



**Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular para:
“Planta Desaladora Para las Ciudades de Guaymas y Empalme,
Sonora**

INFRA P3



Contenido

1	Datos Generales del Proyecto, del Promoviente y del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental	1
1.1	Proyecto	1
1.1.1	<i>Nombre del proyecto</i>	<i>2</i>
1.1.2	<i>Ubicación del proyecto</i>	<i>2</i>
1.1.3	<i>Tiempo de Vida Útil del Proyecto</i>	<i>4</i>
1.1.4	<i>Presentación de la documentación legal.....</i>	<i>4</i>
1.2	Promoviente.....	4
1.1.1.	<i>Nombre o Razón Social.....</i>	<i>4</i>
1.1.2.	<i>Registro Federal de Contribuyentes.....</i>	<i>4</i>
1.1.3.	<i>Nombre y Cargo del Representante Legal</i>	<i>4</i>
1.1.4.	<i>Dirección del Representante Legal</i>	<i>4</i>
1.3	Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	5
1.1.5.	<i>Nombre o Razón Social.....</i>	<i>5</i>
1.1.6.	<i>Registro Federal de Contribuyentes.....</i>	<i>5</i>
1.1.7.	<i>Nombre del Responsable Técnico del estudio</i>	<i>5</i>
1.1.8.	<i>Dirección del Responsable Técnico del Estudio</i>	<i>5</i>
2	Descripción del Proyecto.....	6
2.1	Información General del Proyecto.....	6
2.1.1	<i>Naturaleza del Proyecto.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>Selección del Sitio</i>	<i>7</i>
2.1.3	<i>Ubicación del Proyecto y Planos de Localización.....</i>	<i>8</i>
2.1.4	<i>Inversión Requerida</i>	<i>10</i>
2.1.5	<i>Dimensiones del Proyecto.....</i>	<i>11</i>
2.1.6	<i>Uso Actual de Suelo y/o Cuerpos de Agua en el Sitio del Proyecto y en sus Colindancias</i>	<i>13</i>
2.1.7	<i>Urbanización del Área y Descripción de Servicios Requeridos.....</i>	<i>19</i>
2.2	Características Particulares del Proyecto	19
2.2.1	<i>Programa General de Trabajo.....</i>	<i>20</i>
2.2.2	<i>Preparación del Sitio</i>	<i>21</i>
2.2.3	<i>Descripción de Obras y Actividades Provisionales del Proyecto</i>	<i>21</i>
2.2.4	<i>Etapa de Construcción.....</i>	<i>22</i>
	EQUIPO DE BOMBEO	30
	CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE AGUA DE RECHAZO	34
	ESTABILIDAD DE LA LÍNEA DE SALMUERA.....	36
2.2.5	<i>Etapa de Operación y Mantenimiento.....</i>	<i>53</i>
2.2.6	<i>Descripción de Obras Asociadas al Proyecto</i>	<i>63</i>
2.2.7	<i>Etapa de Abandono del Sitio</i>	<i>63</i>
2.2.8	<i>Utilización de Explosivos</i>	<i>63</i>
2.2.9	<i>Generación, Manejo y Disposición de Residuos Sólidos, Líquidos y Emisiones a la Atmósfera</i>	<i>63</i>
2.2.10	<i>Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos</i>	<i>64</i>
3	Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables en Materia Ambiental y, en su caso, con la Regulación del Uso de Suelo	65
3.1	Información Sectorial.....	65



3.2	Análisis de los Instrumentos de Planeación	66
3.2.1	<i>Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018</i>	66
3.2.2	<i>Programa Nacional Hídrico 2014-2018</i>	67
3.2.3	<i>Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio</i>	69
3.2.4	<i>Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales o Municipales</i>	72
3.2.5	<i>Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica</i>	74
3.2.6	<i>Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítima Terrestre y Terrenos Ganados al Mar</i>	75
3.3	Análisis de los Instrumentos Normativos	75
3.3.1	<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</i>	76
3.3.2	<i>Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental</i>	78
3.3.3	<i>Reglamento de la Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos</i>	78
3.3.4	<i>Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas</i>	79
3.3.5	<i>Ley General de Vida Silvestre</i>	80
3.3.6	<i>Ley de Aguas Nacionales</i>	80
3.4	Reglamentos y Leyes Estatales	84
3.4.1	<i>Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021</i>	84
3.4.2	<i>Bandos Municipales</i>	88
3.5	Normas que Rigen el Proceso	88
3.5.1	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT- 1996</i>	88
3.5.2	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996</i>	91
3.5.3	<i>Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996</i>	92
3.5.4	<i>Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSAI-1994</i>	94
3.5.5	<i>NOM-041-SEMARNAT-2006</i>	96
3.5.6	<i>NOM-045-SEMARNAT-2006</i>	96
3.5.7	<i>NOM-080-SEMARNAT-1994</i>	96
3.5.8	<i>NOM- 081-SEMARNAT-1994</i>	96
3.6	Decretos y programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas	97
4	Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática detectada en el área de Influencia del Proyecto	99
4.1	Delimitación del Área de Estudio	99
4.2	Descripción y Análisis de los Componentes Ambientales del Sistema	101
4.2.1	<i>Aspectos abióticos</i>	101
4.2.2	<i>Medio biótico</i>	119
4.2.3	<i>Paisaje</i>	139
4.2.4	<i>Medio socioeconómico</i>	140
4.2.5	<i>Diagnóstico Ambiental</i>	145
5	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	149
5.1	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	149
5.2	Indicadores de Impacto	149
5.3	Lista indicativa de los indicadores de impacto	151
5.4	Criterios y metodología de evaluación	154
5.5	Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada	155
5.6	Impactos Ambientales Generados	158
5.6.1	<i>Lista de acciones y factores</i>	158
5.6.2	<i>Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales</i>	159
5.6.3	<i>Cuantificación de los impactos identificados</i>	161



5.7	Evaluación de los impactos ambientales	162
5.8	Importancia de los impactos	163
5.8.1	<i>Magnitud de los impactos</i>	163
5.9	Factores sociales	166
5.9.1	<i>Empleo</i>	166
5.9.2	<i>Abasto de agua potable.....</i>	167
5.9.3	<i>Molestias a la población</i>	167
5.10	Evaluación Global de Impactos	167
6	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	168
6.1	Medidas Preventivas	168
6.2	Medidas de mitigación y restitución	169
6.3	Medidas de compensación.....	170
6.3.1	<i>Impactos por el personal en la zona del proyecto.....</i>	170
6.3.2	<i>Impactos por la maquinaria en la zona del proyecto.....</i>	171
6.3.3	<i>Impactos por el acopio y uso de combustibles.....</i>	171
6.4	Descripción de las medidas de prevención y mitigación	173
6.5	Impactos residuales.....	176
7	PRONÓSTICOS AMBIENTALES	177
7.1	Pronostico del escenario.....	177
7.2	Programa de vigilancia ambiental	179
7.2.1	<i>Objetivos</i>	179
7.3	Temporalidad de aplicación.....	180
7.4	CONCLUSIONES.....	183
8	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	185
8.1	Documentos legales.....	185
8.1.1	<i>Cartografía.....</i>	185
8.1.2	<i>Fotografías.....</i>	185
8.1.3	<i>Videos.....</i>	185
8.1.4	<i>Listas de flora y fauna.....</i>	185
8.2	Otros anexos.....	185
8.3	Glosario de términos	185

Lista de Figuras

Figura 1.	Ubicación del proyecto y colindancias.....	1
Figura 2.	Ubicación del sitio del proyecto, entre Playa Cochórit y Playa del Sol, Empalme, Sonora	3
Figura 3.	Imagen del plano PLANTA GRAL DEL PROYECTO SITIO 2.....	9
Figura 4.	Usos del suelo y vegetación en la zona de estudio.	13
Figura 5.	Bomba de pozo	24
Figura 6.	Localización de los pozos abastecedores de la planta.	25
Figura 7.	Flujo de diseño de la planta desaladora.	27



Figura 8. Diseño de la planta desaladora.....	28
Figura 9. Tanque API 650 en proceso de erección.....	29
Figura 10. Bombas de agua potable de carcasa bipartida.....	31
Figura 11. Línea de conducción en planta.....	33
Figura 12. Línea de emisión de salmuera en planta.....	35
Figura 13. Geometría de los atraques de concreto.....	36
Figura 14. Línea de alimentación eléctrica en 13.8 kV.....	38
Figura 15. Postes de la red eléctrica.....	39
Figura 16. Trazo de la línea de rechazo de salmuera, porción terrestre, vista norte –sur, nótese la ausencia de vegetación.....	40
Figura 17. Trazo de la línea de rechazo de salmuera por el paso de la duna, nótese la ausencia de vegetación.....	41
Figura 18. Vegetación y esponjas aisladas.....	41
Figura 19. Moluscos aislados, sin formar bancos.....	42
Figura 20. Otras formas encontradas.....	43
Figura 21. Vegetación y moluscos aislados.....	43
Figura 22. Callo de hacha (<i>Atrina</i> sp) sin formar bancos.....	44
Figura 23. Pez no identificado en la columna de agua.....	44
Figura 24. Pez en la columna de agua sin formar cardúmenes.....	45
Figura 25. Escenario esperado de la tubería en el fondo marino.....	45
Figura 26. Escenario esperado de incremento de la biodiversidad sobre la tubería y estructuras estabilizadoras en el fondo marino.....	46
Figura 27. Dilución por Meses al Este.....	47
Figura 28. Dilución por Meses al Oeste.....	48
Figura 29. Detalle de zona crítica al Este y Oeste.....	51
Figura 35. Localización del Municipio de Empalme, Sonora (Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018).....	100
Figura 36. Ubicación del predio entre Playa Cochórit y Playa del Sol, Empalme, Sonora.....	101
Figura 37. Clasificación de climas en México según Koppen.....	102
Figura 38. Climas en la Zona de Estudio.....	102
Figura 39. Diagrama Umbrotérmico.....	103
Figura 40. Ciclones Tropicales que Impactaron en Sonora, 1960 a 2010.....	104
Figura 41. Clasificación de peligrosidad por ciclones tropicales en México.....	104
Figura 42. Provincias fisiográficas de Sonora.....	107
Figura 43. Principales rasgos fisiográficos del Graben de Empalme.....	108
Figura 44. Relieve en el sistema ambiental.....	109
Figura 45. Geología Regional de la Zona de Estudio.....	110
Figura 46. Rasgos superficiales 1 de la Zona de Estudio.....	111
Figura 47. Rasgos superficiales 2 de la Zona de Estudio.....	111
Figura 48. Topografía del Predio del proyecto.....	111
Figura 49. Mapa de Suelos en la Zona de Estudio.....	113
Figura 50. Mapa de Hidrología.....	114
Figura 51. Cuenca del Río Mátape.....	114
Figura 52. Polígono oficial del acuífero Valle de Guaymas.....	116
Figura 53. Acuíferos del Río Mátape.....	117
Figura 65. Vegetación no identificada y aislada probablemente <i>Jania</i> sp.....	127
Figura 67. Primer Monitoreo de Mamíferos Marinos.....	132
Figura 68. Segundo Monitoreo de Mamíferos Marinos.....	133
Figura 69. Ubicación de los sitios de caracterización.....	134
Figura 70. Mapa de localización del municipio de Guaymas y Empalme.....	140
Figura 71. Distribución de impactos por etapa y tipo.....	162



Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Coordenadas del Predio Denominado “Polígono 4” El Cochorit</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2. Inversión total para la planta desaladora.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3. Afectación de la cobertura vegetal.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 4. Usos del suelo y vegetación en la zona de estudio</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 5. Cronograma de actividades, etapa de preparación del sitio y construcción</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 6. Características de la obra de toma de agua cruda</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 7. Coordenadas de localización de los pozos playeros.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 8. Características de tanques de almacenamiento de agua potable.</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 9. Características del equipo de bombeo de agua potable.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 10. Características de la línea de conducción de agua potable.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 11. Características de la línea de rechazo de salmuera.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 12. Características de los atraques.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 13. Características generales de la línea de alimentación eléctrica.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 14. Características del Cable 477 Cosmos</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 15. Características del cable guarda 7#8</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 16. Características de las membranas</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 17. Condiciones operativas nominales de cada uno de los bastidores</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 18. Lista de especies vegetales presentes en el predio del proyecto</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 19. Lista de mamíferos marinos en las cercanías de Guaymas (zona de estudio)</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 20. Caracterización del Sustrato.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 21. Listado taxonómico moluscos</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 22. Listado taxonómico crustáceos</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 23. Listado taxonómico peces</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 24. Abundancia por grupo taxonómico y especie</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 25. Indicadores de diversidad.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 26. Densidad de organismos por muestra.....</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 27. Estimaciones de población 2011-2015.....</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 28. Identificación de impactos generados.....</i>	<i>161</i>

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1 Proyecto



Figura 1. Ubicación del proyecto y colindancias



1.1.1 Nombre del proyecto

Planta Desaladora Para las Ciudades de Guaymas y Empalme, Estado de Sonora

1.1.2 Ubicación del proyecto

Se encuentra localizado en la zona costera central de Sonora, en el Municipio de Empalme. Se ubica al Sureste del poblado de Empalme, Son., en las siguientes coordenadas: 27° 54' 53.13" Latitud Norte (N) y 110°44' 32.39" Longitud Oeste (W), con una elevación de 2.7 msnm. Para acceder al sitio de estudio se debe tomar la carretera Guaymas – Cd. Obregón, pasar el puente Douglas y a 6 Km dar vuelta a la derecha en la desviación Playa Cochórit, después de 3.7 Km se encuentra la desviación hacia playa del sol hacia el este recorriendo de forma paralela a la línea de playa 3.89 Km se encuentra el sitio del proyecto.

Se trata del predio principal de la planta desaladora donde se ubicará el edificio de la planta y es un terreno de 20 Ha cuyas coordenadas centrales son las siguientes: 525,348.00 E y 3,087,813 N. las instalaciones que parten del proyecto son la línea de conducción hacia Empalme y el emisor de salmuera hacia la Bahía de Guasimas. Todo lo anterior se muestra en la siguiente figura:



Figura 2. Ubicación del sitio del proyecto, entre Playa Cochórit y Playa del Sol, Empalme, Sonora



1.1.3 Tiempo de Vida Útil del Proyecto

20 años para evaluación e indefinida en operación.

1.1.4 Presentación de la documentación legal

Para efectos de este punto se divide en tres partes; la primera de ellas en donde por sentencia definitiva del Tribunal Agrario de fecha 16 de agosto de 2016 el Distrito Agrario 35 del H. Tribunal Agrario mediante el expediente 611/2016 declara la división de la Parcela de Grupo Número 3 Z-1 P1/1, localizada al interior del Ejido “San Fernando de Guaymas”, en dos nuevas unidades la 3-Bis a favor de los ejidatarios y 3-1 a favor de la Comisión Estatal del Agua del Estado de Sonora (la CEA) esta última con una superficie de 20-00-00 ha (anexo legal, archivo *MX-M264N_20160820_174719.pdf*); lo anterior demuestra la legal posesión del predio por parte de la CEA y que corresponde a las instalaciones de la planta.

La segunda parte corresponde a un Contrato de Servidumbre de Paso Voluntaria, vitalicia, de los propietarios de las parcelas 3-Bis y 4 del ejido ya mencionado, en favor de la CEA con una superficie de 7-39-82.11 Ha y que corresponde a una línea recta de 20 m de ancho entre la porción más al Norte del predio de la desaladora y hasta la Carretera Federal Número 15, con lo cual se garantiza la legal propiedad para el uso del proyecto; este contrato fue calificado como legal por el Distrito Agrario 35 del H. Tribunal Agrario mediante acta de audiencia del 16 de agosto de 2016 y lo eleva a la categoría de cosa juzgada (anexo legal archivo *Calif Convenio Tribunal Agrario.pdf*).

Finalmente, la tercera parte corresponde al oficio No. CEA-703-2016, de fecha 12 de diciembre de 2016, en donde el Ing Sergio Avila Ceceña, hace saber a la SEMARNAT en Sonora, su calificación como representante de la Comisión Estatal del Agua del Gobierno del Estado de Sonora y además otorga permiso y/o anuencia irrevocable a la empresa INFRA P3 LATAM, para realizar gestiones en materia de Impacto Ambiental y Cambio de Uso del Suelo del proyecto Desaladora Guaymas-Empalme, oficio que se presenta en el anexo legal archivo *OFICIO-703-2016.pdf*.

1.2 Promovente

1.2.1. Nombre o Razón Social

INFRA P3 LATAM. S.A. de C.V.

Se presenta copia simple del acta constitutiva en el anexo legal archivo *INFRA ACTA CONSTITUTIVA.pdf*.

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

PL150812MJ1

1.2.3. Nombre y Cargo del Representante Legal

Jorge Alberto Avalos Pérez

1.2.4. Dirección del Representante Legal

Circuito Rio Tonalá 13



Col. Paseos de Churubusco

Delegación Iztapalapa

Ciudad de México

C.P. 09030

Correo: jorge.avalos@infrap3.com

1.3 Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

1.3.1. Nombre o Razón Social

INFRA P3 LATAM. S.A. de C.V.

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

PL150812MJ1

1.3.3. Nombre del Responsable Técnico del estudio

Biólogo Guillermo Colín Rangel

1.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio

Circuito Rio Tonalá 13

Col. Paseos de Churubusco

Delegación Iztapalapa

Ciudad de México

C.P. 09030.



2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Información General del Proyecto

2.1.1 Naturaleza del Proyecto

El proyecto consiste en la Construcción y Operación de una planta desaladora de agua marina-salobre para el abastecimiento de agua en bloque para las localidades de Guaymas y Empalme en el estado de Sonora, con el objetivo de cubrir el déficit actual en la demanda de agua para los usos domésticos, comerciales, industriales y público, asociados a la oferta proveniente del acuífero de San José Guaymas.

