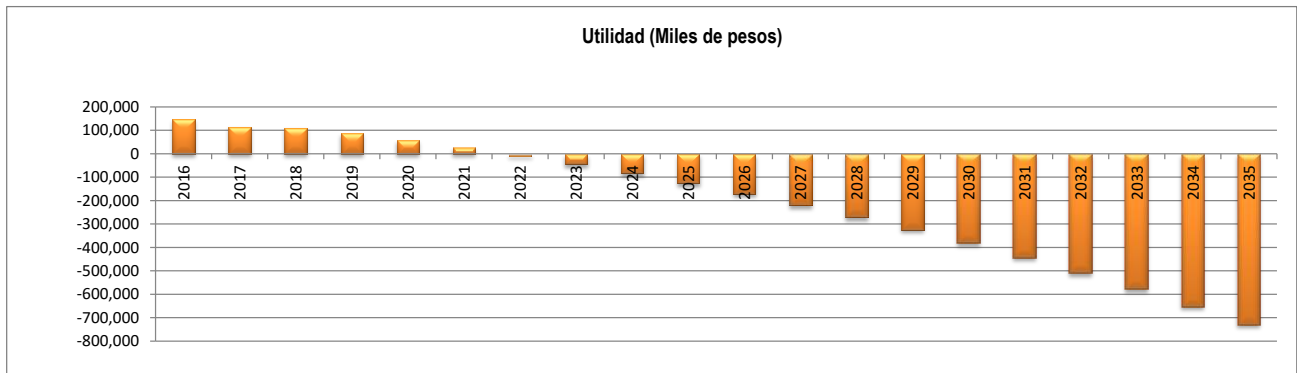
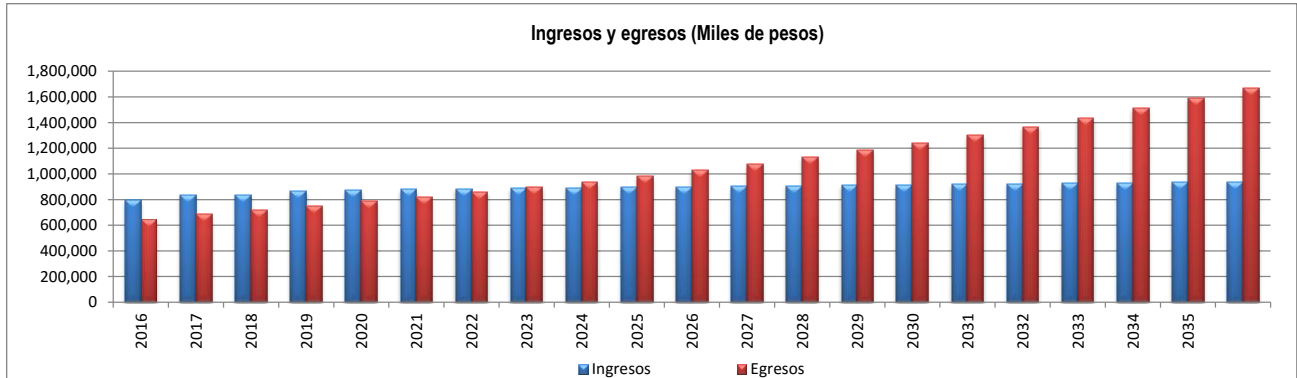


Figura 423. Ingresos, egresos, utilidades y flujo de caja del Escenario 1



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

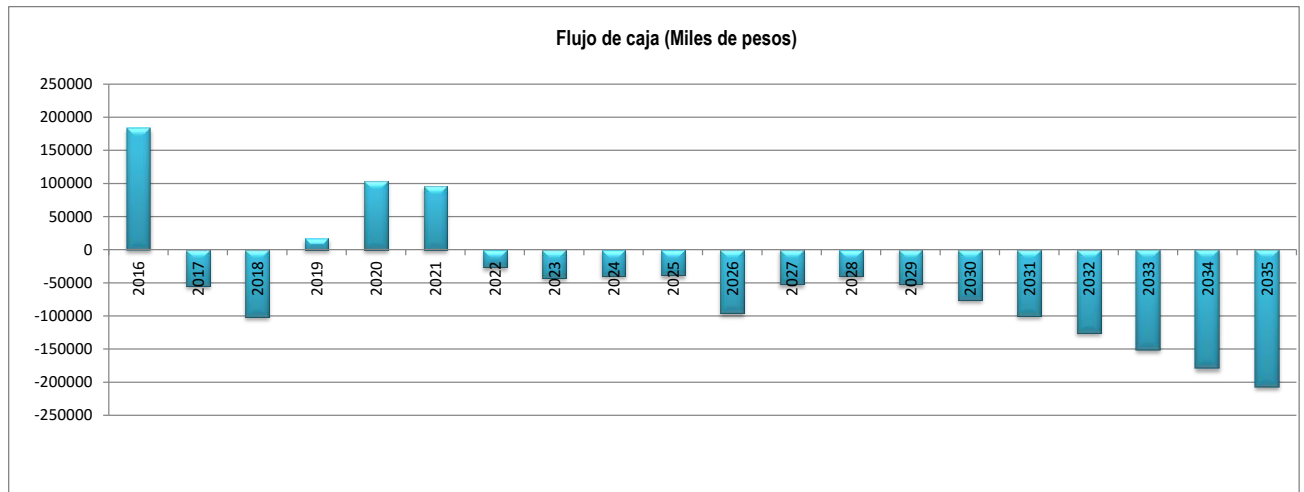
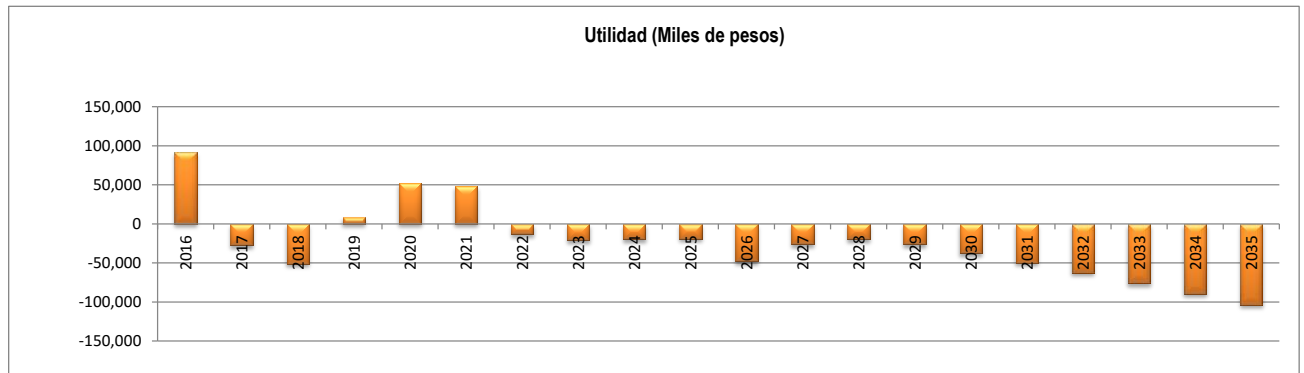
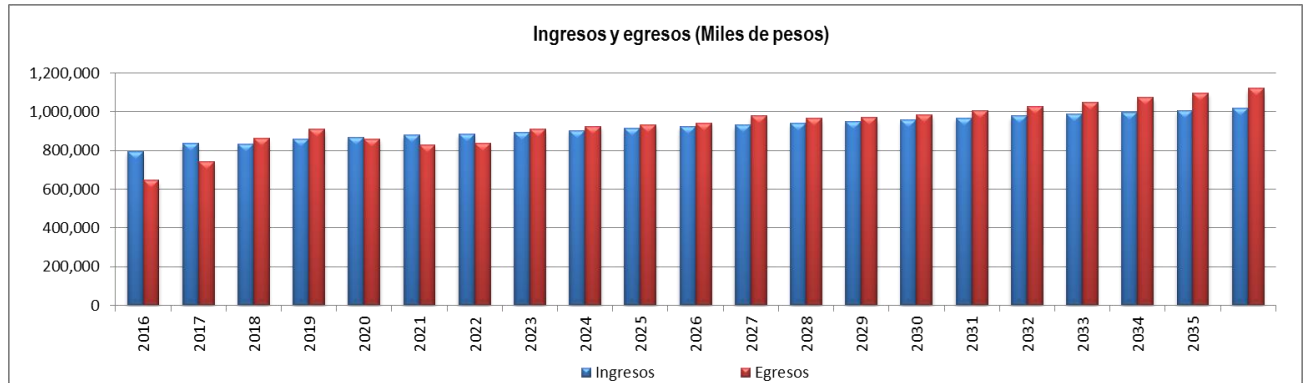