Las localidades de Guaymas y Empalme, Sonora., tienen hoy en día un déficit en la demanda de agua para los usos domésticos, comerciales, industriales y público, asociados a la oferta proveniente del acuífero de San José Guaymas

En esta región del país las fuentes de agua disponibles para su potabilización dependen en su totalidad de las aguas subterráneas, ante la carencia de aguas superficiales, provenientes de pozos que aprovechan el acuífero San José Guaymas que presenta una sobre explotación del 75.5%, ya que la recarga media anual, de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 20 de abril de 2015, es de 4.5 (m³/s) mientras que el volumen concesionado de agua subterránea es de 18.42(m³/s).

Por lo anterior, el suministro de agua potable ofrecida a la población de las localidades de Guaymas y Empalme se considera deficiente, toda vez que se realiza tandeo de forma racionada con el fin de garantizar el servicio de agua potable.

Las limitaciones de la fuente de abastecimiento actual aunado al modelo de crecimiento poblacional de estas dos localidades, pronostican que la crisis actual se ha estimado en 13.92 m³/s y en el futuro la crisis del agua tenderá a agudizarse, de hecho, al realizar la interacción oferta y demanda del sistema de dotación de agua para las localidades de interés, se dimensiona la crisis 15.3 Mm³ lo que equivale a 485.03 L/s.

No debe dejar de mencionarse que la eficiencia en el manejo de la conducción del agua potable presenta serias deficiencias ya que la pérdida física por fugas alcanza el 52.01% del total, aunque este es otro tema que se atiende por aparte y la Comisión estatal de Aguas (CEA) considera que para el año 2021 se reducirán las pérdidas hasta llegar al 42.01%.

Así el panorama actual para incrementar el abasto de agua a estas localidades solo está basado en la disminución de las pérdidas físicas, ante la imposibilidad de aumentar el caudal de extracción de los pozos; lo anterior no representa una solución toda vez que a medida que disminuyen las pérdidas, aumenta la demanda por el crecimiento de la población.

Ante este panorama, la desalación de agua de mar se presenta como una alternativa muy atractiva y factible, ya que se dispone de las tecnologías para el proceso de desalinización que tienden a abaratare y con un bajo perfil de impacto ambiental, ya que la extracción de agua marina no representa ningún significado ecológico en la relación disponibilidad/extracción, los procesos de separación del agua se realiza por medios físicos por lo que el uso de químicos es muy pobre, el efecto en la huella de carbono es



leve también ya que se utiliza energía eléctrica por lo que no se emiten gases a la atmósfera con lo que se contribuye a las metas para enfrentar el cambio climático y para el medio marino el retorno de agua de rechazo con una salinidad elevada se cuenta con tecnologías de difusión de la salmuera resultante en los primeros metros después de su vertido al medio marino al incorporarse en las boquillas finales de los vertidores e ductores del tipo Venturi (mezcla 4 partes de agua marina por una de salmuera, 4:1); por otro lado se ha seleccionado un sitio en donde no están presentes sistemas ecológicos de relevantes ni de importancia para la conservación.

Las instalaciones de la planta desaladora se construye en una superficie de 40.10 ha (incluye el predio de la planta, el emisor submarino, línea de conducción hidráulica y línea de energía eléctrica), mientras que la capacidad de la planta desaladora proyectada es de 200 L/s dividida en dos trenes del 50% cada uno, en donde la fuente de abastecimiento son 5 pozos playeros de los cuales 4 son operativos y uno de reserva con una capacidad de 100 L/s cada uno.

En el proceso se extrae la sal por medio de medios físicos o filtros (osmosis inversa) con una eficiencia aproximada al 50%; el agua con salinidad concentrada (salmuera) se dispone en la zona marítima del Golfo de California, frente al sitio de proyecto, por medio de un emisor a base de tubería de polietileno de alta densidad de 24" de diámetro, equipado en su extremo o boquilla de un eductor o difusor tipo venturi que garantizan su difusión en los primeros 250 m después de su salida, con lo cual se logra mitigar el impacto negativo de la elevación de la salinidad.

El agua potable es remineralizada con bióxido de carbono, calcio y sodio y conducida a los tanques de almacenamiento de los cuales habrá dos con una capacidad de almacenamiento de 17,280 m³.

De los tanques de almacenamiento es conducida a través de una tubería de 16" de diámetro por 11.55 Km hasta el punto de entrega en la localidad Empalme en el llamado Tanque C1 de la CEA.

De acuerdo a los análisis de agua de los pozos y su posterior tratamiento, la calidad del agua resultante es de agua potable TDS 500 ppm \pm 10%. El resto de valores serán siempre inferiores a los especificados por la norma modificada NOM-125-SSA1-1994.

2.1.2 Selección del Sitio

Se seleccionó este sitio con base en la disponibilidad de terrenos cercanos al mar como fuente de insumos y a una distancia relativamente cercana del destino de los productos generados en esta planta y para los cuales se encuentra cesión como derecho de uso a partir de los propietarios al Gobierno del Estado a través de la CEA.

Desde el punto de vista ambiental, los terrenos se consideran apropiados dado que la construcción de la planta se ubica en la zona con menor cobertura vegetal, mientras que en la zona marina no están presentes componentes relevantes o de interés para la conservación, de la misma manera las tuberías, tanto del emisor como de la conducción tienen un recorrido por la zona en donde se presenta la menor densidad de cobertura vegetal para los tipos de vegetación dunas y matorral xerófilo.



2.1.3 Ubicación del Proyecto y Planos de Localización

Anexo al presente, se incluye el archivo “PLANTA GRAL DEL PROYECTO STIO 2.dwg” con las características topográficas de la zona donde se llevará a cabo el proyecto y a continuación se presentan las coordenadas de los vértices de interés así como una figura del mencionado plano:

Tabla 1. Coordenadas del Predio Denominado “Polígono 4” El Cochorit

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				15	3,088,130.9930	525,568.4240
15	58	S 11°33'56.39" W	667.921	58	3,087,476.6340	525,434.5120
58	7	N 81°56'43.40" W	300.000	7	3,087,518.6690	525,137.4720
7	6	N 11°33'56.09" W	667.921	6	3,088,173.0280	525,271.3830
6	15	S 81°56'43.50" W	300.000		3,088,130.9930	525,568.4240



Figura 3. Imagen del plano PLANTA GRAL DEL PROYECTO SITIO 2.



2.1.4 Inversión Requerida

a) Importe total requerido

De acuerdo al documento de Análisis Costo-Beneficio elaborado por la CONAGUA, los costos totales relativos a la inversión total que se requiere para ejecutar el proyecto, ascenderá a \$ 704'732,164.00 (setecientos cuatro millones setecientos treinta y dos mil ciento sesenta y cuatro pesos 00/100 M.N.), sin incluir el Impuesto al Valor Agregado, importe que se integra conforme a lo siguiente:

Tabla 2. Inversión total para la planta desaladora

CONCEPTOS	MONTO SIN IVA
PROYECTO EJECUTIVO	13,060,000
Proyecto ejecutivo	13,060,000
CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO	671,145,985
Caminos de Acceso y de Operación	1,968,750
Obras de Captación	66,513,462
Obras de Conducción a Planta	6,666,975
Planta (Membranas de OI)	221,814,314
Postratamiento	1,370,776
Plantas de Bombeo	77,937,764
Línea de Conducción a Presión	23,644,126
Conexiones en Puntos de Entrega	775,385
Lineas de Conducción de Agua de Rechazo	30,288,462
Líneas Electricas, Subestación y Control	117,411,040
Pruebas, Equipo de Pruebas y Puesta en Marcha	14,159,856
Actividades previas al inicio de la operación.	4,062,900
Otros costos incluidos (Tanque, imprevistos, obras menores)	104,532,175
SUPERVISIÓN	20,256,180
Supervisión	20,526,180
MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	704,732,164

Para la realización del proyecto, se tiene previsto el siguiente esquema de inversión:

- Obtención de recursos federales vía Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) del 49% de acuerdo a las reglas de operación del mismo y;
- Participación privada del 51%



b) Periodo de recuperación

Tratándose de un proyecto de beneficio social, en la evaluación no se considera un periodo de recuperación por lo que no aplica el periodo de recuperación, sin embargo, de acuerdo a los flujos de efectivo a partir del primer año se descuenta la inversión que absorben las instituciones gubernamentales por lo que los ingresos son positivos calculándose una Tasa Interna de retorno del 18.21% y un Valor Presente Neto de más de 485 millones de pesos en el horizonte de 20 años de evaluación del proyecto.

c) Costos para aplicar medidas de prevención y mitigación

Dadas las condiciones de ejecución del proyecto a través de la modalidad Asociación Pública-Privada (App), los costos y gastos que se presentan a continuación están incluidos en los rubros de inversión mencionados, alcanzan un monto de \$ 1'094,375.00 durante el primer año y de \$ 744,375 en los años subsecuentes, se desglosan de la siguiente manera:

- Elaboración del Programa de vigilancia ambiental \$ 350,000 (primer año).
- Personal especializado en la supervisión de medidas de prevención, mitigación, monitoreo, vigilancia y seguimiento de condicionantes ambientales: \$ 394,375.00.
- Elaboración y ejecución de programas de reforestación y rescate de especies: \$350,000.00.

2.1.5 Dimensiones del Proyecto

a) Superficie total del predio.

En su totalidad el proyecto ocupara una superficie de 40.10 Ha (401,005 m² o 100%), que se divide en los siguientes conceptos:

- Predio de la desaladora (20 Ha o 49.88%)
- Emisor submarino (1.37 ha o 3.43%)
- Líneas de conducción de agua, electricidad y camino de acceso (18.73 ha o 46.70%), cabe aclarar respecto a este último concepto, que la obra sobre terreno sin afectar es de aproximadamente 7 ha terrenos para los cuales se gestiona el cambio de uso del suelo, las restantes 11.73 ha corresponden a los derechos de vía de la carretera federal 15 y de un camino estatal hasta el Tanque de entrega de agua en bloque ya en la ciudad de Empalme, por lo anterior la superficie del proyecto y la de afectación son diferentes.

Lo anterior se muestra en el siguiente cuadro:

Concepto	hectáreas	m ²	% del total
Predio de la desaladora	20	200,000	49.88%
Emisor submarino	1.37	13,700	3.42%
Líneas de conducción de agua, energía eléctrica y camino de acceso:	18.73	187,300	46.71%
Total	40.1	401,000	100.00%



b) Superficie a afectar.

De acuerdo a las revisiones de campo y la sobreposición del proyecto en los planos de vegetación, solamente existe afectación en la porción terrestre ocupada por las estructuras permanentes del proyecto, toda vez que en la zona marina no se detectó la presencia de ninguna cobertura; a su vez se cuantificó únicamente las zonas con cobertura vegetal natural y no se consideraron aquellas partes del proyecto que se construyen sobre derecho de vía ya existente y por lo tanto sin cobertura vegetal.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto afecta un total de 47,700 m² (4.77 ha) lo que representa el 11.90% de la superficie total del predio (ver tabla 3).

Tabla 3. Afectación de la cobertura vegetal

Componente de la planta	Superficie (m ²)	% cobertura	Superficie a afectar (m ²)	Observaciones	% de afectación del predio
Planta desaladora	15,000	50	7,500	Vegetación matorral xerófilo	1.87
Línea de conducción agua electricidad y camino	74,000	50	37,000	Vegetación matorral xerófilo en un tramo de 3,700 m desde la planta hasta la carretera federal 15, con un ancho de 20 m, en adelante estos conceptos se desarrollan sobre el derecho de vía ya existente.	9.23
Emisor	6,400	50	3,200	Dunas y matorral xerófilo, en un tramo de 640 m a partir de la planta desaladora y hasta pasar las dunas, con un ancho de 10 m.	0.80
Total de afectación	56,800	50	47,700		11.90

c) Superficie Para obras permanentes.

Las obras permanentes ocuparán una superficie total de 21.60 Ha (216,005 m²) lo que representa el 39.20% del total del predio y se divide en los siguientes rubros:

- Planta desaladora 15,000 m² 3.74% del total del predio.
- Línea de conducción* 187,255 46.70%
- Emisor submarino 13,750 3.43%
- **Total 216,005 53.87%**

*Incluye línea de energía eléctrica y camino de acceso.



2.1.6 Uso Actual de Suelo y/o Cuerpos de Agua en el Sitio del Proyecto y en sus Colindancias

De acuerdo al INEGI¹, el uso actual del suelo en la zona del proyecto es sin uso evidente y donde hay presencia de vegetación todos los tipos corresponden al grupo de matorral xerófilo, como se puede observar en la siguiente figura, en la zona del proyecto el tipo de vegetación es halófila xerófila dada su cercanía al mar, mientras que en las cercanías se encuentra matorral sarcocaula en las elevaciones y mezquital, en cuanto a las zonas urbanas las localidades Cochórit, la más cercana, y las ciudades de Empalme y Guaymas, en ese orden.

Tabla 4. Usos del suelo y vegetación en la zona de estudio

Clave	Grupo	Tipo
VH	Matorral xerófilo	Vegetación halófila xerófila
MKX		Mezquital desértico
VSA/MKX		Mezquital
MSC		Matorral sarcocaula
DV	Sin vegetación aparente	Sin vegetación aparente
PI	Vegetación inducida	Pastos inducidos
IAPF	Agrícola-pecuaria-forestal	No aplica
AH	Asentamientos humanos	No aplica
ZU	Zona urbana	No aplica

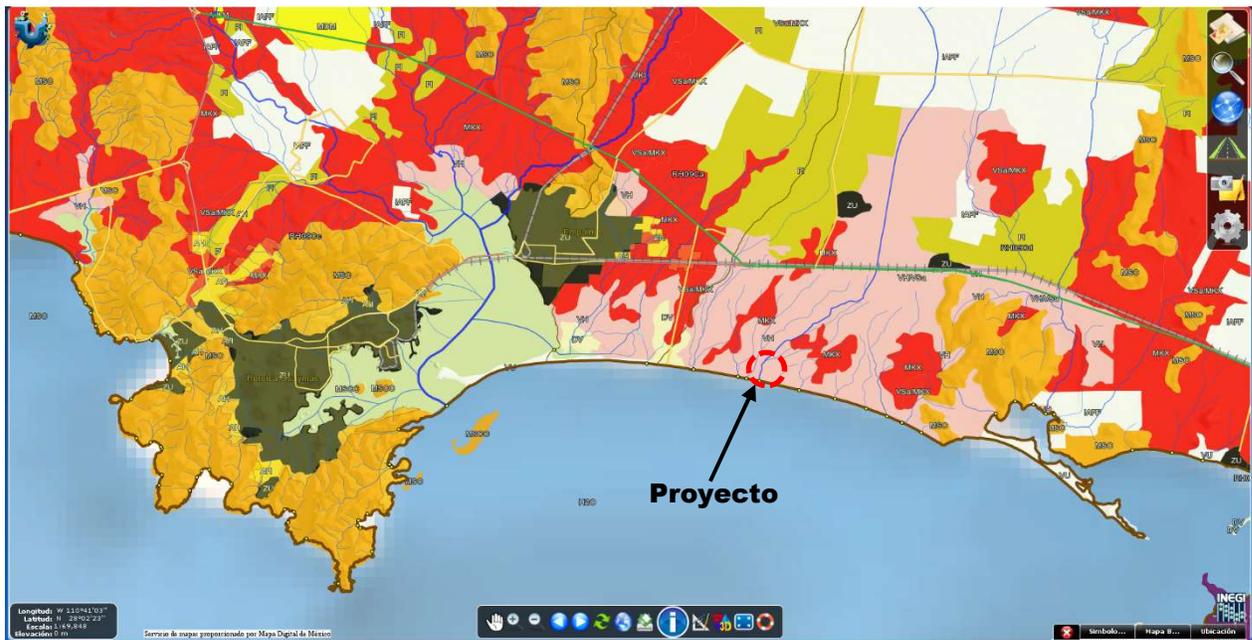


Figura 4. Usos del suelo y vegetación en la zona de estudio.

¹ http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#



En cuanto a los cuerpos de agua en los extremos de la línea de costa del proyecto se encuentran dos Bahías Guaymas al Oeste y Guasimas al este, mientras que al Sur el predio limita con el Golfo de California, el primero se trata de un puerto, mientras que en Guasimas se llevan a cabo actividades pesqueras, la pesca es la actividad más importante y principal fuente de ingresos, se realiza el 70% de la producción pesquera total estatal, siendo las principales especies capturadas, la sardina, el camarón y el calamar. La agricultura en Guaymas se desarrolla en una superficie total de 42,291 hectáreas, de las cuales 22,000 hectáreas se ubican en las comunidades Yaquis y el Valle de Guaymas cuenta con 17,296 hectáreas de riego y 2,995 hectáreas de humedad o temporal. Los principales cultivos son: trigo, soya, cártamo, maíz, algodón y algunas hortalizas y frutales como la calabaza y la sandía.

Por lo que toca a Empalme, las principales actividades económicas son agricultura, ganadería, industria, pesca y comercio.

Agricultura: la superficie agrícola está destinada principalmente a la producción de trigo, cártamo, melón, sandía, pepino y calabacita. La infraestructura hidráulica se integra con pozos y canales de riego.

Ganadería: este municipio posee una población animal de 9,683 cabezas de ganado bovino, 840 cabezas de porcinos, 474 cabezas de equinos, 780 cabezas de caprinos, diversas aves y 876 cabezas de ganado ovino.

Industria: con aproximadamente 65 establecimientos, entre pequeña y mediana industria, con características de empresa de tipo familiar. Existen dos parques industriales en Empalme en los cuales se ubican 26 empresas, que incluyen al grupo de maquilas Teta Kawi que se ha convertido en la principal fuente de empleo en el municipio, con 10,443 puestos de trabajo, hasta septiembre del 2000.