Figura 424. Ingresos, egresos, utilidades y flujo de caja del Escenario 2



ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS

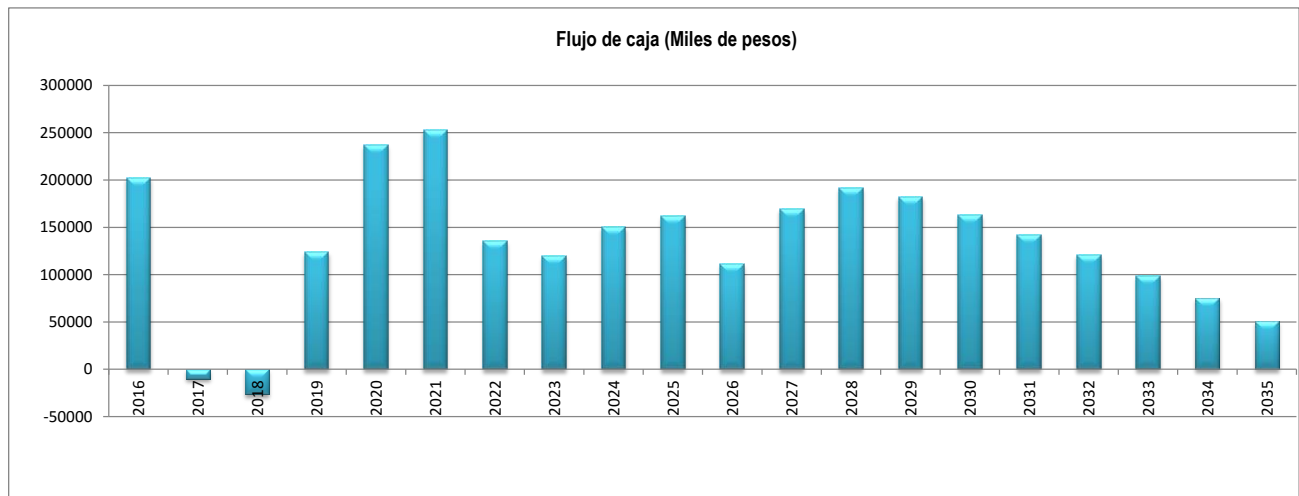
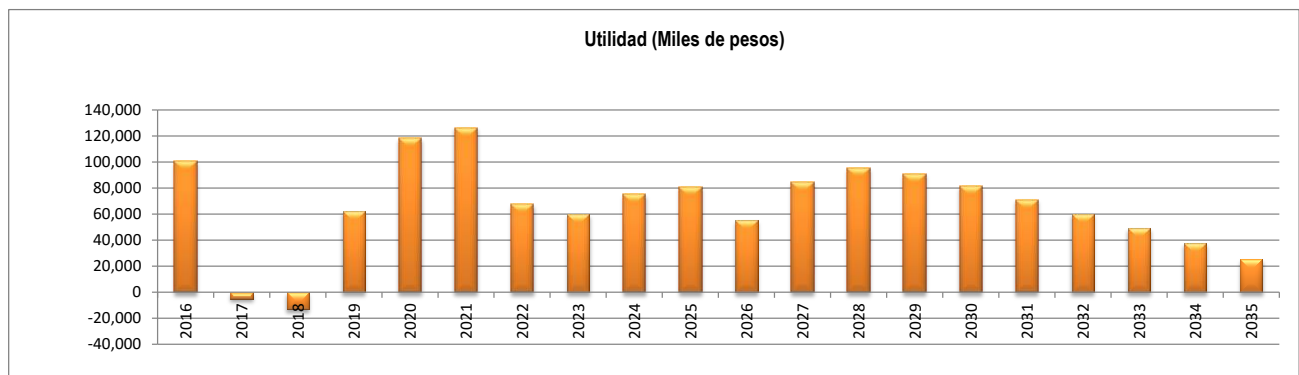
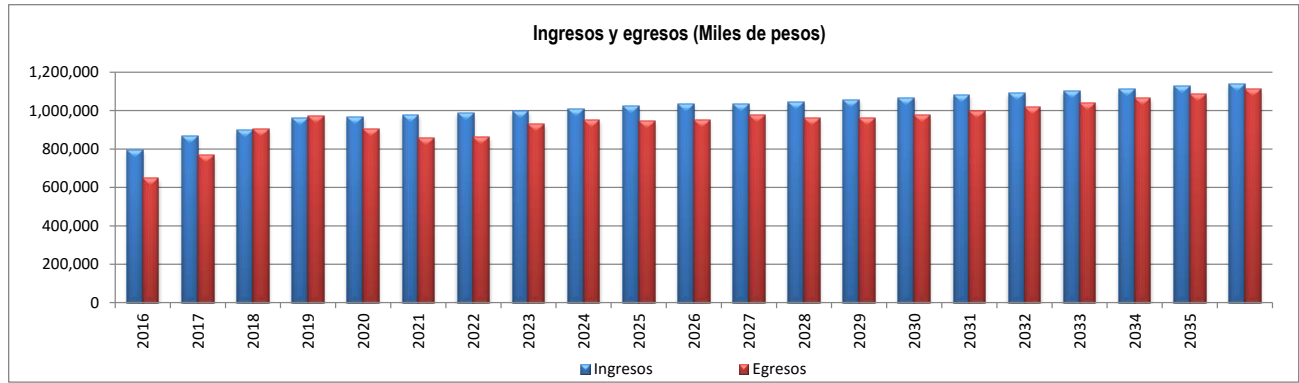


Figura 425. Ingresos, egresos, utilidades y flujo de caja del Escenario 3

Mediante el uso del Modelo Financiero se llevó a cabo el planteamiento de tres escenarios modificando las principales variables, por lo que, derivado de lo anterior se pueden destacar los siguientes aspectos:

- a. La JAD presenta una situación financiera estable con márgenes de operación positivos en los últimos tres años, aunque por otro lado sus costos operativos presentan una tasa de crecimiento mayor a la de los ingresos.



- b. Se puede apreciar que en su conjunto las necesidades de inversión son relativamente elevadas (150 millones de pesos por año que representan casi el 20% de los ingresos totales de 2015 y la tercera parte de los ingresos por servicios) por lo que resulta conveniente que para poder llevar a cabo el total de las acciones identificadas se implementen acciones que apunten los ingresos del organismo y reduzcan los costos operativos, particularmente el de personal, cuya incidencia es de alrededor del 60% respecto a los costos operativos.
- c. El apoyo no recuperable es un factor de gran importancia para financiar parcialmente los componentes del programa de inversiones, sin embargo, es primordial enfocar los esfuerzos hacia un uso sustentable del agua que se suministra a los usuarios, y para tal fin, el poder consolidar al organismo operador mediante el incremento de eficiencias le permitirá enfrentar compromisos de mayor envergadura. De igual forma, es necesario tender hacia la consolidación del JAD de modo tal que los subsidios se puedan ir reduciendo paulatinamente, razón por la cual en los escenarios planteados se propone un subsidio no mayor al 25% para cada componente.
- d. Es importante resaltar que, para poder invertir en infraestructura y en incremento de coberturas, no debe de soslayarse el incremento en la tarifa de agua. Si bien el tema del incremento a las tarifas muchas veces tiene un componente político y social, será necesario sensibilizar a los usuarios y sobre todo a las autoridades municipales sobre las repercusiones e impactos adversos que tiene una tarifa inadecuada sobre la viabilidad financiera de largo plazo del Organismo.