Pesca: cuenta con 2 tramos de litoral, el primero corresponde al estero el Rancho y el segundo ocupado por las playas del Cochorit y las playas del Sol. Las principales especies marinas que se capturan son camarón, cabrilla, tiburón, lisa, jaiba, callo de hacha, pulpo y medusa bola de cañón.

2.1.6.1 Cambio de uso del suelo

Toda vez que para la realización del proyecto se requiere el cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como de selvas o de zonas áridas, de conformidad con el artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y los artículos 5° inciso O y artículo 14 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, y que el Estudio Técnico Justificativo se ejecutó por separado, inclusive su trámite, entonces solamente se hace referencia que la autorización se encuentra en proceso.

CAPÍTULO SEGUNDO

Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:



I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;

NOMBRE DEL PROYECTO

Planta Desaladora (Proyecto) Del promovente INFRA P3 LATAM S.A. de C.V., con domicilio para oír y recibir notificaciones en Circuito Tonalá No. 13, Col. Paseo de Churubusco, Delegación Iztapalapa, Distrito Federal, C.P. 09030, Teléfono 5588527836, México. Correo electrónico azucena.bautista@gmail.com

II. Lugar y fecha.

Empalme, Sonora, _____.

III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y

El proyecto se encuentra establecido en el Estado de Sonora, municipio de Empalme, dentro de terrenos dados en anuencia de ocupación al promovente de acuerdo al siguiente arreglo:



Contexto de ubicación geopolítica del proyecto

El resumen de ubicación del proyecto es el siguiente:

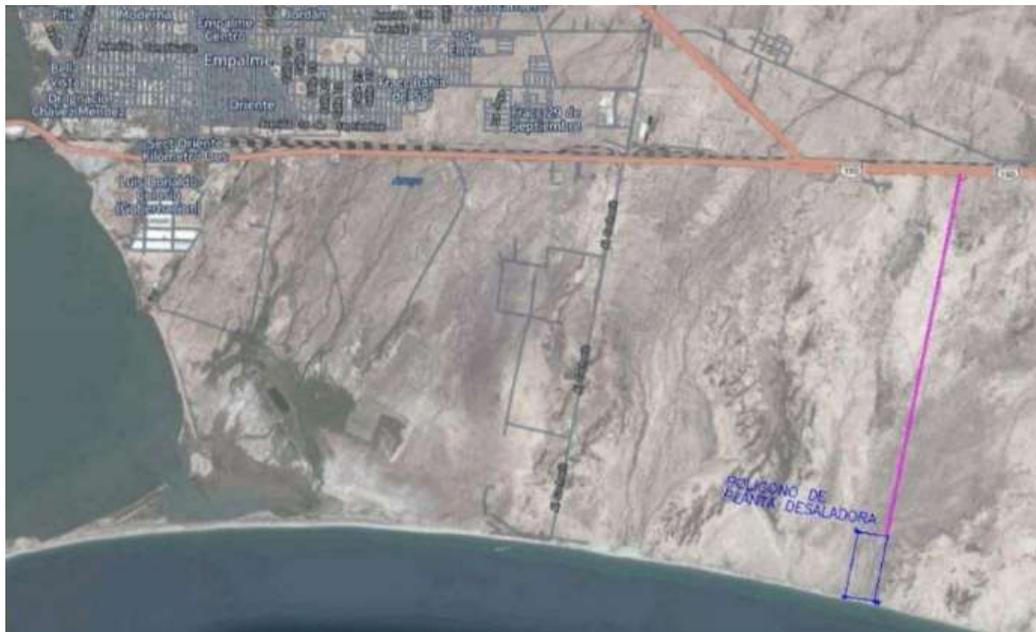
Pais :	México
Estado :	Sonora
Municipios :	Empalme en su totalidad (las 27.398 ha)
Ecosistema (s) :	Ecosistema Árido y semiárido en su totalidad
Uso (s) de suelo y de vegetación:	El proyecto requiere en su totalidad de 27.398 ha, mismas que presentan cobertura forestal. Según la Serie III de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, el inventario florístico y muestreo en el predio sujeto a CUSTF contiene arreglo de especies de acuerdo a vegetación halófila.
Cuenca hidrológica :	Región Hidrológica 9, Cuenca C del Río Mátape, subcuenca (a) Río Mátape-Empalme, dentro de una microcuenca hidrológica forestal (MHF) de 102,023.78 ha delimitada <i>exprefeso</i> para la descripción y comparativa de obras.
Predio (s) :	La totalidad de la superficie queda dentro de la Anuencia del promovente (Ver ANEXO 3 de este documento).
Polígono (s) :	El proyecto se compone de 2 polígonos que integran las 27.398 ha requeridas en CUSTF

IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Se trata de dos predios:

- 1) Predio de 20 Ha otorgado mediante resolución judicial
- 2) Porción de 7.398 Ha para servidumbre de paso dado en anuencia por el Ejido San Fernando de Guaymas.

Se cuenta con la anuencia de ocupación del predio involucrado, a favor del promovente, presentándose los convenios certificados. El acceso al predio donde se localiza el proyecto se realiza por vía terrestre, donde se ubica el presente proyecto, dentro de terrenos dados en anuencia de ocupación al promovente, donde sólo 27.398 Ha poseen terrenos forestales.



Área solicitada para el CUSTF

V. Estimación de existencias volumétricas por propietario/ predio

A continuación, se destaca la estimación de existencias volumétricas por predio, con un solo propietario, el promovente:



Tabla V.1. Estimación de existencias volumétricas del proyecto sujeto a CUSTF

País y Estado :	Municipio :	Ecosistema (s) :	Uso (s) de suelo y de vegetación:	Cuenca hidrográfica :	Predio	No.	Especie	Nombre científico	Estrato	Densidad (Ind/ha)	Volumen estimado en ha-tipo (m3) R.T.A.	Volumen a derribar en la ejecución del CUSTF (m3) R.T.A.
Sonora, México	Empalme	Arido y semiárido	Vegetación halófila (VH)	Cuenca del Río Matape, MHF delimitada para el proyecto	Resolución a favor del promovente, ver ANEXO	1	acacia	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustiva	5	0.000	0.012
						2	saladillo	<i>Atriplex sp</i>	Herbácea	41	0.003	0.087
						3	torote	<i>Bursera microphylla</i>	Arbórea	1	0.000	0.007
						4	larguita	<i>Caesalpinia palmeri</i>	Arbustiva	21	0.002	0.046
						5	sahuaro	<i>Carnegia gigantea</i>	Cactácea	1	0.000	0.002
						6	tasajillo	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Cactácea	5	0.000	0.001
						7	jatropha	<i>Jatropha cordata</i>	Arbustiva	6	0.000	0.005
						8	cina	<i>Lophocereus shootii</i>	Cactácea	1	0.001	0.020
						9	lycium	<i>Lycium andersonii</i>	Arbustiva	11	0.001	0.024
						10	cabecita de viejo	<i>Mammillaria grahamii</i>	Cactácea	1	0.000	0.000
						11	Maytenus	<i>Maytenus phyllanthoides</i>	Arbustiva	81	0.009	0.244
						12	choya	<i>Opuntia fulgida</i>	Cactácea	8	0.000	0.006
						13	sibiri	<i>Opuntia thurberi</i>	Cactácea	4	0.000	0.001
						14	mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	Arbol	21	0.014	0.380
						15	suaeda	<i>Suaeda maritima</i>	Arbustiva	101	0.001	0.040
										310	0.032	0.877

VI. Plazo de ejecución de cambio de uso del suelo.

El periodo de construcción del proyecto tendrá una duración de 18 meses; que comprende desde el trazado topográfico en campo hasta la puesta en operación, donde el periodo el desmonte y despalme se haría en 4 meses, como se muestra en el Diagrama de Gantt adicionalmente, la operación de dicha infraestructura energética se estima que por lo menos sea de 25 años, de acuerdo al siguiente cronograma de actividades:

Tabla VI.1. Cronograma de actividades del predio sujeto a CUSTF.

Actividades	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18			
Preparación del sitio																		
a) Delimitación del área sujeta a CUSTF (Servidumbre de paso (marcaje topográfico y rehabilitación de caminos de acceso)																		
b) Ejecución de programa de Rescate fauna silvestre ¹																		
c) Desmonte del terreno																		
d) Despалme del terreno																		
Construcción de obras																		

¹ : En el caso de estos programas, se considera de manera extensa la supervisión y monitoreo desde que termina la actividad, hasta cinco años.

Tabla VI.1. Programa de trabajo de la obra.

ITEM	PROGRAMA DEL PROYECTO DESALADORA GUAYMAS - EMPALME																						
	MESES																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
LICITACION																							
ADJUDICACION Y FIRMA DE CONTRATO																							
TRAMITES ADMINISTRATIVOS Y ENTREGA DE TERRENO																							
OBTENCION DE PERMISOS																							
DISEÑO DE OBRAS																							
CONSTRUCCION POZOS E INTERCONEXIONES																							
CONSTRUCCION PLANTA DESALADORA																							
INSTALACION EQUIPOS																							
CONSTRUCCION CONDUCCION AGUA POTABLE																							
CONSTRUCCION TANQUES DE RESERVA DE AGUA																							
EXTENSION Y CONEXIONES ELECTRICAS																							
CONSTRUCCION E INSTALACION LINEA SALMUERA																							
PUESTA EN MARCHA																							

Nota: La fecha estimada de iniciar la licitación es en el mes de diciembre 2016 a más tardar.



VII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES

Se destaca la ausencia de tierras frágiles en el predio sujeto a CUSTF, principalmente por ser áreas provistas de vegetación, con pendiente baja y erosionabilidad del suelo que se estima a partir de la porosidad y textura del suelo y la materia orgánica presente, le confiere características permeables, permitiendo la infiltración y consolidación del suelo, por lo tanto, se ratifica la baja erodabilidad del terreno, lo cual se reitera en los apartados anteriores.

Además, con la ejecución del proyecto no se generarán tierras frágiles y con la implementación de las medidas de mitigación, las afectaciones al predio sujeto a CUSTF se reducirán al mínimo los impactos.

VIII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRES APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

Tabla VIII.9 Medidas de mitigación propuestas

ID	Medida de mitigación	Factor sobre el que actúa	Tiempo y/o cantidad
1	Del número de ejemplares de las diferentes especies que, durante la remoción, se encuentren en el área de CUSTF y que cumplan con los criterios siguientes: a) Que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, b) Que sean de difícil regeneración, c) Que tengan posibilidad de sobrevivir a la extracción; d) Que tengan mayor abundancia e IVI en el área de CUSTF que en la CHF; e) Que se encuentren en el área de CUSTF y no hubieran sido detectadas en la CHF; f) Que dado su tamaño, sea técnicamente posible su extracción sin afectar al ejemplar; y g) Que dado su tamaño, sea económicamente factible su extracción, se rescatará un número de ejemplares por tipo de vegetación, que al cabo de 6 meses de haber sido rescatado, garantice una sobrevivencia del 80% mínimo (RED).	Flora	Solo existe una especie en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata del Sahuayo Carnegiea gigantes. Se prevé rescate de especies y se contempla la reforestación asegurando el 80% de supervivencia. Ver ANEXO
2	Se conformará una brigada especializada en el manejo de flora silvestre que tendrá como responsabilidad el rescate y reubicación de las especies de flora seleccionadas, y su reubicación en parcelas habilitadas en espacios próximos al derecho de vía (PREV).	Flora	1 brigada especialista en manejo de flora silvestre
5	Los ejemplares de fauna que por su lento desplazamiento no puedan huir por sí mismos del área de CUSTF, serán reubicados conforme se avance en el proyecto. Se pondrá especial atención en los ejemplares de las especies de fauna que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (PREV).	Fauna	Todos los individuos que se encuentren.
6	La fauna que se pudiera encontrar en el área destinada para cambio de uso de suelo, será capturada y liberada en áreas cercanas, observando que éstas reúnan las condiciones bióticas y abióticas semejantes al área donde fueron capturadas, a efecto de lograr su fácil adaptación (COMP).	Fauna	Todos los individuos que se encuentren.
7	Se llevará a cabo una capacitación al personal en general sobre la importancia del cuidado de la biodiversidad, de modo que se pueda crear conciencia de su importancia (PREV).	Fauna y flora	1 capacitación al inicio de las actividades.
8	Se conformará una brigada especializada en el manejo de fauna silvestre que tendrá como responsabilidad la captura y reubicación de ejemplares de lento desplazamiento o de hábitos forestales, en áreas seguras a fin de salvaguardar su bienestar (PREV).	Fauna	1 brigada especialista en fauna silvestre
9	Previamente a las actividades de captura y reubicación, se realizará el ahuyentamiento de fauna (sin captura temporal) en los casos donde sea posible. La actividad será permanente durante todas las actividades de cambio de uso del suelo, con la finalidad de no causarles daños a los individuos que ocupan el área como hábitat (PREV).	Fauna	En las 27.398 hectáreas de cambio de uso de suelo.
10	La brigada realizará una búsqueda minuciosa de nidos y/o madrigueras, antes de iniciar cualquier actividad de desmonte para tener la seguridad de que no se encuentran individuos de ninguna especie dentro del área. Las madrigueras serán desalojadas y destruidas para evitar la reincidencia de individuos y, en el caso de encontrar nidos con huevos o polluelos, se reubicarán en el área aledaña que reúna las características semejantes a las que tenían en su lugar de origen (PREV).	Fauna	En las 27.398 hectáreas de cambio de uso de suelo.
11	Prohibir a los trabajadores el ingreso de fauna exótica a las áreas de influencia del proyecto a través de letreros prohibitivos, para evitar que se deprenden a los individuos de fauna nativa (PREV).	Fauna	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo.
12	Prohibición de caza, captura y comercio de cualquier especie de flora o fauna silvestre, mediante la instalación de letreros prohibitivos (PREV).	Fauna y flora	Sitios estratégicos dentro de las 27.398 hectáreas de cambio de uso de suelo.
13	Evitar las operaciones nocturnas que interfieran en la dinámica nocturna de la fauna (PREV).	Fauna	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo.
14	La remoción de la vegetación será por medios mecánicos y maquinaria y no se utilizarán sustancias químicas (herbicidas o agroquímicos) o fuego para tal fin. (RED).	Flora y suelo	En las 27.398 hectáreas cambio de uso de suelo.
15	Delimitación de las áreas de trabajo y tránsito de personal ajustándose al sitio de CUSTF, para evitar daños a la vegetación circundante (PREV).	Flora	En las 27.398 hectáreas cambio de uso de suelo.
16	Se gestionarán los residuos en estricto apego a la normatividad; en caso de ocurrencia de derrames de hidrocarburos, la tierra contaminada se recuperará, trasladará y resguardará en el almacén temporal de residuos peligrosos para su disposición (PREV).	Suelo	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo.
17	Se llevará a cabo una reforestación. La densidad de plantación corresponderá al tipo de vegetación y se determinará de acuerdo con la densidad específica que hubiera sido observada durante los muestreos, a fin de conservar la estructura forestal de la cuenca hidroclimático-forestal. Las plantas serán adquiridas en viveros establecidos cercanos al área del proyecto (COM).	Flora, suelo y agua	No existen especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se contempla la reforestación asegurando el 80% de supervivencia.



18	Con el propósito de corroborar el éxito de la reforestación realizada, se realizará una evaluación de sobrevivencia dentro de los primeros seis meses posteriores a la siembra (PREV).	Flora, suelo y agua	Dentro de los primeros 6 meses de la siembra y monitoreo de hasta cinco años.	27	Colocación de baños portátiles para uso de los trabajadores, de forma que los residuos sanitarios se concentren en un sitio de donde una empresa especialista pueda retirarlos para su adecuado manejo (PREV).	Suelo	1 baño portátil por cada 15 trabajadores
19	Se estima que la plantación tenga una sobrevivencia a los 6 meses del 60%, por lo que se considerará una reposición del 40% de la plantación (COM).	Flora, suelo y agua	Dentro de los primeros 6 meses de la siembra	28	El material vegetal no aprovechable será picado y distribuido en el área, para suavizar la caída del agua de lluvia, con el propósito de disminuir la erosión por arrastre de partículas y para favorecer la infiltración (RED).	Suelo y agua	Residuos vegetales producidos por el cambio de uso de suelo.
20	El programa de reforestación se complementará con la revegetación del área de afectación permanente del derecho de vía. Para ese efecto, se dispersará semilla de herbáceas en el área señalada, una vez que concluyan los trabajos de revegetación y se retire la maquinaria empleada (COM).	Flora, suelo y agua	Una vez concluidos los trabajos de revegetación de áreas y se hubiera retirado la maquinaria empleada.	29	El material producto del desmonte y despálme se acomodará a un lado del derecho de vía, de tal forma que no impida las actividades y disminuyendo con ello el efecto visual negativo. El material será utilizado posteriormente en otras actividades inherentes al proyecto (RED).	Paisaje	Acopio y acomodo de material vegetal dentro del área de cambio de uso del suelo
21	Con la finalidad de compensar la disminución en la infiltración de agua al subsuelo y recuperar los niveles de erosión que naturalmente se presenta en el área de CUSTF, se construirán terrazas individuales y zanja bordo (COM).	Flora, suelo y agua	678 Terrazas individuales y 5 zanjas bordo que se construirán	30	El suelo orgánico (horizonte A) producto del despálme será almacenado en un área dentro del polígono de cambio de uso del suelo, de tal forma que no impida las actividades, para su posterior uso en la reforestación (RED).	Suelo, flora y agua	Un área para acopio de suelo orgánico dentro del área de cambio de uso del suelo
22	Se colocarán contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial distribuidos en áreas donde se realicen actividades relacionadas con el cambio de uso del suelo (PREV).	Suelo	Sitios estratégicos dentro de los 27.398 ha de cambio de uso de suelo	31	La maquinaria se resguardará dentro del área solicitada para CUSTF (PREV).	Suelo	Dentro del área de cambio de uso de suelo.
23	Instalación de un área de confinamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su posterior traslado, de conformidad con la normatividad (PREV).	Suelo	1 área de acopio	32	Se deberá tener orden y limpieza en las áreas de trabajo, almacenes y demás sitios de obra para reducir al mínimo el efecto de ésta sobre el paisaje (PREV).	Paisaje	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo
24	Se contará con un almacén para los residuos peligrosos generados. Éste reunirá las características que establece la normatividad y los residuos se depositarán en contenedores adecuados (PREV).	Suelo	1 almacén de residuos peligrosos	33	Control de las emisiones a través del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo, el uso de combustibles limpios y de aditivos que promuevan una combustión eficiente (PREV).	Aire	Mantenimiento y verificación periódica
25	Para disminuir el riesgo de contaminación del suelo, se contratará una empresa que se encargue de la disposición de los residuos peligrosos. La empresa estará debidamente acreditada ante la SEMARNAT y con las autorizaciones necesarias para acopiar, transportar y disponer de los residuos (PREV).	Suelo	Contratación de una empresa acreditada ante SEMARNAT y con autorizaciones vigentes para la recolecta, transporte y disposición de residuos peligrosos.	34	La maquinaria se prenderá 15 minutos antes de iniciar las actividades, con el fin de promover el ahuyentamiento de la fauna por efecto del ruido (RED).	Fauna	15 minutos antes de iniciar actividades.
26	Proteger el suelo con kit antiderrames que deberá entregarse a todos los operadores de maquinaria y que deberán emplearlo siempre que el vehículo estén detenido o al momento de hacer carga de combustible, lo anterior, a efecto de evitar que los derrames accidentales de combustibles o aceites se infiltren y contaminen el suelo (PREV).	Suelo	Dotación de kit antiderrames a operadores de vehículos y maquinaria pesada.	35	Colocación de señalamientos fijos que muestren las velocidades máximas permitidas en la zona a fin de mitigar el levantamiento de polvo (PREV).	Aire	Sitios estratégicos dentro de las 27.398 ha de cambio de uso de suelo
				36	Iniciar las actividades de remoción de los materiales por la mañana, cuando las condiciones de humedad relativa son altas y la emisión de polvo a la atmósfera se ve minimizado (RED).	Aire	Durante todas las actividades de cambio de uso de suelo
				37	En caso de poca humedad, se rociará agua para evitar el levantamiento de polvos a la atmósfera, previo al empleo de maquinaria pesada (PREV).	Aire	Antes del inicio de actividades de la maquinaria

2.1.7 Urbanización del Área y Descripción de Servicios Requeridos

En el área del proyecto no se dispone de ningún servicio urbano, sin embargo, en la zona existen todos los requeridos a partir de la localidad Empalme que se encuentra distante a 12 Km del predio del proyecto y en donde se encuentran disponibles todos los servicios requeridos que se describen a continuación:

- Agua potable
- Drenaje
- Alimentación
- Hospedaje
- Materiales de construcción
- Equipamiento de construcción
- Maquinaria de construcción

En su caso, los servicios básicos durante la etapa de construcción, serán proporcionados por el constructor a través de servicios portátiles, siendo que en la etapa de operación ya se contará con servicios permanentes, en el proyecto, con los necesarios para su funcionamiento.

2.2 Características Particulares del Proyecto

El proyecto trata de una planta desaladora de agua de mar que tiene como objetivo disminuir la presión sobre los recursos del acuífero San Fernando de Guaymas y garantizar el abasto de agua potable para las localidades de Guaymas y Empalme con una población actual de 225,664 habitantes.



El proceso secuencial de la operación de la planta inicia con la fuente de agua salada a partir de 5 pozos playeros con capacidad de extracción de 100 L/s cada uno, operan permanentemente 4 de ellos y uno de reserva.

El agua se concentra en la planta desaladora que tiene una capacidad de producción de agua desalada de 200 L/s (6'307,200 m³/año), con un pretratamiento de las aguas de origen para después pasar a dos trenes de separación por osmosis inversa para lo cual se utilizan bombas de alta presión para hacer pasar el agua a través de membranas, cuenta con sistema de recuperación de energía y un sistema postratamiento para remineralizar el agua con CO₂, hidróxido de calcio e hipoclorito de Sodio.

El agua producida se almacena en dos tanques de almacenamiento de agua potable con capacidad de 17,280 m³ cada uno.

A continuación, se envía el agua a través de una línea de conducción de 16" de diámetro y 11.55 Km de largo hasta el tanque de almacenamiento/distribución llamado "Cárcamo Principal C1" del sistema de abastecimiento de la CEA.

Finalmente, el agua de rechazo con una salinidad más elevada (salmuera) se dispone a través de un emisor submarino de 24" de diámetro y una longitud de 1,375 m para llegar a la cota de los -6.0 m en donde se emite por medio de difusores equipados con eductores tipo Venturi lo que permite una mezcla de agua marina/salmuera en una proporción 4:1 que disminuye significativamente la pluma de vertido de la salmuera.

Cabe aclarar que todo el equipamiento funciona con base en energía eléctrica a través de una línea a ser construida con una longitud de 10 Km entre la planta desaladora y la subestación de CFE con un voltaje de operación de 13.8 Kv.

La calidad de agua potable así obtenida será TDS 500 ppm ± 10%. El resto de valores serán siempre inferiores a los especificados por la norma modificada NOM-125-SSA1-1994.

2.2.1 Programa General de Trabajo

De acuerdo a las diferentes fases del proyecto, tiene un horizonte de operación indefinido, aunque para efectos de evaluación se consideran 20 años en donde durante los dos primeros se llevan a cabo las etapas de preparación del sitio y construcción y en los 18 restantes, la operación.

En cuanto a la etapa de preparación del sitio y construcción el cronograma es el siguiente:

Tabla 5. Cronograma de actividades, etapa de preparación del sitio y construcción

ACTIVIDAD	BIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estudios e ingeniería y proyecto ejecutivo												
Caminos de acceso e instalaciones de obra												
Obra de toma												
Sistema de transferencia												



ACTIVIDAD	BIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pre tratamiento			■									
Pos tratamiento				■	■	■						
Planta(s) de bombeo						■	■	■				
Acueducto a presión						■	■					
Tanques de almacenamiento y regulación							■	■	■			
Emisor de descarga											■	■
Otros suministros, servicios, partes de repuesto y herramienta especial					■		■		■		■	■
Obras complementarias						■			■		■	■
Líneas eléctricas, subestación y Planta de emergencia							■	■			■	■
Pruebas, equipos de pruebas y puesta en servicio												■
Actividades previas al inicio de la operación										■	■	
Manuales de operación y documentos de obras										■	■	

2.2.2 Preparación del Sitio

La única actividad de esta etapa es el desmonte y despalde de las áreas que ocupara el sitio del proyecto y que corresponden a:

- Planta desaladora 15,000 m²
- Servidumbre de paso 74,000 m²
- Porción terrestre emisor submarino 6,400 m²
- **Total 95,400 m² (9.54 Ha)**

2.2.3 Descripción de Obras y Actividades Provisionales del Proyecto

Las obras provisionales asociadas al proyecto se ejecutan en la fase de construcción y consisten en un almacén para materiales y herramientas de 120 m², una zona de 20 m² para manejo de combustibles y lubricantes que consumen la maquinaria y equipo, 200 m² como estacionamiento y maniobras de maquinaria ligera y pesada, así como servicios sanitarios portátiles para los trabajadores que se considera estarán instalados dentro del predio y en las áreas que ocuparan los estacionamientos de la planta por lo que no se utilizan áreas adicionales, la ocupación de esta área tiene una temporalidad similar a la etapa de construcción, es decir 24 meses.

Las coordenadas centrales de la ubicación de estas instalaciones son las siguientes: E = 525,508 y N = 3,088,019.



En su conjunto estas instalaciones ocupan una superficie de 340 m² y se propone que estén ubicadas al interior del predio del proyecto, en particular en un área donde no interfieran con el desarrollo de las obras. Estas instalaciones serán responsabilidad del contratista seleccionado en la licitación de las obras, por lo que dicha empresa deberá proporcionar el detalle constructivo para que sean autorizados por la autoridad correspondiente.

Toda vez que las actividades tienen como eje la localidad Empalme en donde existe una oferta de hospedaje y renta de viviendas para el personal foráneo, y que una porción importante de los trabajadores serán habitantes de la propia localidad, entonces se considera que no será necesaria la instalación de un campamento; sin embargo, se propone sea instalado un cobertizo temporal en donde los trabajadores puedan consumir alimentos y sirva como punto de reunión.

2.2.4 Etapa de Construcción

Para efectos de evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental el proyecto está compuesto por los siguientes conceptos:

- Pozos de agua cruda
- Planta desaladora
- Proceso de desalación
- Tanques de almacenamiento de agua potable
- Bombeo de agua potable
- Línea de conducción de agua potable
- Línea de rechazo de salmuera
- Línea de transmisión eléctrica

Como se describe a continuación.

2.2.4.1 Pozos de agua cruda.

Por las características hidrogeológicas y el rendimiento permitido por el acuífero de agua de mar disponible, la toma de agua cruda que alimentará a la desaladora será del tipo subsuperficial, particularmente, pozos playeros. Los pozos playeros o costeros verticales ofrecen una filtración natural del agua, eliminando gran parte de la contaminación, especialmente la de tipo orgánico (algas, crustáceos, peces, etc.). Este tipo de obra de toma filtra el agua a través del suelo del acuífero logrando un menor impacto ambiental y una calidad de agua cruda mayor que una obra de toma de mar abierto. A su vez, la vida útil, sin restauraciones mayores, será de entre 10 y 20 años; ya que con el tiempo los pozos playeros disminuyen su rendimiento debido a las incrustaciones formadas de manera natural por el crecimiento bacteriano y la precipitación química de compuestos. Lo anterior, implica el diseño de una obra de toma con una capacidad del 25% en pozos de reserva, previendo así, la alimentación de agua cruda ininterrumpida durante el periodo de diseño de la planta desaladora.

La obra de toma constará de cinco pozos playeros verticales, de los cuales cuatro operarán de manera continua y uno se encontrará de reserva. Cada uno tendrá una capacidad de aporte del 25% de la demanda de diseño de la planta; es decir, 100 L/s. La



profundidad de cada uno será de 100 m, realizada con ademe liso de PVC ranurado de 16" de diámetro. El resumen de las características de cada pozo se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 6. Características de la obra de toma de agua cruda

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Tipo de obra de toma		Subsuperficial
Tipo de pozo		Playero vertical
Gasto total de explotación requerido	L/s	400
Gasto unitario por pozo	L/s	100
Número de pozos a instalar	Pza.	5
Número de pozos en reserva	Pza.	1
Material de ademe		PVC ranurado
Diámetro de ademe	mm (pulg)	400 (16")
Espesor de ademe	mm (pulg)	12.70 (1/2")
Profundidad de ademe	m	100.00
Altura de tapón de fondo	m	1.00
Material de tapón de fondo		Concreto precolado

La línea de bombeo de cada uno de los pozos será fabricada con tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) de 10" de diámetro, clase RD-17 termo-fusionada, la cual será conectada a un cabezal también construido en HDPE con un diámetro de 20" y clase RD-17. La longitud del cabezal que conducirá el agua salada desde la batería de pozos hasta la planta desaladora, mide aproximadamente 625 m. Bajo estas condiciones, cada una de las bombas sumergibles de pozo (Figura 5), deberá vencer una carga dinámica total de aproximadamente 17.5 mca.

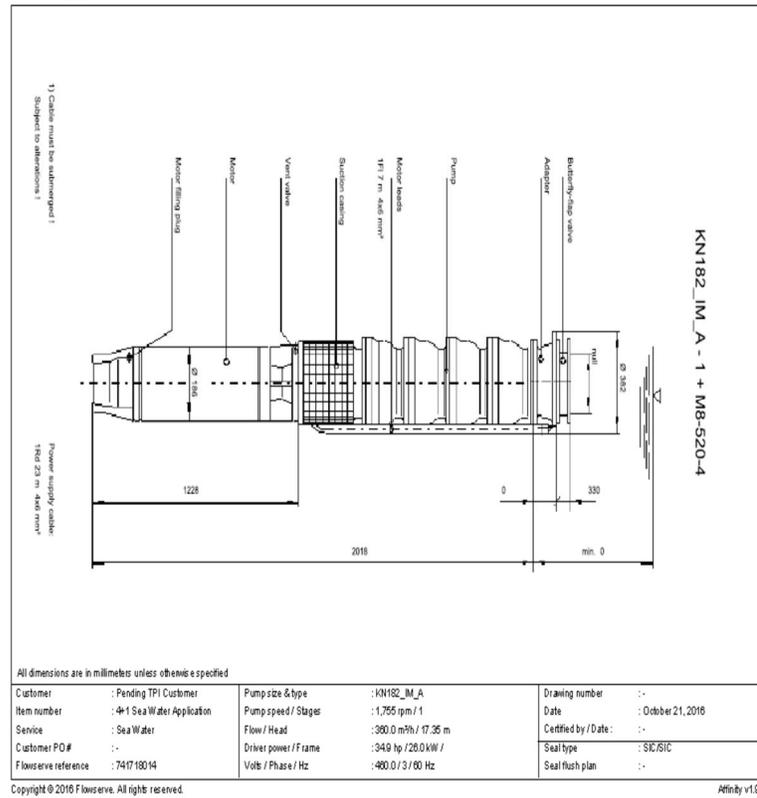


Figura 5. Bomba de pozo

Los cinco pozos se encuentran al interior del predio donde se construirá la planta con las coordenadas siguientes:

Tabla 7. Coordenadas de localización de los pozos playeros

Pozo	E	N
1	525153.184	3087588.109
2	525303.362	3087561.356
3	525214.227	3087725.393
4	525360.794	3087687.501
5	525398.888	3087540.632

Como se muestra en la siguiente figura donde se aprecia además la línea de conducción hasta la planta desaladora.

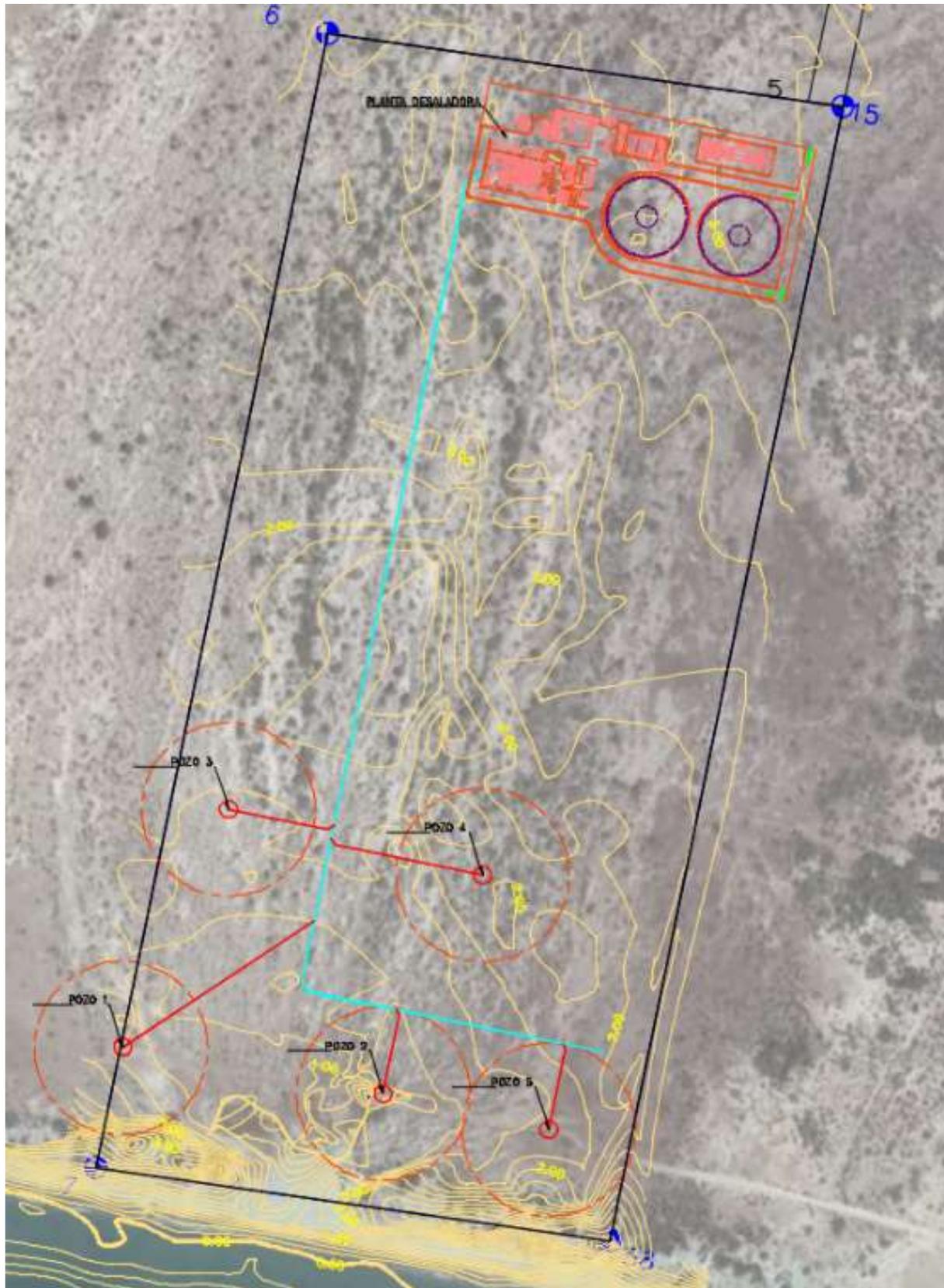


Figura 6. Localización de los pozos abastecedores de la planta.