12.4. Estructura tarifaria

La estructura tarifaria es la forma de asignar el precio promedio entre los diferentes tipos de usuarios que el organismo operador debe cobrar para recuperar los costos por los servicios prestados; y deben estar concebidos para reconciliar al máximo sus objetivos de calidad de servicio y recuperar todos los costos que la empresa de servicios incurre para prestar el servicio lo que le permite eventualmente la sostenibilidad financiera de largo plazo. En general en la definición de una estructura tarifaria se consideran cuatro conceptos básicos:

1. Un cargo fijo para cubrir los costos fijos de la empresa de servicios;
2. Un cargo variable para cubrir los costos variables de la empresa de servicios;
3. Un subsidio explícito para asegurar que los usuarios más pobres puedan disfrutar de un servicio básico; y
4. Una tasa de solidaridad social a todos los usuarios no pobres que permita recuperar el subsidio otorgado.

Además, idealmente la estructura debe estar apoyada en:

1. Un reglamento de los servicios que defina los derechos y obligaciones de los usuarios y de la empresa de servicios;
2. Un sistema comercial que permita mantener información actualizada y confiable sobre los usuarios;
3. Un sistema de regulación o vigilancia de los servicios para asegurar: a) un equilibrio entre los derechos y obligaciones de los usuarios y la empresa de servicios; b) que los servicios se presten adecuada y eficientemente para evitar trasladar los costos causados por ineficiencias a los usuarios; y c) que las empresas de servicios no abusen de su posición de monopolio, en detrimento de los usuarios.



Las empresas de agua y alcantarillado tienen diferentes tipos de estructuras tarifarias para la provisión de los servicios de agua y alcantarillado a los consumidores finales. Los operadores privados tratarán de emplear tarifas de precio marginal decreciente (p. ej. Tarifas de Bloque Decreciente [*Decreasing Block Tariffs* o DBT]), para incrementar sus ingresos al promover un mayor consumo de agua. Los tomadores de decisiones en políticas públicas generalmente abogan por el uso de Tarifas de Bloque Incremental [*Increasing Block Tariffs* o IBT]), para proveer incentivos para la conservación del agua. Para definir los tipos de estructura tarifaria más comunes, se deben identificar sus componentes:

- Un componente fijo (f), independiente del volumen de agua consumido
- Un volumen mínimo (m), en el cual los consumidores solamente pagan el componente fijo; cuando se tienen consumos mayores se aplican tarifas volumétricas
- Bloques para los que se establecen diferentes precios unitarios.

En la siguiente figura se muestran estructuras tarifarias típicas. El eje horizontal muestra la cantidad de agua consumida durante el periodo de facturación; en tanto que el eje vertical muestra el importe facturado durante ese mismo periodo.

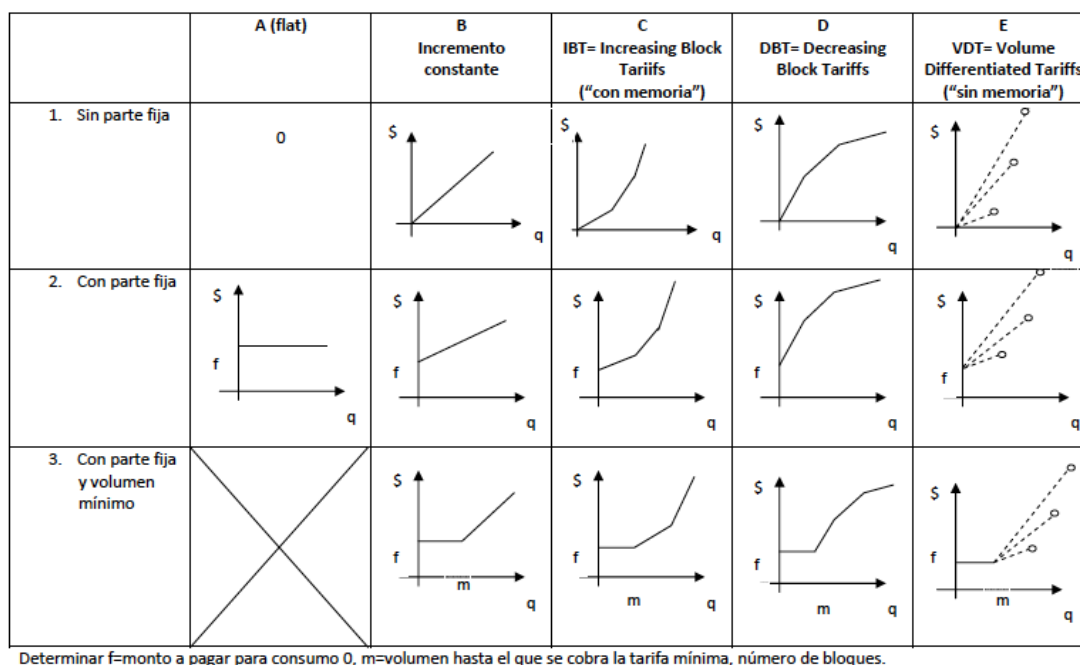


Figura 426. Clasificación de las estructuras tarifarias de agua

Con base en esta clasificación de las estructuras tarifarias, podemos decir que la de la JAD de Matamoros es una estructura tipo B1, es decir sin componente fijo y de incremento constante. En la siguiente figura se presenta el costo por m^3 para los tipos de usuario doméstico, comercial, público (estas dos idénticas) e industrial.

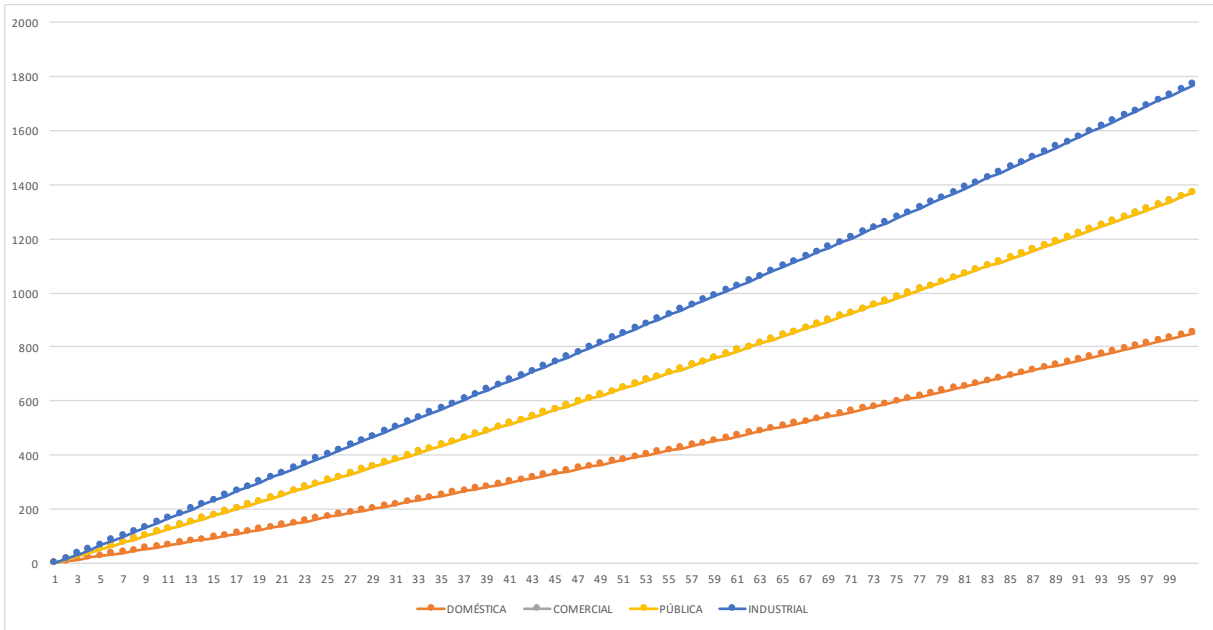


Figura 427. Estructura tarifaria vigente

De acuerdo con los resultados del modelo financiero, en el escenario 3 se plantea además de un incremento de eficiencias, un incremento a las tarifas. Lo que el modelo maneja es un incremento a la tarifa promedio ponderada (monto facturado entre volumen facturado) del 1% durante los siguientes 4 años. Si aplicamos estos incrementos a las tarifas vigentes, tendríamos lo siguiente para la tarifa doméstica.