2.2.4.2 Planta desaladora.

El diseño de la planta se realizó con base en el siguiente diagrama de flujo:

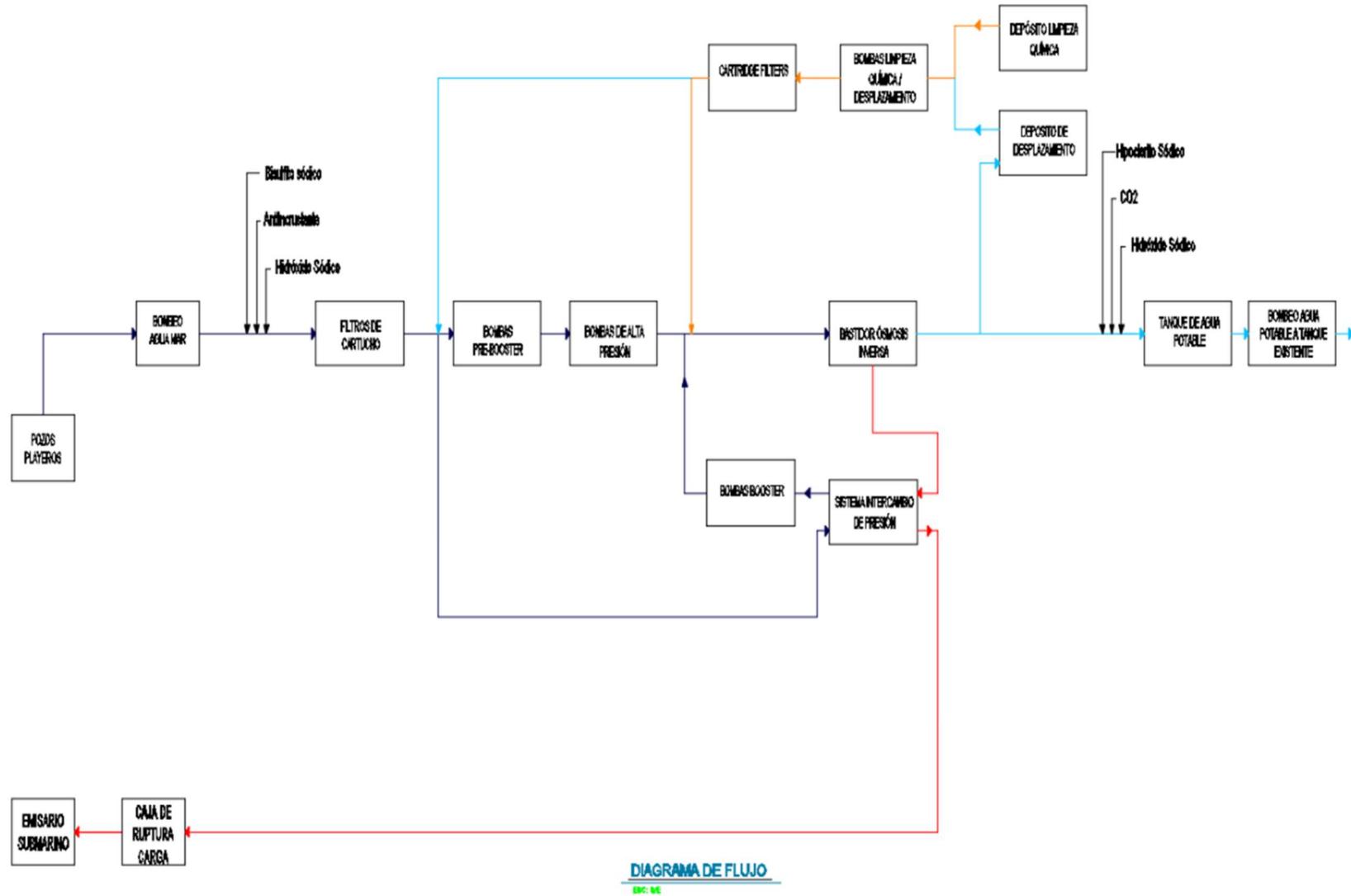


Figura 7. Flujo de diseño de la planta desaladora.

Y que resulta en el siguiente diseño en planta:

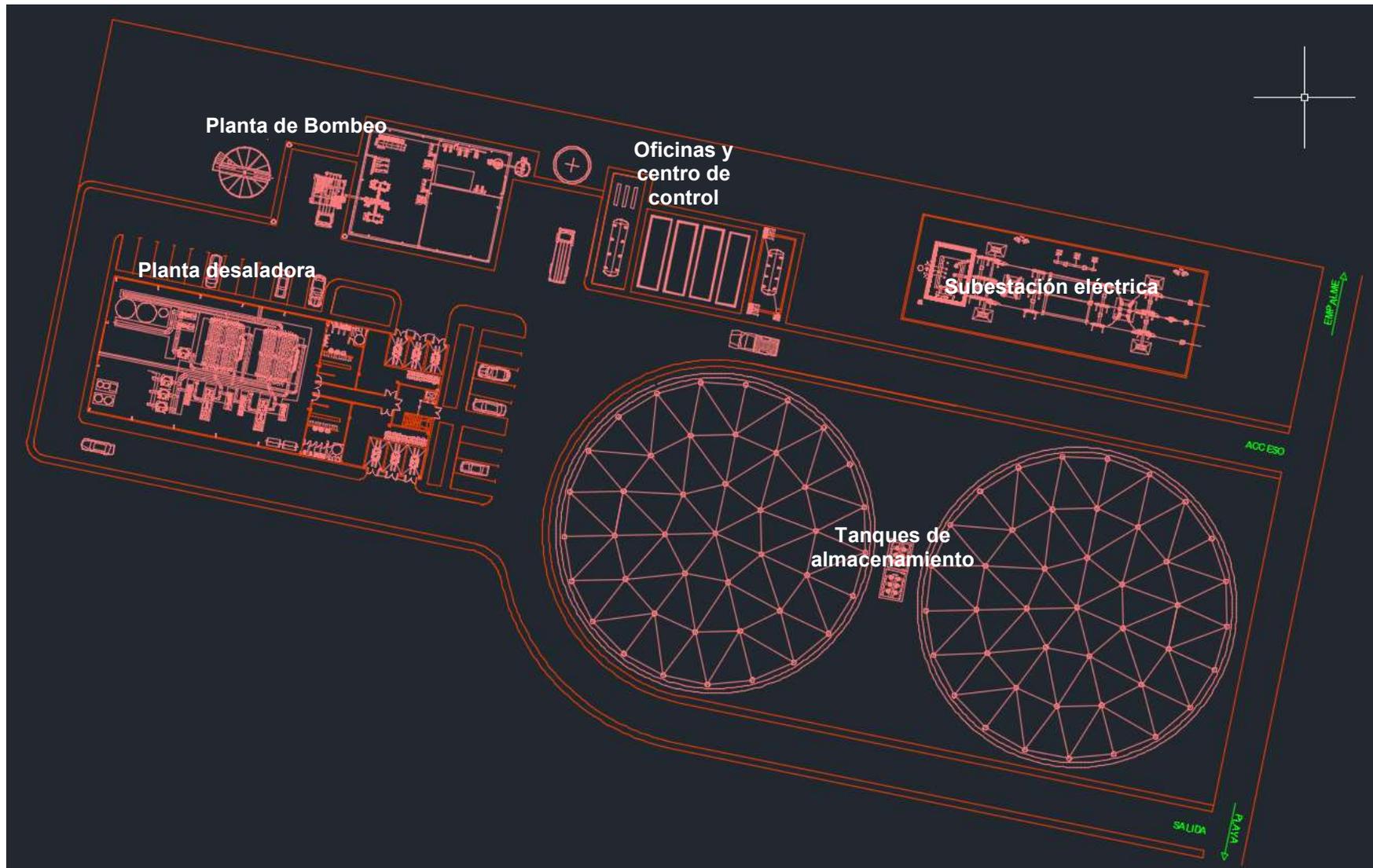


Figura 8. Diseño de la planta desaladora.



2.2.4.3 Tanques de almacenamiento de agua potable

Una vez que el permeado fue tratado y es calificable como agua potable, es enviado a tanques donde se almacenará y eualizará el flujo. Es una buena práctica de diseño contar con la capacidad de dos días de almacenamiento, por lo que se contemplan dos tanques de acero con una capacidad unitaria de 17,280.00 m³. Los tanques tendrán una altura útil de 10.00 m y un diámetro de 47.00 m. Por lo anterior, éstos deberán cumplir en su totalidad con lo estipulado en el estándar 650 del *American Petroleum Institute (API 650)* para asegurar su integridad. En la tabla 8 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta el resumen de las características de los tanques de almacenamiento.

Tabla 8. Características de tanques de almacenamiento de agua potable.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Tiempo de retención de agua potable	h	48
Capacidad unitaria de tanque	m ³	17,280.00
Número de tanques	pza.	2
Características del cada tanque		
Altura útil	m	10.00
Diámetro	m	47.00
Estándar de fabricación		API 650
Material de construcción		Acero ASTM A36
Recubrimiento interior		Anticorrosivo
Recubrimiento exterior		Anticorrosivo
Indicador de nivel		Regleta
Sistema de protección anticorrosiva		Protección catódica

La Figura 9 muestra el proceso constructivo de un tanque API con las mismas características de los que serán construidos en la planta desaladora.

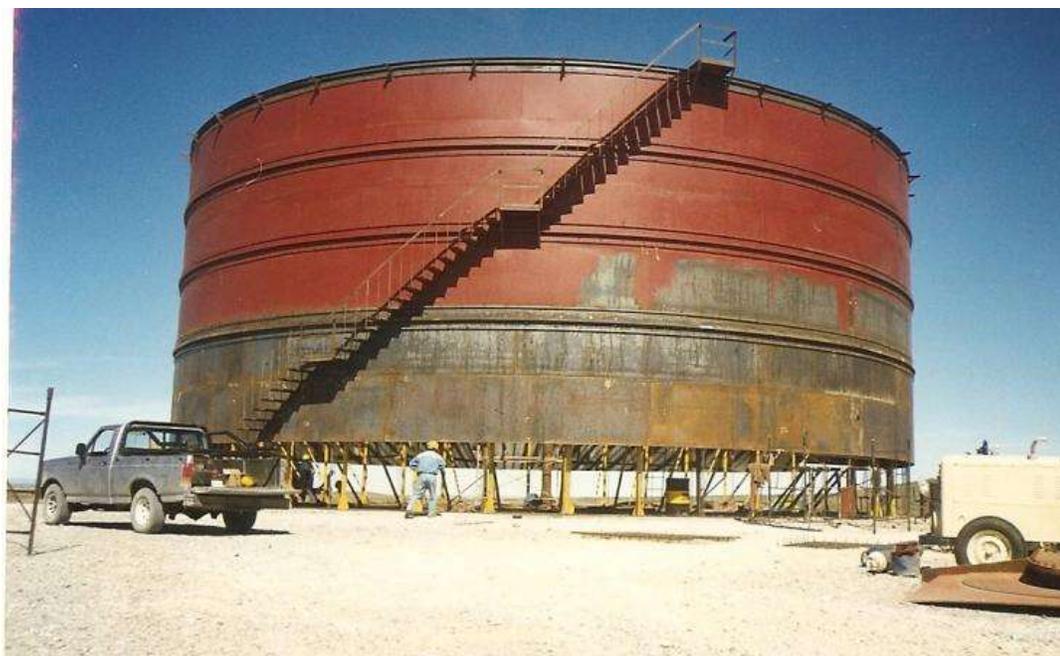




Figura 9. Tanque API 650 en proceso de construcción.

2.2.4.4 Bombeo de agua potable

EQUIPO DE BOMBEO

La planta desaladora se ubica a una distancia aproximada de 11 Km del tanque más cercano con que cuenta la CEAS (C1), por tal razón se requiere bombear el agua potable. Para tal fin, se requiere contar con una batería de bombeo acorde que cumpla con las características descritas en la tabla 9. Se contempla que la planta desaladora se ubique entre la cota 4.00 y la cota 6.00 msnm, mientras el nivel de alimentación en el tanque denominado Empalme 1 es la cota 13.75 msnm

Tabla 9. Características del equipo de bombeo de agua potable

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Gasto total de bombeo	L/s	200
	m ³ /h	720
Cantidad de bombas	pieza	2+ 1
Gasto unitario de bombeo	L/s	100
	m ³ /h	360
Características del equipo de bombeo		
Tipo		Carcaza bipartida
Carga dinámica de bombeo	mca	58
Marca		Flowserve
Modelo		6LR-16B
Potencia	Kw (HP)	93.2 (125)
Velocidad del motor	RPM	1750
Eficiencia	%	81.3
Diámetro de succión	mm (")	200 (8)
Diámetro de descarga	mm (")	150 (6)
Volts/Fase/Hz		460/3/60



Full Page GA Drawing

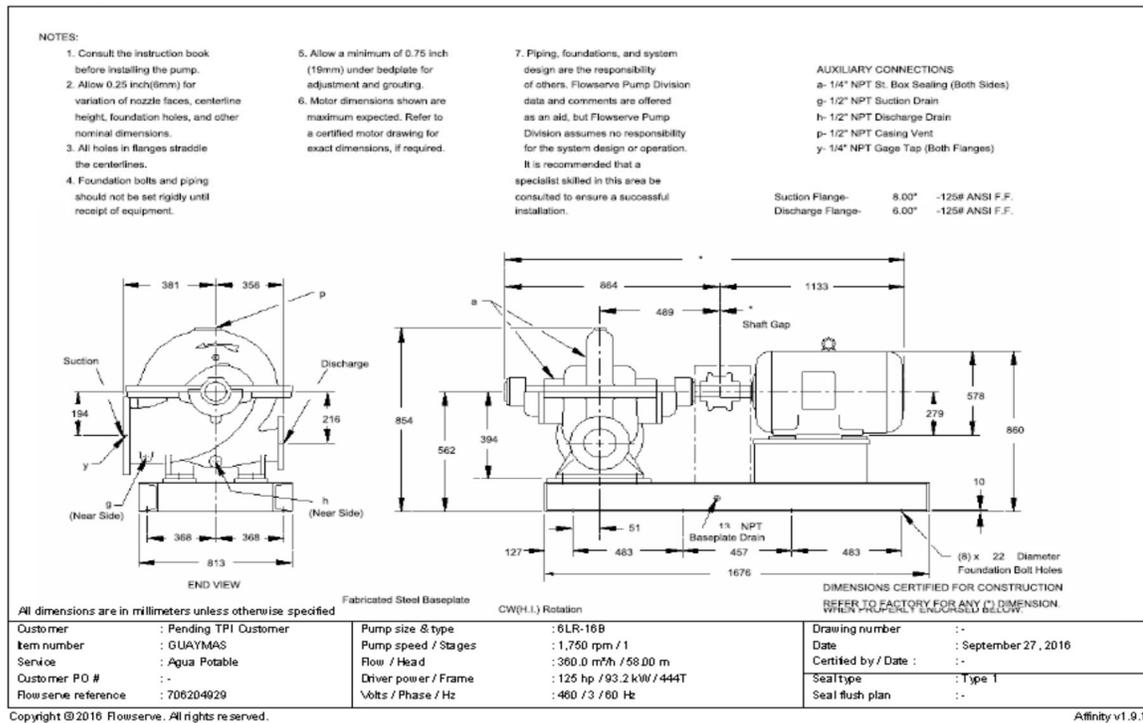


Figura 10. Bombas de agua potable de carcasa bipartida.

2.2.4.5 Línea de conducción de agua potable.

El agua potable será bombeada por bombas centrífugas que serán alimentadas por los tanques de almacenamiento descritos en el apartado anterior. Éstas permitirán conducir el agua 11.55 km hasta llegar al centro de bombeo para su distribución municipal. Cada bomba tendrá una capacidad del 50 % del gasto de diseño, es decir 100 L/s y se contará con una de respaldo, lo que se traduce en una batería de bombeo de tres equipos para la conducción de agua potable hasta el centro de distribución municipal. El material de la tubería de conducción es PVC y deberá cumplir lo estipulado en el estándar C905 de la *American Water Works Association (AWWA C905)*. Debido a la longitud de la línea, ésta cuenta con válvulas de admisión y expulsión de aire que eviten el colapso de la tubería durante el vaciado y llenado de la línea. En la tabla 10, se presenta el resumen de las características de diseño de ésta.

Tabla 10. Características de la línea de conducción de agua potable

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Longitud de la línea	m	11,551
Gasto de operación	L/s	200
	m ³ /h	720
Características de la tubería		
Material		PVC
Diámetro	mm (")	406 (16)
Clase	RD	32.5



Presión de prueba	kg/cm ²	8.8
Dispositivo de protección de la línea		Válvulas de admisión y expulsión de aire

Se debe aclarar que solamente el tramo de esta línea de conducción entre la planta desaladora y la carretera federal 15 (3,700 m) se realiza sobre terreno natural (sin cambio), mientras que los restantes 7,851 m se realiza en el derecho de vía tanto de la carretera mencionada como por el camino estatal hasta el tanque de la CEA, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 11. Línea de conducción en planta.



2.2.4.6 Línea de rechazo de salmuera

CARACTERÍSTICAS DE LA LINEA DE AGUA DE RECHAZO

El concentrado o salmuera, producto del proceso de desalación descrito en el apartado correspondiente, debe ser dispuesto de tal manera que se minimice el impacto que éste pudiera tener en el ambiente marino. En el caso específico de la desaladora, será retornado a mar abierto, para ello se diseñó un emisario marino (Tabla 13) con una longitud de 1,375.00 m; el cual descargará el concentrado a una distancia aproximada de la costa de 670 m y una profundidad de 6.00 m. Lo anterior, aunado a un eductor, dispositivo que mediante el principio venturi logrará una dilución 4 a 1 del concentrado en agua de mar, permitirá un mínimo trastorno al ecosistema marino y reducirá costos de obra civil y mecánica en comparación con los emisarios marinos tradicionales.

Las condiciones que rigen el diseño del salmueroconducto, obedecen a las recomendaciones emitidas dentro del estudio de marítima, cuyo objetivo radica en asegurar una buena dilución de la pluma salina para las condiciones de la zona de estudio (corrientes, variaciones de temperatura, oleaje, vientos, etc.).

Tabla 11. Características de la línea de rechazo de salmuera

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Longitud de la línea	m	1,375
Gasto de rechazo de salmuera	L/s	200
	m ³ /h	720
Características de la tubería		
Material		HDPE
Diámetro	mm (")	609 (24)
Clase	RD	32.5
Estándar		ASTM 3350 y F 714-05
Mecanismo de dilución		Eductor
Cantidad de unidades	pza.	2
Diámetro	mm (")	250 (12)
Condiciones de operación		
Caudal de aporte (salmuera)	L/s	124.4
Caudal de sección (mar)	L/s	496.7
Caudal de salida (mezcla)	L/s	621.1
Relación de dilución		4:1
Longitud de la pluma de dispersión	m	22
Pérdida de carga o presión diferencial	bar	0.69

El emisario antes descrito será alimentado por un tanque de almacenamiento fabricado en concreto que está diseñado de tal manera que el tirante de operación se encuentre a 9.00 m sobre el nivel del mar, y por gravedad, llegue hasta el punto óptimo de vertido (-6.00 msnmm), como se muestra en la siguiente figura:

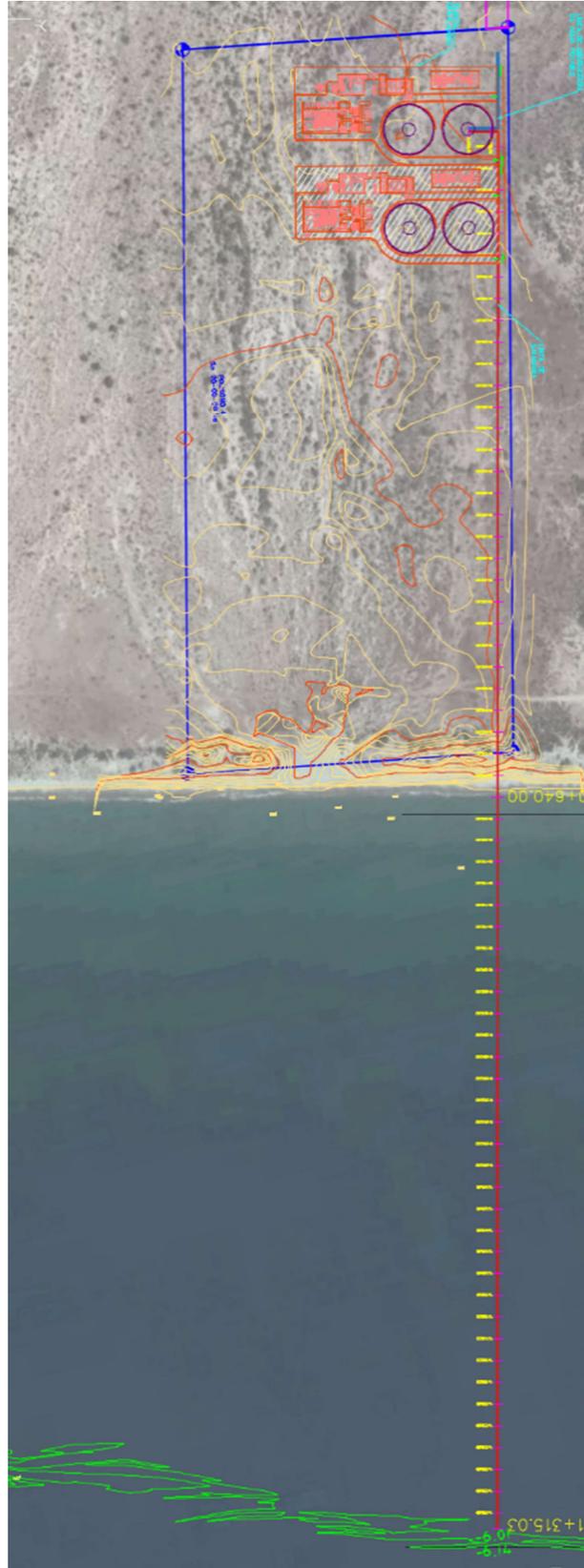


Figura 12. Línea de emisión de salmuera en planta.



ESTABILIDAD DE LA LÍNEA DE SALMUERA

Con la finalidad de lograr la mayor estabilidad de la línea de salmuera, ante eventos naturales tales como mareas, se calculó y diseñó un sistema de atraques de concreto, cuya finalidad consiste en incrementar el peso y estabilidad de la línea una vez instalada en el lecho marino.

Los atraques son fabricados en concreto armado (Figura 13), y sus dimensiones y peso corresponden al cálculo efectuado acorde tanto con las características de la línea como el entorno marino.

Tabla 12. Características de los atraques

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Material de construcción		Concreto simple
Resistencia	Kg/cm ²	200
Geometría		Rectangulares
Separación	m	4.6
Peso unitario	kg	870
Procedimiento de cálculo		AWWA, M-55

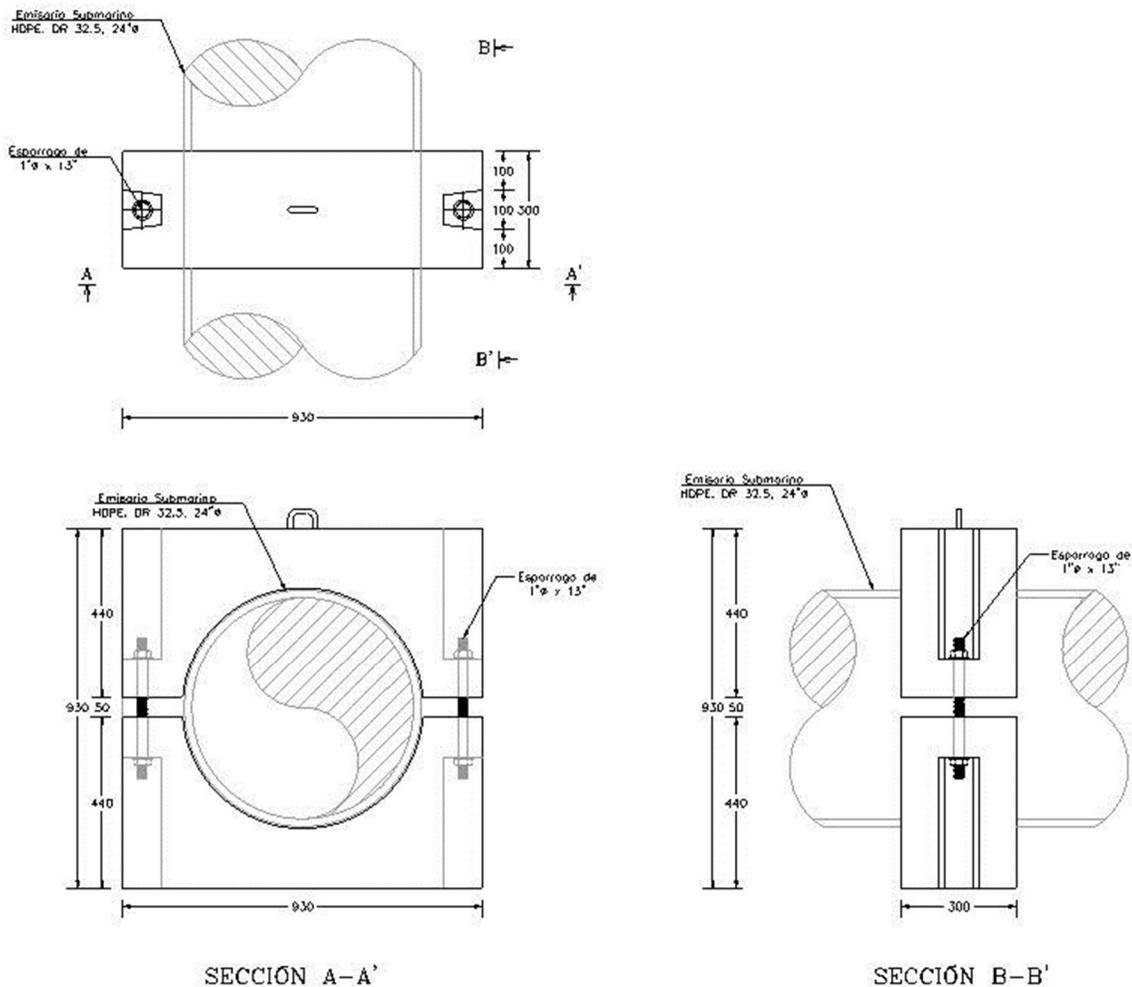


Figura 13. Geometría de los atraques de concreto.



2.2.4.7 Línea de alimentación eléctrica

- **Estudio de factibilidad**

La Comisión Federal de Electricidad (CFE), emitió un oficio resolutivo con fecha del 21 de septiembre del 2016, en el cual se indica que el alimentador a emplear será mediante un nuevo circuito en Media Tensión, 1 Circuito, 3 Fases, 4 Hilos, 13.8 kV, cable 477 AAC.

En este informe resolutivo de CFE, se muestra una trayectoria que recorre la Carretera Guaymas-Ciudad Obregón, desde la Subestación Empalme de CFE ubicada al margen derecho de la pista y hasta la ubicación tentativa de la Planta Desaladora.

- **Situación y emplazamiento**

Dadas las características del sistema eléctrico existente en la zona, para la alimentación de la planta desaladora Guaymas, será necesaria la construcción de una nueva línea eléctrica aérea en la tensión de 13.8 kV que, con una longitud aproximada de 10 km, discurrirá entre la subestación (SE) de la Planta Desaladora Guaymas y la Subestación Eléctrica Empalme 230 kV/13.8 kV, punto de interconexión con la red eléctrica de la CFE.

Esta línea se sitúa al este de la ciudad de Guaymas Sonora, y en su recorrido discurrirá a través del municipio de Empalme.

En el Anexo 6, se muestra un esquema general de conexión de la SE de la Desaladora Guaymas y la SE Empalme de CFE. La Línea de Transmisión se localiza en el estado de Sonora, la cual inicia en la SE Empalme misma que se ubica a 3 km al Sur - Este de la Ciudad de Empalme y a 11.3 km de Guaymas en el estado de Sonora.

- **Características generales de la línea**

A manera de resumen, dentro de la tabla 13 se presentan las características generales de la línea.

Tabla 13. Características generales de la línea de alimentación eléctrica

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Longitud aproximada	km	10.0
Tensión nominal	kV	13.8
Frecuencia nominal	Hz	60
Tipo de conductor		Cosmos 477
Número de circuitos		1
Número de fases		3
Número de conductores por fase		1
Cable de neutro		1
Tipos de cable de guarda		N/A
Tensión máxima	kV	15.0
Estructuras		Postes de concreto
Punto de interconexión		S.E. Empalme
Nivel de tensión punto de interconexión	kV	13.8
Tipos de modelos de estructuras		Poste de concreto 12C-750
Tipo y número de estructuras		2 RD30-RD3 65 TS3N 1 Transmisión aéreo-subterránea

- **Trazado de la línea de transmisión**

El trazado de la línea que enlazará la nueva subestación a construir en la SE Desaladora Guaymas con la Subestación Empalme (CFE).

- **Características de la línea**

A manera de resumen, dentro de las tablas 14 y 15 se muestran las principales características de la línea de alimentación (Figura 14).

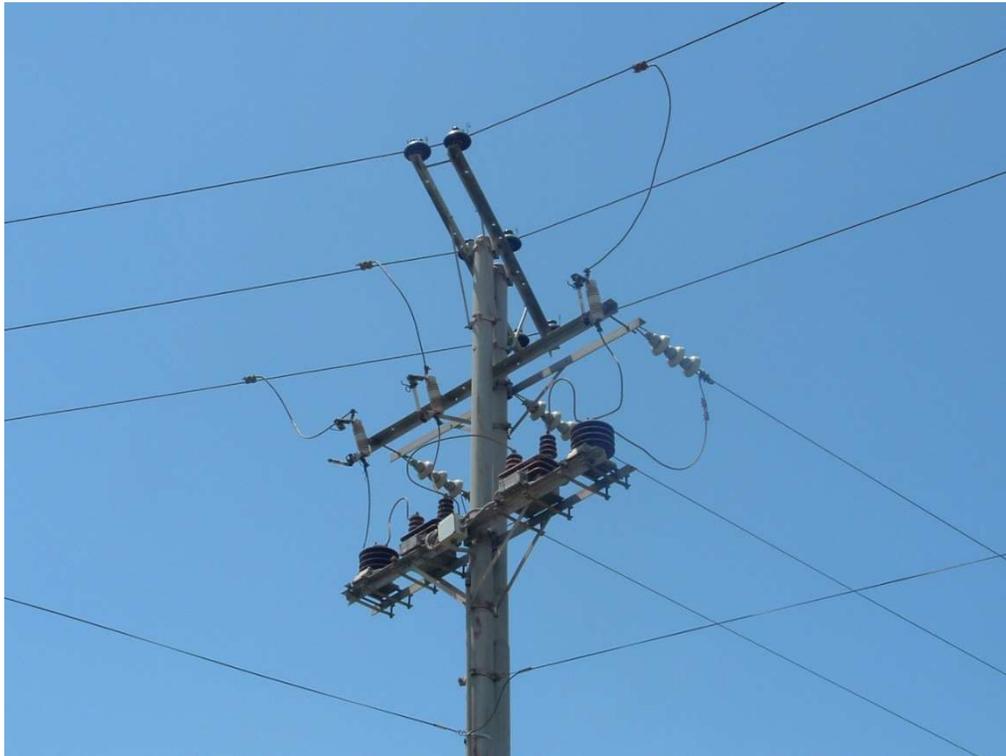


Figura 14. Línea de alimentación eléctrica en 13.8 kV.

Tabla 14. Características del Cable 477 Cosmos

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Tipo de conductor		477 Cosmos
Diámetro	mm	20.0
Área	mm ²	241.7
Peso unitario	Kg/km	664.0
Tensión de ruptura	N	36,000.0

Tabla 15. Características del cable guarda 7#8

COMPONENTE	UNIDAD	VALOR
Diámetro	mm	9.78
Área	mm ²	58.56
Peso unitario	Kg/km	3.82
Tensión de ruptura	N	70,896.87
Módulo de Elasticidad Inicial	N/mm ²	158,666.00
Módulo de Elasticidad Final	N/mm ²	158,666.00
Coefficiente de dilatación lineal Inicial	1/°C	0.0000126
Coefficiente de dilatación lineal Final		0.126

• **Estructuras**

La línea contará con estructuras de postes de concreto, donde se instalarán crucetas, herrajes, aisladores y cable, normalizadas por la CFE (Figura 14). Los postes irán apoyados al suelo sobre cimentaciones simples o directamente enterrados, según las características del subsuelo, que será analizado mediante un estudio geotécnico en algunos puntos por donde corre la línea de distribución. En la Figura 15 se muestra una imagen del poste de concreto a utilizar.

El tamaño de las estructuras podrá variar en función de la longitud del vano que soportan y de la orografía y las características del terreno en el que se apoyan, siendo el tipo de apoyo medio o mayoritariamente utilizado, con sus correspondientes dimensiones.