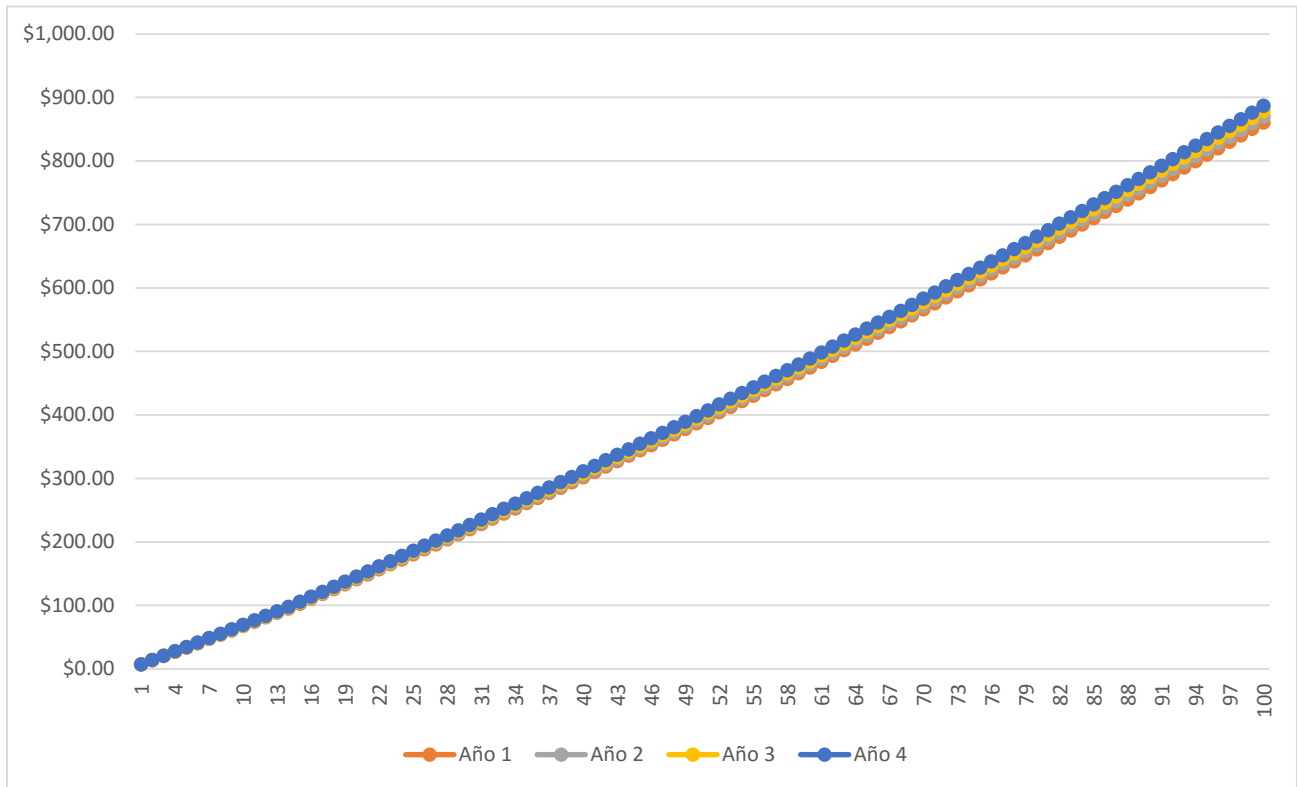


Figura 428. Incrementos a las tarifas domésticas.



*ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO
Y SANEAMIENTO EN MATAMOROS, TAMAULIPAS*

Como se puede observar la estructura tarifaria es por tipo de usuario y es creciente como lo solicitan los términos de referencia; por lo que las recomendaciones serían: 1) indexar la tarifa a la inflación mensual y 2) aplicar los incrementos anuales recomendados en el análisis financiero.

Para mayor detalle del modelo financiero, consultar el anexo 22.



Actualización del Plan Maestro de
Agua Potable, Alcantarillado y
Saneamiento en
Matamoros, Tamaulipas

Capítulo 13
Conclusiones y
recomendaciones





13. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La frontera entre México y los Estados Unidos de América se caracteriza por un intenso flujo de personas en ambos sentidos y fuertes limitaciones de los recursos hídricos de las cuencas y acuíferos que son compartidos. Esta situación se da en un contexto en el que predominan marcadas diferencias sociales y económicas entre ambos países -a lo que habría que sumar las diferencias culturales e institucionales- pero que a pesar de estas diferencias la frontera entre México y los Estados Unidos ha sido escenario de un proceso exitoso de construcción de acuerdos en materia de agua entre ambos países que se cifran en la firma de la Convención de 1906 y el Tratado de 1944, en donde se acuerda el intercambio de volúmenes de agua superficial de los ríos Bravo o Grande, Colorado y Tijuana.

La Ciudad de Matamoros, junto con la ciudad de Brownsville en los Estados Unidos forma una de las quince Ciudades Hermanas que se ubican a lo largo de la frontera entre México y los Estados Unidos de América. Su problemática reviste particular importancia y se caracteriza de manera general por lo siguiente:

- El acelerado crecimiento demográfico y la transformación económica que tuvo lugar en las áreas urbanas fronterizas, particularmente después de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).
- La presencia aún significativa de las áreas agrícolas que, si bien han disminuido sensiblemente su participación en el PIB de la región, siguen representando una fuente importante de demanda de agua y de contaminación dispersa.
- La presencia de grandes conglomerados urbanos en los que abundan los problemas de marginación y demanda creciente de servicios.
- La naturaleza económica de la producción industrial de la frontera, basada en gran medida en un modelo maquilador que implica un grado especial de vulnerabilidad ante los cambios en el entorno macroeconómico; así como una configuración particular de su estructura productiva, con impacto en el tipo de residuos que se producen.
- La recurrencia de crisis de carácter hidrológico o meteorológico que, si bien han podido ser encauzadas con base en los instrumentos diplomáticos y de coordinación existentes, presionan cada vez más a los gobiernos de ambos países en relación con los reclamos de sus usuarios y de sus organizaciones sociales.
- El hecho de que en ambos lados de la frontera existen gobiernos municipales autónomos, así como gobiernos estatales autónomos y soberanos, con facultades distribuidas en términos de las funciones de regulación ambiental, de salud pública, de administración del agua, de los servicios municipales y del control del uso del suelo.

En cuanto al medio físico, la zona de estudio se caracteriza por:



- Poseer un clima de semiseco muy cálido a cálido con lluvias escasas todo el año, promediando una lámina anual de 600 milímetros;
- A pesar de que se presentan importantes periodos de sequía, las inundaciones son un serio problema en la ciudad de Matamoros debido a su altitud con respecto al nivel medio del mar y a la existencia de una red de canales de riego y drenaje que forman parte de la traza urbana, que la hacen vulnerable ante la presencia de fenómenos ciclónicos.
- El municipio de Matamoros se ubica dentro de la Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo (RHA VI) en la parte baja del Bajo Bravo, dentro de la Región Hidrológica No. 24 Bravo-Conchos³⁸, la cual a pesar de que presenta un superávit marginal en su balance, en los hechos no tiene disponibilidad para nuevos aprovechamientos, lo que revela un sobre-concesionamiento a los diferentes usos consuntivos.
- La disponibilidad de aguas subterráneas en el acuífero Bajo Río Bravo en el que se ubica Matamoros, se considera suficiente para cubrir la demanda de agua a largo plazo, sin embargo presenta una seria limitante para su aprovechamiento como fuente alternativa de agua potable, la cual tiene que ver con el alto grado de salinidad que se ha encontrado en una gran parte del acuífero.
- El cambio climático plantea un entorno aún más crítico, debido a que los escenarios que se han proyectado al futuro para la zona en la que se encuentra Matamoros manejan la posibilidad de que se presente una reducción entre un 10% y un 20% de la precipitación pluvial³⁹, lo que implicaría una fuerte alteración del régimen hidrológico del que depende la disponibilidad de agua en la zona.

En el ámbito socio-demográfico, la frontera norte de México se ha destacado como una de las regiones con mayor dinamismo en todo el país. El surgimiento de una forma de trabajo, donde la inversión extranjera aprovechó la mano de obra del obrero mexicano y de esta forma redujo sus costos de producción de una manera significativa, creó un modelo de desarrollo económico regional que trajo como consecuencia una explosión demográfica, que de acuerdo con los datos base del censo de 2000, en la ciudad Matamoros residían 376 mil 279 personas, 110 mil 224 más que las existentes en 1990, mostrando un ritmo de crecimiento promedio anual de 3.53%, cifra similar a la tasa que se presentó entre 1980 y 1990, del 3.49%. En contraste, la tasa promedio registrada entre 2000 y 2010 se redujo considerablemente a niveles del 1.8% anual promedio.

Durante este periodo (1990-2010) en el que la población de Matamoros creció un 70%, la demanda de servicios públicos -particularmente los de agua potable y saneamiento- condujo a buscar estrategias de cooperación binacional para implementar alternativas que ayudaran a superar los retos que imponen tanto la necesidad de más y mejor infraestructura, como la escasez del recurso.

En cuanto a los servicios de agua potable y alcantarillado, la JAD tiene una estructura administrativa encabezada por un Consejo de Administración, un Gerente General y cuatro gerencias, con una plantilla de

³⁸ Además de una pequeña porción que pertenece a la Región Hidrológica No. 25 San Fernando-Soto La Marina

³⁹ Fuente: Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC). Gobierno de la República (2014). p. 17



870 trabajadores. Al cierre de abril de 2015 la JAD contaba con un padrón de usuarios de 155,079 tomas, de las cuales el 94% eran de tipo doméstico y el 6% de tipo no doméstico; el 58% tenían servicio medido y el 42% estaban bajo el régimen de cuota fija.

De mayo 2014 a abril 2015 se registró un volumen extraído de 70.1 millones de m³ y una producción de 62.0⁴⁰ millones de m³ así como un volumen facturado de 46.0 millones m³. El elevado porcentaje de usuarios en cuota fija generan una sobrefacturación de 14.6 millones m³, lo que se traduce a una facturación real de 31.4 millones m³, por lo que la eficiencia física de la JAD es del 50.6%. Así mismo la cobranza por concepto de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento fue de 442.5 millones de pesos, registrando una eficiencia comercial del 60%.

La eficiencia global⁴¹ de la JAD, que representa el porcentaje de metros cúbicos que cobra respecto a los metros cúbicos que extrae, es del 30%, lo que refleja importantes áreas de oportunidad en la mejora de las eficiencias del organismo.

Sus ingresos totales son mayores a sus egresos en casi un 15%, y sus ingresos operativos superan en más del 20% sus costos operativos. Su tarifa promedio ponderada es de \$23.55 por metro cúbico y tiene un ingreso por toma al año de poco más de 2,800 pesos.

Para el abastecimiento de agua la JAD cuenta con la siguiente infraestructura:

Componente del Sistema	Cantidad	Generalidades
Obra de toma	2	7 EB - 1,143 H.P. - Extracción de 2,222 litros por segundo (L/s).
Lagunas de pre-sedimentación	3	Cap. 780,000 m ³
Plantas Potabilizadoras	4	Cap. Nominal de 2,800 L/s. y un caudal suministrado de 1,965 L/s.
Acueductos (Km)	6.5	De 36" a 72" de diámetro, en concreto, Extru-pak y A-C
Líneas de conducción e interconexión (Km)	85.7	De 3" a 72" de diámetro en PVC, A-C, Extru-Pak, Fo. Fo., y Concreto
Plantas de Bombeo (tanques de agua clara)	16	27 EB - 2,900 H.P. - 16,000 m ³
Plantas de Bombeo	17	33 EB - 1,153 H.P. - 5,180 m ³ . Y 4 plantas de bombeo F.O.
Tanques de regulación	10	12,220 m ³ . Y 4 tanques F.O.
Redes de distribución primaria (Km)	459	De 6" a 30" de diámetro en PVC, A-C, Extru-Pak y Fo. Fo.
Redes de distribución secundaria (Km)	1,097	De 2" a 8" de diámetro en PVC, A-C y Fo. Fo.

El sistema de abastecimiento, se basa únicamente en el aprovechamiento de las aguas superficiales del Río Bravo a través de dos obras de toma sobre la margen derecha.

Una de las obras de toma bombea a un sistema de lagunetas o lagunas de pre-sedimentación con capacidad global de 780 mil m³, que además de contribuir a la clarificación del agua, aseguran el abastecimiento a la ciudad por más de 4 días en caso de cualquier contingencia que se presentara en la fuente de abastecimiento.

El caudal que se produce en las plantas es de 1,965 L/s, con una calidad que hasta ahora cumple con las normas mexicanas vigentes. El agua cruda se extrae de las obras de toma y se bombea a las 4 plantas

⁴⁰ El volumen concesionado es de 48.1 millones de m³

⁴¹ La eficiencia global se define como el producto de multiplicar la eficiencia física por la eficiencia comercial



potabilizadoras que operan continuamente. Dentro de la primera fase del Plan Integral de Agua Potable de Matamoros se realizaron trabajos de rehabilitación y ampliación en la Planta Potabilizadora No. 1, sin embargo estos trabajos no fueron concluidos en su totalidad y esta planta presenta todavía deficiencias en su operación. El caso más crítico es sin duda el de la Planta Potabilizadora No. 2 en la que por más de 15 años se ha postergado su rehabilitación, realizándose sólo algunos trabajos de mantenimiento que le han permitido mantenerse funcionando por abajo de su capacidad y enfrentado un riesgo constante de suministrar agua sin la calidad adecuada para la población. En las otras dos plantas no se han llevado recientemente trabajos de mejora o mantenimiento.

La macro-distribución se realiza a partir de las plantas potabilizadoras desde donde se bombea hacia los tanques de regulación y de manera directa a la red de distribución de gran parte de la ciudad. A partir de la Planta Potabilizadora No. 1 se abastecen cuatro⁴² de los principales tanques, mientras que la Planta Potabilizadora No. 2 abastece actualmente a un solo tanque⁴³ principal. Solo el 40% de la población recibe el agua por gravedad a partir de los tanques y el resto la recibe por bombeo de las cuatro plantas potabilizadoras.