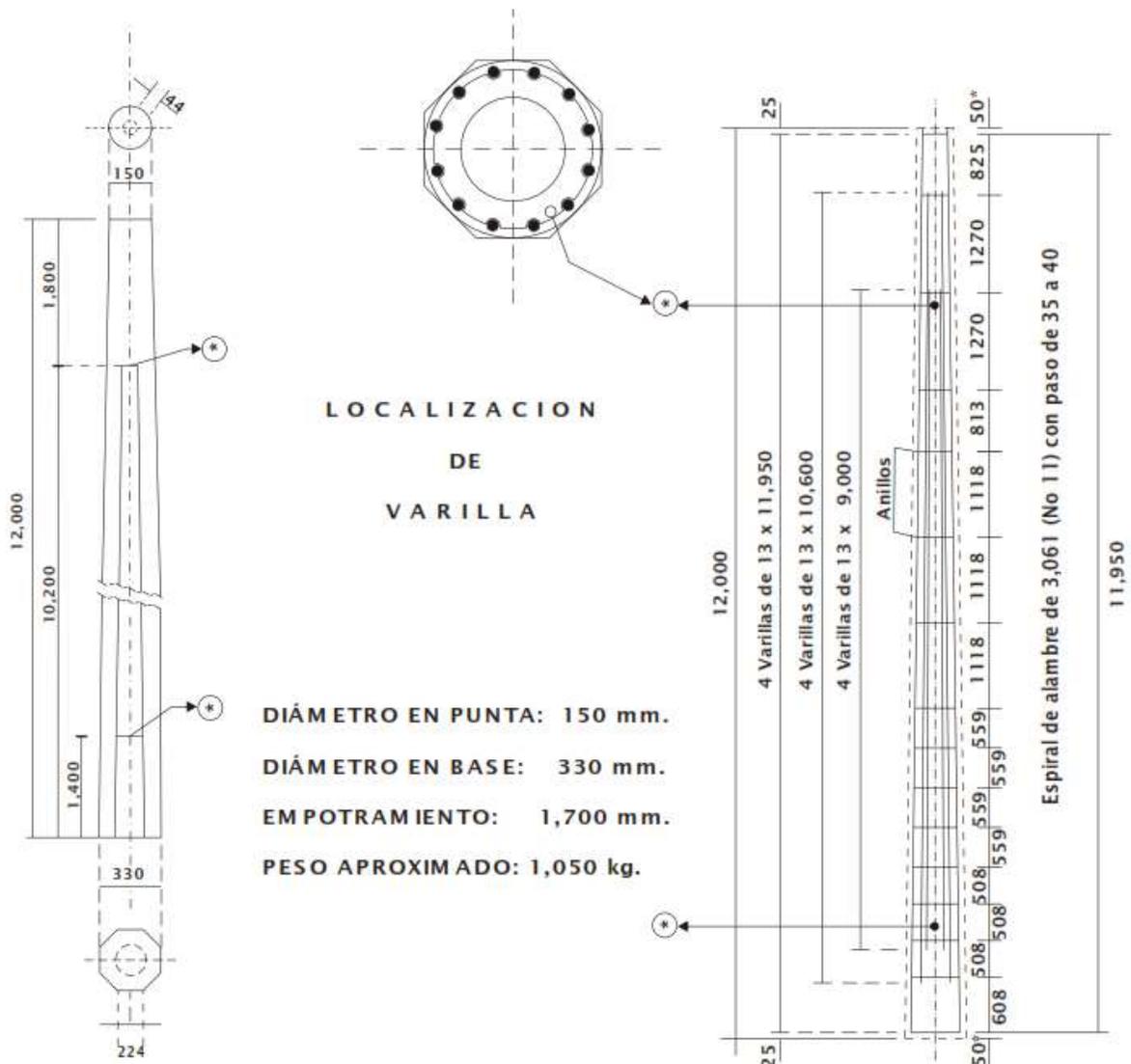


Figura 15. Postes de la red eléctrica.

2.2.4.8 Proceso Constructivo

2.2.4.8.1 Línea de rechazo de salmuera

Desde el punto de vista ambiental se revisó el trazado de la línea emisora de salmuera resultando en 640 m en la porción terrestre y 735 m en la zona submarina, siendo afectados el plancton en la columna de agua y el meiobentos o bentos intersticial en el fondo marino, como se verá en el apartado correspondiente.

Para el primer caso, terrestre la tubería de rechazo de salmuera recorre el límite este del predio a todo lo largo pasando por vegetación tipo matorral xerófilo con muy baja densidad llega a la duna, la atraviesa por una zona sin vegetación aparente y se interna en la zona marina.



Figura 16. Trazo de la línea de rechazo de salmuera, porción terrestre, vista norte –sur, nótese la ausencia de vegetación.



Figura 17. Trazo de la línea de rechazo de salmuera por el paso de la duna, nótese la ausencia de vegetación.

Los resultados de la prospección submarina indican la ausencia de componentes ambientales relevantes o de importancia para la conservación, en su mayoría los fondos bénticos del fondo marino frente al sitio del proyecto están compuestos por arena y conchas en proceso de mineralización, siendo notable la ausencia de vegetación acuática y de formas animales, la biodiversidad en esta zona esta sostenida por las formas microscópicas ya sea del fondo o de la columna de agua.



Figura 18. Vegetación y esponjas aisladas



Figura 19. Moluscos aislados, sin formar bancos.



Figura 20. Otras formas encontradas.



Figura 21. Vegetación y moluscos aislados.



Figura 22. Callo de hacha (*Atrina sp*) sin formar bancos.

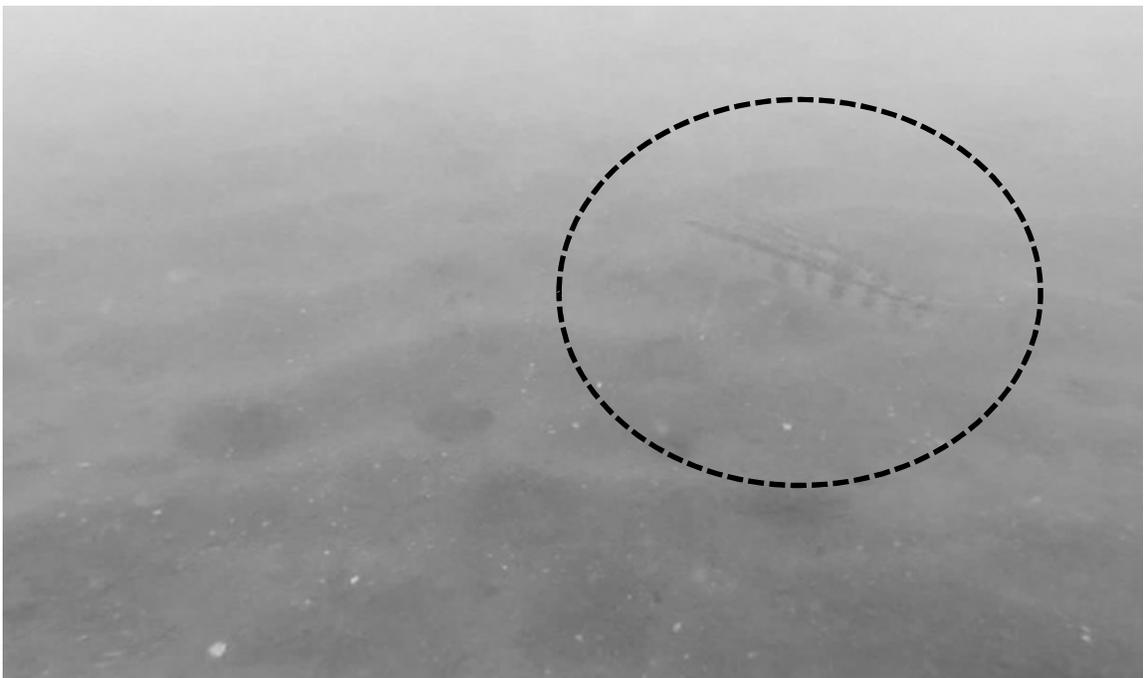


Figura 23. Pez no identificado en la columna de agua.

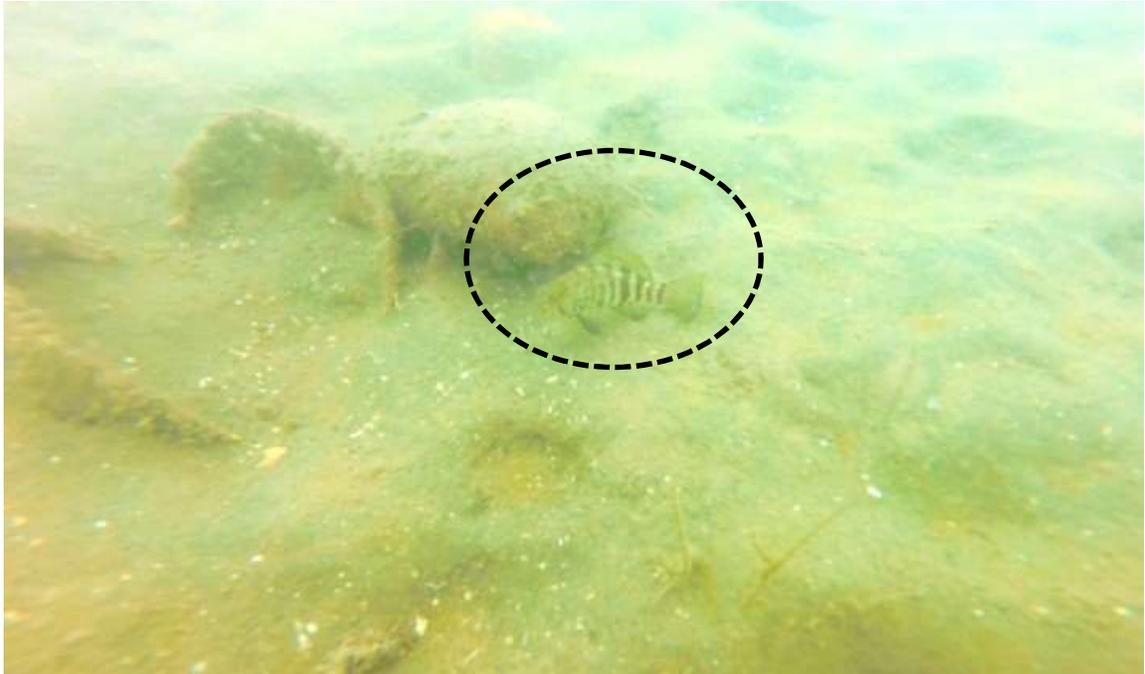


Figura 24. Pez en la columna de agua sin formar cardúmenes.

La tubería de la línea emisora de salmuera se coloca de manera subsuperficial, es decir va enterrada tanto en la porción terrestre como en la marina, por lo que al final de la etapa de construcción se debe procurar la restitución de la vegetación en la porción terrestre, mientras que en la marina las estructuras estabilizadoras funcionarán como arrecifes artificiales de tal manera que se espera un incremento de la biodiversidad por un aumento de la oferta de hábitat en su modalidad de sustrato duro para fijación de organismos sésiles y a partir de un efecto de atracción de las cadenas alimenticias.

El escenario esperado, es el que se presenta en las siguientes figuras, siempre y cuando las estructuras sean colocadas correctamente

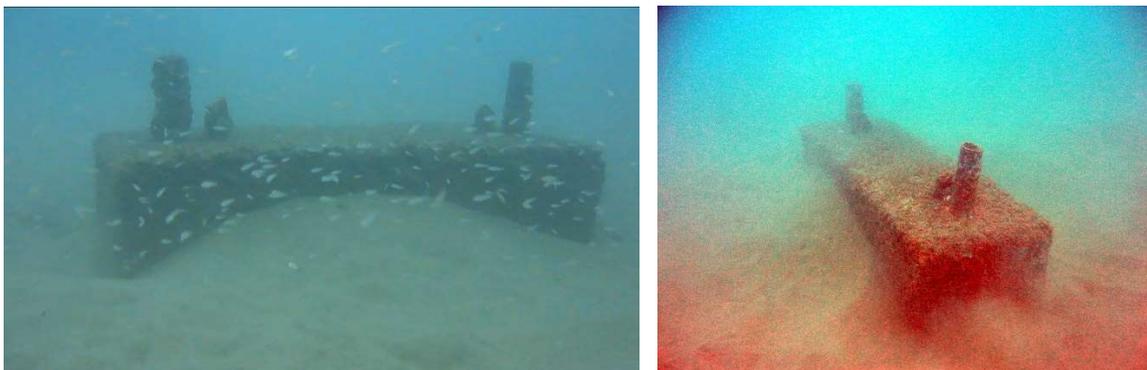


Figura 25. Escenario esperado de la tubería en el fondo marino.



Figura 26. Escenario esperado de incremento de la biodiversidad sobre la tubería y estructuras estabilizadoras en el fondo marino.

Una de las mayores preocupaciones en el caso del vertido de salmuera al mar provenientes de plantas desaladoras es el incremento notable de la salinidad que puede tener efectos nocivos sobre el ambiente, por lo anterior y para conocer el efecto de este proyecto sobre el medio marino se ejecutó una modelación matemática bajo las condiciones medidas del sitio en particular mareas, vientos y oleaje que son los motores de las corrientes costeras y por lo tanto del comportamiento de la salmuera en el medio marino, las condiciones teóricas respecto de la salinidad fueron una salinidad de 35 ups para el medio marino y una salinidad de la salmuera en el punto de vertido de 70 ups.

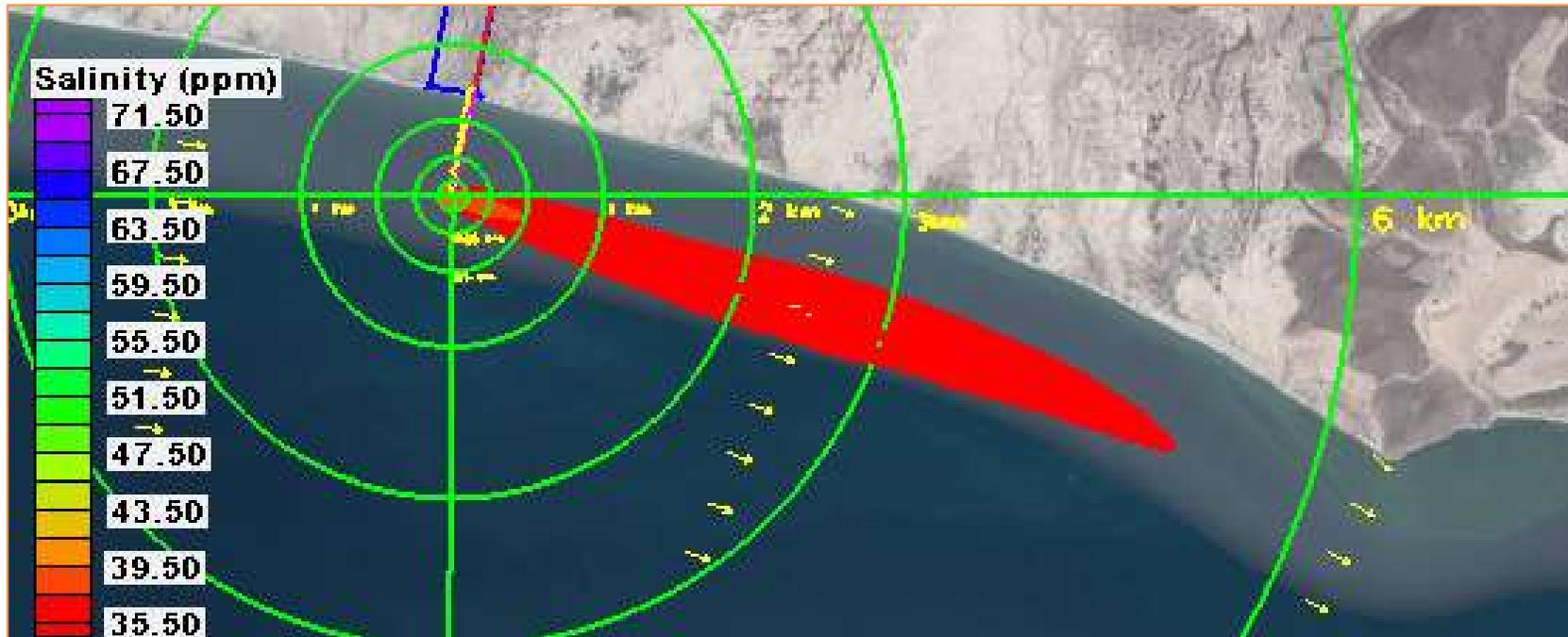
Los resultados temporales son los siguientes:

En términos generales, para todo el año se puede decir que el comportamiento de la dilución de la pluma es el siguiente:

- En los primeros 100 m se efectuará el mayor proceso de mezcla con salinidades mayores a 41 ppm,
- A 250 m será de ~39 ppm,
- A 1 km de ~37 ppm,
- A 3 km de ~36 ppm,
- Cuando la pluma va al este, a 6 km la pluma tiene una salinidad menor a 35.5 ppm,
- Cuando la pluma va al oeste, es a 10 km la pluma tiene una salinidad menor a 35.5 ppm.

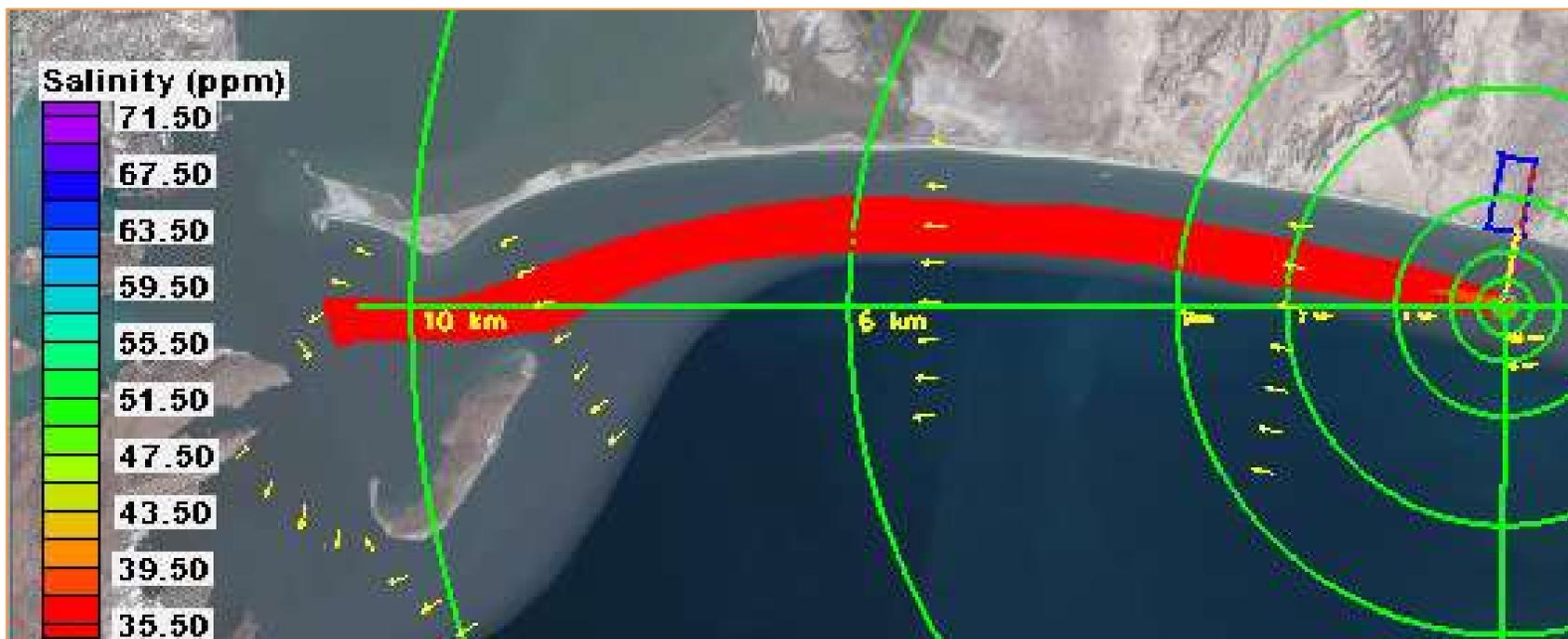
Asumiendo entonces que una variación de +1 ppm es aceptable, se considera que la pluma logra prácticamente la dilución total a 3 Km.