El sistema de conducción incluye algunas líneas de diámetros pequeños construidas con el fin de suministrar agua a ejidos localizados al este, oeste y sur de la ciudad como apoyo a sus actividades diarias, sin que exista pago por parte de los beneficiados.

El 68% de las líneas de conducción tienen diámetros inferiores a 20", lo cual limita el manejo del agua. Además, existen a la salida de la planta potabilizadora No. 1, tuberías muy antiguas de fierro fundido con diámetros reducidos por las incrustaciones, que son utilizadas para conducir el agua a las colonias localizadas al sureste de la ciudad. También se han construido derivaciones en ruta que afectan severamente la distribución del agua y modifican sustancialmente el suministro a los tanques, generando inequidad y deficiencias principalmente en la zona más alejada de las plantas potabilizadoras No. 1 y No. 2.

Solo tres tanques que tienen la capacidad adecuada son empleados para regulación. La gran mayoría de los tanques son estructuras construidas para dar carga y no para regular la variación de la demanda diaria y horaria, por lo que la capacidad de regulación en tres⁴⁴ de los cuatro sectores es insuficiente, lo que genera que la mayor parte de la red reciba el agua directa de un bombeo, con las inevitables variaciones de cargas que afectan tanto a las tuberías como a los propios equipos de bombeo.

En años recientes, la JAD construyó en las cercanías a la planta potabilizadora No. 1, un tanque superficial de agua clara de 5 mil m³ de capacidad que será equipado para mejorar las condiciones de presión en la zona abastecida por esta planta; el cual está interconectado con el tanque existente.

El 75% de la red primaria tiene diámetros que no superan las 8" y parte de estas tuberías son es de Fo. Fo., o asbesto-cemento con antigüedades que superan los 40 años. En estas tuberías se generan mayores pérdidas de carga en la conducción, obligando a tener equipos de bombeo de mayor potencia.

Además, en la red de distribución existe una gran cantidad de válvulas en estado de inoperatividad, lo que dificulta las labores del área de operación para realizar una distribución más equitativa del agua, a lo que habría que sumar que la red no tiene sectores hidráulicos aislados y equipados con los dispositivos necesarios para controlar, regular y medir el agua que se distribuye.

⁴² La Planta Potabilizadora No. 1 abastece a los Tanques No. 1, 2, 4 y López Mateos

⁴³ La Planta Potabilizadora No. 2 abastece al Tanque Presidentes; anteriormente abastecía también al tanque No. 3, el cual ha dejado de operar por fallas estructurales.

⁴⁴ Zona de influencia de la Planta Potabilizadora No. 1, Paquete 1 y Paquete 2



Se estima que en el sistema de distribución se pierde el 42.8% del agua que se potabiliza y se suministra por fugas en los tanques, líneas de conducción, redes de distribución y tomas domiciliarias, existiendo tuberías que fueron sustituidas por su mal estado de conservación, pero que al no haber sido desconectadas se mantienen presurizadas provocando una gran cantidad de fugas.

En resumen, la distribución del agua resulta inequitativa por las diversas fallas y deficiencias de sus componentes, lo que ha obligado a brindar un servicio tandeado y bajo condiciones de presión inadecuadas a las colonias que se encuentran más alejadas de las plantas potabilizadoras No. 1 y No. 2. En este punto, es importante señalar que hasta ahora todas las deficiencias se han resultado incorporando mayores volúmenes de agua del Río Bravo, es decir, se ha privilegiado el manejo de la oferta en lugar de eficientar los sistemas y hacer un mejor manejo de la demanda.

El sistema de alcantarillado de Matamoros tiene una cobertura del 94%⁴⁵. Para la recolección, transportación, alejamiento, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, se cuenta con la siguiente infraestructura:

Componente del Sistema	Cantidad	Generalidades
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs)	3	Cap. Nominal de 420 L/s. y un caudal tratado de 299 L/s. Con la PTAR Oeste próxima a entrar en operación de 540 L/s de capacidad y la PTAR Presidentes fuera de operación
Colectores, subcolectores e interceptores (Km)	152	De 20 a 150 cm de diámetro, en PVC y concreto reforzado
Líneas de impulsión (Km)	63	De 6" a 61" de diámetro, en PVC
Plantas de Bombeo	61	172 EB - 4,200 H.P. Y 7 Plantas de Bombeo F.O.
Red de atarjeas (Km)	1,073	De 20 a 45 cm de diámetro, en PVC y concreto

El sistema de alcantarillado está dividido en 11 cuencas principales pertenecientes a dos macro-cuencas asociadas cada una al mismo número de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). El agua residual que se genera en la cuenca del Interceptor Este es el único volumen que recibe tratamiento⁴⁶. En las cuencas del Emisor Oeste (MI) y del Emisor Oeste (MI-EB 32) se está trabajando para que próximamente se trate el agua residual en la PTAR Oeste.

En las restantes ocho⁴⁷ cuencas el caudal que se recolecta a través de los sistemas de colectores, subcolectores, líneas de impulsión y estaciones de bombeo de aguas residuales (EB), tiene como sitio de disposición final los canales de riego en donde se vierten las agua sin tratamiento, con consecuencias adversas de carácter ambiental, de salud pública y normativo.

Esta situación se presenta por la falta de colectores marginales a los drenes, que permitan interceptar las 47 descargas que existen a cielo abierto y conduzcan el agua residual hasta las dos plantas de tratamiento.

El sistema de drenaje de la ciudad de Matamoros se ha tenido que profundizar por las condiciones topográficas de la región, por lo que requiere de un considerable número de bombeos para elevar el agua hasta un punto a partir del cual pueda conducirse por gravedad; por lo que el adecuado funcionamiento del

⁴⁵ Existen aproximadamente 850 Ha donde se asienta una población de más de 28 mil habitantes, que no cuentan con un sistema formal de recolección y tratamiento de las aguas residuales

⁴⁶ PTAR Este

⁴⁷ Dren 20 de Non. (MD y MI), Dren Principal, Las Vacas, Fidel Velázquez, Emilio Portes Gil, Emisor Oeste (MI – aguas abajo de la EB 32) y Dren 20 de Nov (EB-X20)



sistema de recolección está condicionado por la eficiencia y potencia de los equipos instalados y por mantenimiento que se le dé a los diferentes componentes electromecánicos e hidráulicos.

Uno de los retos más importantes del sistema de alcantarillado sanitario de Matamoros es lo relativo al deterioro de la infraestructura. Existe una longitud considerable de tuberías de drenaje que se encuentran saturadas funcionando con carga hidráulica, lo que produce el desbordamiento sobre las calles a través de los pozos de visita, e impiden el ingreso del agua de las descargas domiciliarias a los conductos. Asociado a este problema, se tiene identificado lo siguiente:

- 49.3 Km de tuberías con caídos ocasionados por la corrosión y desgaste de las claves de los tubos, lo que genera obstrucciones y taponamientos al flujo del agua, además de otros 185 Km de tuberías muy deterioradas en 89 colonias.
- 55 Km de tuberías que tienen velocidades menores a los 0.3 m/s a gasto mínimo, lo que genera una mayor exposición de las paredes de los tubos a los gases agresivos que provocan la corrosión del concreto de los tubos
- 4 Km de tuberías con capacidad de conducción insuficiente, ya sea por el diámetro o por la pendiente con las que se construyeron.

Si bien este problema tiene su origen en el diseño y la falta de planeación del crecimiento de los sistemas, la situación se ha acentuado debido a que el mantenimiento preventivo y correctivo que se le ha dado a la infraestructura por falta de equipo y presupuesto ha sido insuficiente por muchos años.

Un tema que es urgente resolver es la falta de control de la calidad del agua que vierten los usuarios no domésticos conectados a la red municipal. Vigilar adecuadamente el cumplimiento de la normatividad vigente ayudará a proteger y hacer más eficiente la infraestructura de alcantarillado, pero sobre todo la de tratamiento.

Los reportes de análisis de calidad que se tienen del agua que se vierte de la PTAR señalan que en general cumplen con las condiciones particulares de descarga (CPD) de 75-75 (Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)/ Sólidos Suspendidos Totales (SST); registrándose una cobertura de saneamiento del 27%, misma que se incrementará al 75% una vez que entre en operación la PTAR Oeste que tiene una capacidad de 540 (L/s) y que se encuentra en proceso de estabilización⁴⁸. Su tren de tratamiento es a base de sedimentadores primarios seguidos de un sistema lagunar y un digestor de lodos.

Actualmente no se tienen consignados acuerdos ni registros formales sobre el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas que se vierten al dren de la Laguna Madre⁴⁹, sin embargo presumiblemente cierto volumen son aprovechados por agricultores de esta zona.

En resumen, el agua residual que descargan los usuarios, en su gran mayoría no es tratada antes de su disposición final, debido a que se no se tienen construidos los colectores marginales a los drenes pluviales, con los que se podría recolectar y alejar el agua hasta las plantas de tratamiento, además de que no se tiene la capacidad suficiente en las plantas para tratar el 100% de la aportación. Por otro lado se tiene serios problemas en el funcionamiento del sistema por el enorme deterioro de las tuberías de concreto, que en algunos casos han colapsado provocando saturación del sistema hasta llegar a limitar la descarga de las

⁴⁸ La estabilización se refiere a la acción microbiana para la descomposición de la materia orgánica suspendida y disuelta en las aguas residuales hasta alcanzar condiciones de poca variabilidad.

⁴⁹ Matamoros produce aproximadamente 1,120 L/s de aguas residuales



aguas domiciliarias, así como el desbordamientos del agua residual hacia la calle a través de los pozos y rejillas.

Tomando como base los resultados del diagnóstico y el análisis de las condiciones actuales de operación de los sistemas de agua potable y saneamiento, se diseñaron alternativas de solución que posteriormente fueron analizadas y evaluadas para seleccionar las más factibles no solo desde el punto de vista financiero, sino también considerando aspectos de impacto, posibilidad, pertinencia y alineación con los objetivos estratégicos del Plan Maestro.

El desarrollo de las alternativas consideró el crecimiento de la población y el respectivo incremento tanto de la demanda de agua potable como de la aportación de aguas residuales. En este sentido es importante destacar el impacto que puede tener el adecuado manejo de la demanda. La demanda actual de agua potable es de poco menos de 2 mil L/s y esta se incrementaría en más de 450 L/s en los próximos veinte años de mantenerse el nivel actual de pérdidas físicas. En cambio, la aplicación de un programa de reducción de pérdidas mantendría en el nivel actual la demanda de agua potable en este periodo, reduciendo la necesidad de inversiones en nuevas fuentes de abastecimiento.

El caudal de aportaciones de aguas residuales actual es de 1,124 L/s, el cual no alcanza a ser tratado con la capacidad de tratamiento actual, ni sumando la capacidad de la PTAR Oeste la cual entrará en operación normal a fines del 2016. El déficit entonces deberá ser cubierto con la ampliación de las plantas Este y Oeste y la construcción de una tercera planta de tratamiento en los próximos tres años. Para los siguientes veinte años, se espera que la demanda de tratamiento se incremente en 260 L/s aproximadamente, misma que deberán ser cubierta con las ampliaciones escalonadas de las plantas existentes durante los próximos 15 años.

Con base en las estimaciones de crecimiento de las necesidades de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se desarrollaron alternativas de solución que posteriormente fueron sometidas a un proceso de evaluación y selección.

El proceso de evaluación y selección de alternativas arrojó que la Alternativa 1 de agua potable y la Alternativa 3 de alcantarillado y saneamiento, fueron las que mayor calificación de factibilidad obtuvieron y por lo tanto las obras y acciones asociadas a estas alternativas fueron presupuestadas, jerarquizadas⁵⁰ y calendarizadas.

La alternativa No. 1 de agua potable a corto, mediano y largo plazo, contempla el suministro de agua potable al sistema de distribución a partir de las dos principales plantas potabilizadoras (No. 1 y 2) y de una nueva planta potabilizadora (No. 3) ubicada esta última donde se encuentra la planta Paquete No. 2. Se prevé realizar la reingeniería de la planta potabilizadora No. 2 y la conclusión de las obras de ampliación de la Planta No. 1; así como dejar de operar las plantas paquete. Se propuso simplificar la operación de las plantas de bombeo de los tanques de agua clara de las potabilizadoras, bombeando el agua a través de acueductos sin servicio en ruta que alimenten a los tanques de regulación a partir de los cuales se abastezca por gravedad a la red de los tres sectores, sacando de operación un número importante de plantas de bombeo y rebombeo. Con la construcción de los tanques se regulará la demanda diaria y horaria de la ciudad; además se contempla la sectorización de la red, lo que permitirá una distribución del agua más equitativa y bajo condiciones de presión controladas, asegurando un servicio continuo y contribuyendo a

⁵⁰ La metodología de jerarquización empleó tres criterios: 1) la alineación con el análisis estratégico (mapa), 2) la relación entre la inversión y el beneficio económico esperado y 3) el nivel de viabilidad política, económica, social y tecnológica (PEST)



mejorar los resultados del programa de control y recuperación de pérdidas físicas como medida del manejo de la demanda.

La alternativa No. 3 de alcantarillado y saneamiento a corto, mediano y largo plazo, contempla el saneamiento del dren Fidel Velázquez y parte del dren Principal con la construcción de un nuevo sistema de recolección y alejamiento de aguas residuales que conducirá el agua hasta una nueva planta de tratamiento Presidentes.

El saneamiento de los drenes Principal, Papantla y parte del dren Fidel Velázquez se realizaría a través de la construcción de colectores marginales que interceptarían las descargas por bombeo y gravedad que se realizan sobre las dos márgenes, conduciéndolas hasta la EB #32 para que a partir de ahí se bombeen al Emisor Oeste. El saneamiento de los drenes Emilio Portes Gil, Vacas y la parte sur del dren 20 de Noviembre, se cubriría con la construcción de colectores marginales, estaciones de bombeo y líneas de impulsión que conduzca el agua a través del emisor Oeste, para ser tratadas en la PTAR Oeste.

El saneamiento del dren 20 de noviembre se atendería con la construcción de colectores marginales y de un emisor para interceptar todas las descargas por bombeo y gravedad que se realizan sobre las dos márgenes, conduciéndolas hasta el interceptor Este, para ser tratadas en la PTAR Este.

Además se prevé la re-ingeniería de 12 EBs para condiciones de operación de gasto y carga menores, así como el reequipamiento de 48 EBs utilizando equipos con eficiencias electromecánicas superiores al 60%; así como la cancelación de la operación de 5 EBs.

También se tiene programada dentro de esta alternativa la ampliación de las 2 PTAR existentes y la construcción de una nueva PTAR en donde se localiza la PTAR Presidentes (actualmente fuera de operación).

La sustitución y rehabilitación de las tuberías colapsadas y en malas condiciones estructurales permitirá un mejor funcionamiento hidráulico del sistema, y reducirá sustancialmente el ingreso -y por consiguiente la transportación y bombeo de agua infiltrada del nivel freático o de las fugas de agua potable- al sistema de alcantarillado sanitario.

El catálogo de acciones contiene alrededor de 188 conceptos agrupados en cuatro componentes, que para el periodo de planeación de 20 años representan una inversión de 2 mil 965 millones de pesos.

Componente	Corto plazo	Medio Plazo	Largo Plazo	Inversión total en millones de pesos
1. Infraestructura de Agua Potable	247.7	340.5	72.9	661.2
2. Infraestructura de Alcantarillado	422.8	370.3	864.5	1,657.6
3. Infraestructura de Saneamiento	58.5	30.6	62.7	151.8
4. Consolidación	325.4	158.9	9.7	494.0
Total	1,054.5	900.2	1,009.8	2,964.5

Recomendaciones

- Se requiere del adecuado manejo de la demanda, ya que la demanda actual de agua potable es de poco menos de 2 mil L/s y esta se incrementará en más de 450 L/s en los próximos veinte años de



mantenerse el nivel actual de pérdidas físicas. En cambio, con la aplicación de un programa de reducción de pérdidas mantendría en el nivel actual la demanda de agua potable en este periodo, reduciendo la necesidad de inversiones en nuevas fuentes de abastecimiento. Siendo esta la estrategia para que de manera sostenible se preste un servicio de calidad en los próximos años

- Por lo anterior resulta inaplazable poner en marcha un Proyecto de Eficiencia Integral (PEI) que tenga como objetivo elevar las eficiencias física, hidráulica y energética, con acciones de reducción de fugas y sectorización de la red de distribución, que potencialicen los ahorros de energía, adicionales a los que se obtengan con las acciones del proyecto de eficiencia energética de rápida implementación (sustitución de equipos de alta eficiencia, instalación de variadores de velocidad y capacitores).
- Se requiere de llevar a cabo la reingeniería de la planta potabilizadora No. 2 y la conclusión de las obras de ampliación de la Planta No. 1
- Es necesario simplificar la operación de las plantas de bombeo de los tanques de agua clara de las potabilizadoras, bombeando el agua a través de acueductos sin servicio en ruta que alimenten a los tanques de regulación a partir de los cuales se abastezca por gravedad a la red de los sectores.
- Se deben construir los tanques que regulen la demanda diaria y horaria, anulando así los bombeos directos a la red de distribución que son un factor de desgaste de las tuberías y de los propios equipos.
- Es necesario sectorizar la red, en macro-sectores y distritos hidrométricos con lo que permitirá una distribución del agua más equitativa y bajo condiciones de presión controladas, asegurando un servicio continuo y contribuyendo a mejorar los resultados del programa de control y recuperación de pérdidas físicas como medida del manejo de la demanda.
- Con las obras de agua potable planteadas se busca en primer lugar asegurar la calidad del agua suministrada y reducir las pérdidas en el proceso de potabilización; abastecer a la totalidad de los usuarios de manera continua y con presiones controladas en la red, haciendo más equitativa la distribución y reduciendo los costos de operación. El objetivo es transformar la forma de operar del sistema de distribución, estableciendo condiciones de operación (gasto-carga) constantes reduciendo las inyecciones directas a la red y eficientizando la operación y vida útil de los equipos al incrementar y utilizar la capacidad de regulación de los tanques.
- Debido a que las aportaciones de aguas residuales actual es de 1,124 L/s, y este no se alcanza a tratar con la capacidad de tratamiento actual, ni sumando la capacidad de la PTAR Oeste la cual entrará en operación normal a fines del 2016. Es necesario cubrir este déficit con la ampliación de las plantas Este y Oeste y la construcción de una tercera planta de tratamiento en los próximos años. Para los siguientes veinte años, se espera que la demanda de tratamiento se incremente en 260 L/s aproximadamente, misma que deberán cubrir con las ampliaciones escalonadas de las plantas existentes durante los próximos 15 años.
- Se requiere de la construcción de los colectores marginales que intercepten las descargas por bombeo y gravedad que existen y las conduzcan hasta los sitios de emplazamiento de las Plantas de Tratamiento, saneando de esta manera los drenes Fidel Velázquez, Principal, Papantla, Emilio Portes Gil, las Vacas y el dren 20 de Noviembre.



- Es necesario el reequipamiento de estaciones de bombeo para que operen con equipos con eficiencias electromecánicas superiores al 60% y la reingeniería de algunas estaciones de bombeo para condiciones de operación de gasto y carga diferentes a las actuales, con el objeto de reducir el consumo energético. Así como la cancelación de algunas estaciones de bombeo por ser innecesarias bajo otro esquema de recolección y alejamiento de las aguas residuales hasta los sitios de emplazamiento de las plantas de tratamiento.
- Es urgente e inaplazable la sustitución y rehabilitación de las tuberías colapsadas y en malas condiciones estructurales, lo que permitirá un mejor funcionamiento hidráulico del sistema, y reducirá sustancialmente el ingreso -y por consiguiente la transportación y bombeo de agua infiltrada del nivel freático o de las fugas de agua potable- al sistema de alcantarillado sanitario.
- Con las obras de alcantarillado y saneamiento planteadas se pretende incrementar la cobertura de saneamiento y tratamiento, eliminando las descargas directas a los drenes pluviales y ampliando la capacidad de las plantas de tratamiento; mejorar las condiciones de operación de las plantas de bombeo, lo que permitirá reducir los consumos energéticos y asegurar la calidad del agua del efluente, así como mejorar la operación del sistema de recolección y alejamiento de las aguas residuales permitiendo el ingreso al sistema de todas las descargas domiciliarias.
- Las necesidades de inversión son relativamente elevadas (150 millones de pesos promedio por año que representan el 20% de los ingresos de 2014), por lo que resulta conveniente que para poder llevar a cabo el total de las acciones identificadas se implementen acciones que apunten los ingresos del organismo (componente de consolidación) y refuercen la gestión de recursos financieros.
- Debido a que el uso agrícola en la región tiene alrededor del 90% del agua superficial concesionada, resulta imperante e inaplazable la necesidad de convocar a todas las partes involucradas a una revisión y modificación de los volúmenes asignados a los diferentes usos consuntivos y no consuntivos, tomando como base tanto el tratado sobre aguas internacionales como la Ley de Aguas Nacionales que establecen que el uso doméstico y municipal tienen prelación en el uso del agua sobre cualquier otro uso.
- Dentro del marco del proyecto de intercambio por agua de primer uso con los agricultores de los distritos de riego 025, 026 y 050 en la zona Norte del Estado que promueve la CEAT, se debe considerar la iniciativa de cambiar el agua tratada con el sector productivo, para que el agua de primer uso que se utiliza en actividades productivas sea canalizada para uso urbano.
- Dadas las circunstancias de escasez en las que se encuentra el entorno de Matamoros, el aprovechamiento de las aguas subterráneas constituye una opción que deberá de ser considerada en un estudio detallado de fuentes alternativas de agua potable, en donde además de realizar un análisis hidrogeológico para ubicar las mejores zonas de aprovechamiento, también se deberán analizar las mejores alternativas para su potabilización.
- Ante los retos que plantean los efectos del cambio climático es necesario contar con un plan regional de mitigación y adaptación para enfrentar esta potencial contingencia y poder atenuar sus posibles efectos en la disponibilidad de las fuentes actuales y potenciales de abastecimiento de agua potable.



- El apoyo no recuperable es un factor de gran importancia para financiar parcialmente los componentes del programa de inversiones. En este sentido es primordial enfocar los esfuerzos en los primeros años hacía un uso sustentable del agua potable que se suministra a los usuarios, y para tal fin, las inversiones deben considerar acciones para incrementar las eficiencias del organismo, lo que le permita enfrentar compromisos de mayor envergadura los siguientes años.
- Es importante resaltar que, para poder invertir en infraestructura y en incremento de coberturas, no debe de soslayarse el adecuado nivel de la tarifa de agua. Es importante hacer notar que la mejora de las eficiencias reduce la necesidad de incrementar la tarifa; la cuales de por si ya es elevadas en Matamoros⁵¹. Mientras que en el escenario en el que se pone en marcha sólo el 30% del componente de consolidación se requieren aumentos de la tarifa del 1.5%, en el escenario en el que se implementa al 100% de este componente, no se requieren incrementos de tarifa.

⁵¹ La tarifa promedio ponderada de la JAD Matamoros es casi un 50% superior a la de la COMAPA Reynosa.