A lo largo del año la pluma tiene dos direcciones de desplazamiento que se resumen en las siguientes figuras.



Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio (algunos días), Septiembre (mayoría de días), Octubre, Noviembre y Diciembre

Figura 27. Dilución por Meses al Este



Junio (mayoría de días), Julio, Agosto y Septiembre (algunos días)

Figura 28. Dilución por Meses al Oeste



Se debe añadir que para efectos de la dilución se presentan dos tipos, la de campo cercano donde la turbulencia produce un fuerte efecto de mezcla, sobre todo cuando los difusores se dirigen hacia arriba, y que para el presente proyecto es de 250 m donde se produce el mayor efecto de dilución al bajar de 70 a 39 ups la concentración de la salinidad, después se presenta el efecto de dilución de campo lejano en donde disminuye significativamente la turbulencia y las masas de agua de mayor salinidad, más densas, se mueven por el fondo logrando a un kilómetro estar solamente dos unidades por arriba de la salinidad original (37 ups).

Al respecto, vale la pena discutir las legislaciones basadas en experimentación y monitoreo en el mundo donde se concluye que en el campo lejano o en el cercano con presencia de componentes relevantes sésiles tales como praderas de pastos marinos o colonias de moluscos cementantes la salinidad no debe exceder el 10% de la salinidad normal del sitio, es decir la cifra límite para el presente caso es de 38.5 ups que corresponde a una distancia de entre 250 m y 1 kilómetro del punto de vertido, dado que no se encontraron componentes relevantes ni en el campo cercano ni en el lejano, entonces se considera un bajo impacto del vertido de salmuera para este proyecto, de cualquier manera se debe proponer un Programa de Monitoreo de la salinidad para determinar la zona de influencia real para cada estación del año y sus efectos sobre la flora y fauna cuando menos a las distancias teóricas determinadas en el modelo de dilución.

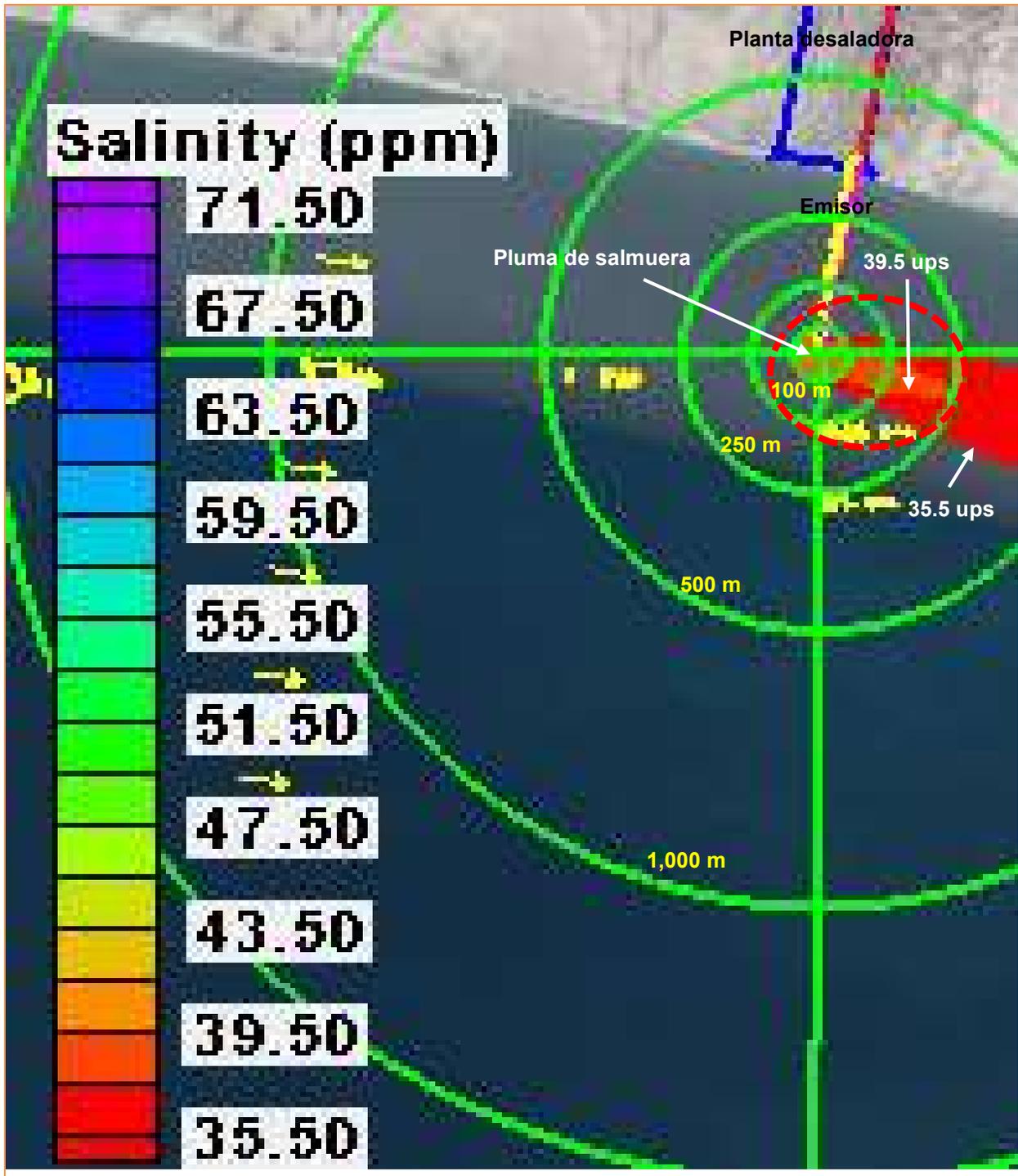


Figura 29. Detalle de zona crítica al Este

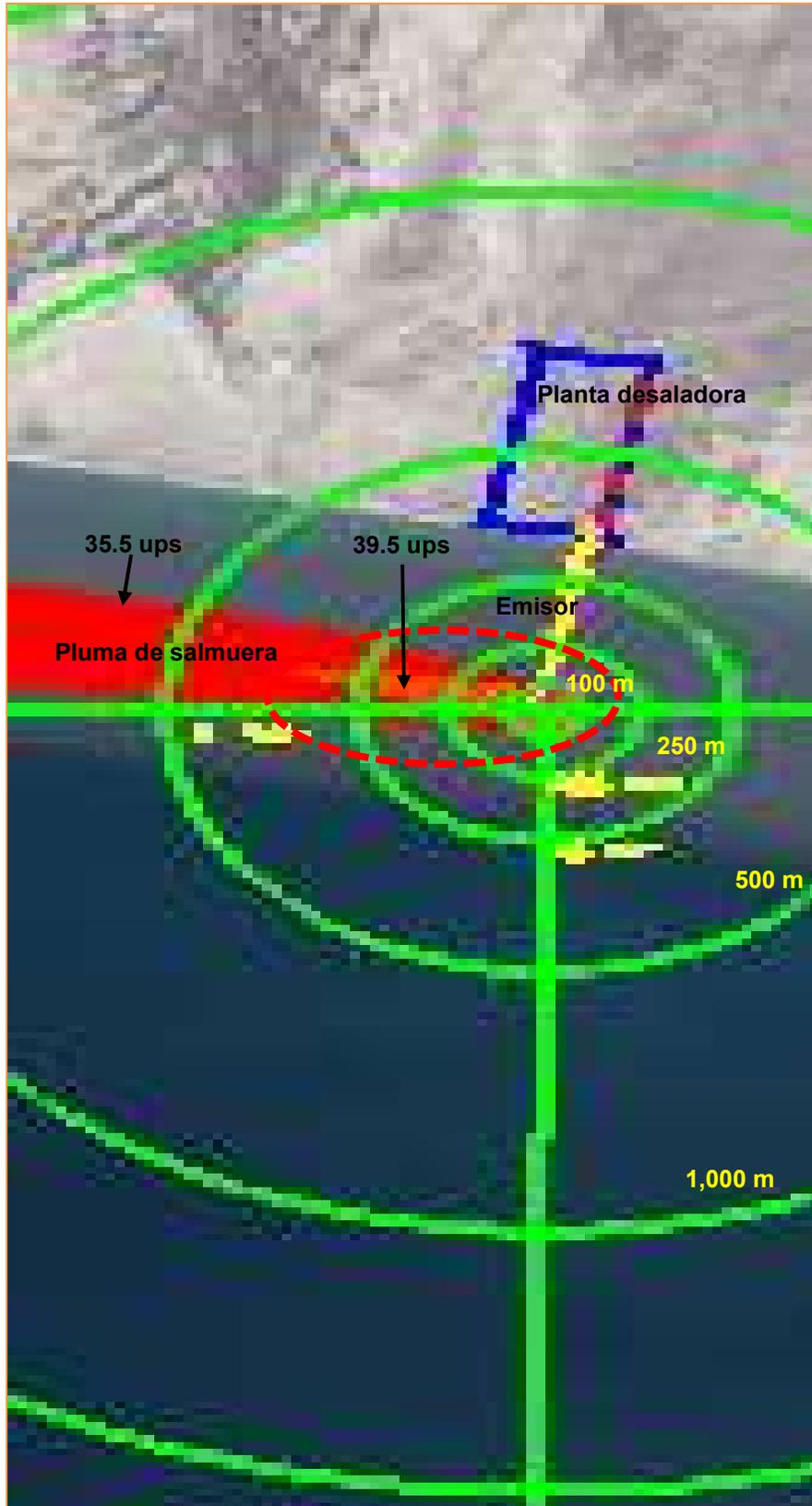


Figura 30. Detalle de zona crítica al Oeste

2.2.4.9 Planta desaladora

De los 200,000 m² disponibles en el terreno de interés solamente se utilizan 15,000 y para la ubicación de la planta desaladora, se seleccionó la zona donde la vegetación presentará la menor densidad y cobertura con la finalidad de abatir al mínimo los impactos por remoción de vegetación resultando ser la esquina superior derecha.



Figura 31. Vista norte-sur donde se ubicará la planta desaladora, esquina superior izquierda (vista norte-sur).



Figura 32. Vista este-oeste donde se ubicará la planta desaladora.

Las edificaciones que ocuparan la planta desaladora son obra civil sin involucrar ninguna actividad diferente al uso de concretos y estructuras metálicas, por lo que se deben considerar una serie de medidas preventivas y de mitigación de los impactos generados en este tipo de obras, abundando, no se requiere de instalaciones especiales y se ha diseñado el funcionamiento de la maquinaria con energía eléctrica con la finalidad de abatir las emisiones a la atmósfera de tal manera que una vez terminada la etapa de construcción, donde sí se usan motores de combustión interna, termina también este impacto.

Por lo anterior, se deberán analizar con cuidado los resultados del Estudio Técnico Justificativo para el Cambio del Uso del suelo determinar la afectación y en principio rescatar las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, reponer la cobertura



vegetal ya sea por reforestación del mismo predio o la utilización equivalente en las áreas verdes del proyecto arquitectónico.

2.2.5 Etapa de Operación y Mantenimiento

2.2.5.1 Proceso de desalación

- **PRETRATAMIENTO**

Consta de filtros cartucho (con un diámetro nominal de poro $\leq 5 \mu\text{m}$), que junto con la dosificación de diversos agentes químicos (antiincrustantes, metabisulfito de sodio, hipoclorito de sodio, etc.) garantizan una óptima calidad del agua cruda antes de ser alimentada al sistema de ósmosis inversa.

Dosificación de metabisulfito sódico

Se ha seleccionado un equipo dosificador de metabisulfito sódico con el fin de reducir el cloro residual antes de que el agua de mar llegue a las membranas, dada la escasa tolerancia al cloro que estas tienen. Esta sustancia reacciona con el cloro y con el resto de oxidantes contenidos en el agua de mar, tales como el oxígeno disuelto, evitando que lleguen a las membranas y las deterioren. El equipo consta de dos tanques de almacenamiento-disolución en PRFV de 3,000 litros de capacidad cada uno, con agitador, valvulería de aislamiento, seguridad y retención, indicador e interruptores de nivel máximo y mínimo, tuberías de interconexión, accesorios y las correspondientes 3 (2 + 1) bombas dosificadoras, siendo una de ellas de reserva.

El empleo de dos tanques para la disolución del reactivo facilita la operación de la planta, ya que se puede estar trabajando con un tanque mientras se prepara la solución del metabisulfito en el otro. Los depósitos irán equipados con niveles ópticos y por ultrasonidos, sensores para alarmas de alto, bajo y muy bajo nivel. Los ejes y las palas de los agitadores serán construidos en acero inoxidable calidad AISI 316 L. La adición del producto se lleva a cabo en línea y antes de los filtros de cartucho para dar el máximo tiempo de contacto posible. Además, se instalará un punto de inyección adicional después de los filtros de cartucho. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de PVC, asientos de polietileno, membranas de PTFE, juntas de vitón y carter-bancada de fundición. Serán regulables desde el 10% al 100% de su capacidad máxima. La regulación es automática desde panel para lo cual cada bomba estará provista de su correspondiente servomotor. Tras este equipo y después de los filtros de cartuchos se sitúa un detector ORP con alarma y registro en panel, un medidor de pH con indicación en panel, y alarmas por máximo y mínimo, con registrador. Igualmente se instalará un medidor transmisor de conductividad.

Dosificación de dispersante (antiincrustante)

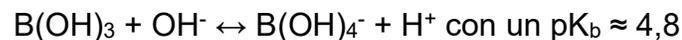
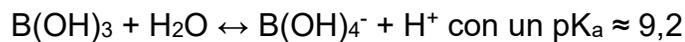
Con el fin de evitar la precipitación, al concentrarse el agua de mar en las membranas, de las sales de sulfato cálcico, sulfato de estroncio, fluoruro cálcico y otras sales, se dosificará un dispersante (anti-incrustante) cuya acción es impedir la formación de las redes cristalinas de las sales, manteniendo a los iones en dispersión y permitiendo sobrepasar el límite de los productos de solubilidad de dichas sales. El sistema consta de dos tanques de almacenamiento-disolución en PRFV de 1,000 litros de capacidad cada uno, con valvulería de aislamiento, seguridad y retención, indicador, interruptor de



máximo y de mínimo nivel con alarma, tuberías de interconexión, accesorios. Se dispondrá de 3 (2+1) bombas dosificadoras siendo una de ellas de reserva. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de PVC, asientos de polietileno, membranas de PTFE adherido sobre elastómero, juntas de vitón y carter-bancada de fundición. Estas serán regulables desde el 10% al 100% de su capacidad máxima. La regulación del dosificador es automática desde panel de control, para lo cual están provistos de los correspondientes servomotores. La adición del producto se lleva a cabo en línea y antes de los filtros de cartucho para dar el máximo tiempo de contacto posible. El producto dispersante (antiincrustante) será suministrado en forma de contenedor de rejilla (tóte) de 1.000 litros de capacidad y será transferido a los depósitos de PRFV mediante una bomba manual (bomba de transvase). Una vez transferido al depósito de PRFV, éste será disuelto para su aplicación en agua osmotizada en una concentración al 25% en peso. La autonomía estimada de los tanques de PRFV para disolución es de una semana.

Dosificación de hidróxido sódico

En aguas oceánicas el boro puede encontrarse en forma de ácido bórico (H_3BO_3), pero la forma más habitual es como $B(OH)_3$ (hidróxido de boro) y en menor proporción como $B(OH)_4^-$. La concentración de boro en cualquiera de sus formas en el caso del agua de mar es baja, en torno a 4.5 mg/L, alcanzando, como mucho, valores de 7 mg/L. Para entender el comportamiento del boro en las condiciones que operan la mayoría de las plantas desaladoras, es suficiente con considerar los siguientes equilibrios:



La concentración de boro total (Bt) será la suma de las dos especies: $Bt = B(OH)_3 + B(OH)_4^-$. En cualquier caso, la mayoría de las membranas de OI muestran un rechazo de sales medio-alto a las especies disociadas cargadas (iones) y bajo rechazo a las especies sin carga (molécula neutra). El agua de mar presenta habitualmente un pH entre 7 y 8, y en este rango habrá en el medio acuoso mayor presencia de especies no disociadas del hidróxido bórico, $B(OH)_3$, y menor cantidad de especies disociadas, $B(OH)_4^-$.

A un $pH < 7$, los equilibrios antes indicados se ven desplazado hacia la izquierda, siendo la especie predominante el $B(OH)_3$ en su forma molecular. Debido a la ausencia de cargas iónicas, el hidróxido bórico no tiende a rodearse de moléculas de agua, lo que se traduce en un tamaño menor de molécula y por tanto un menor rechazo por parte de la membrana. El $B(OH)_3$ permea con facilidad a través de las membranas de osmosis inversa (OI) formando puentes de hidrógeno con los grupos activos de la membrana, y se difunde de forma similar al ácido carbónico o el agua.

En condiciones básicas, (a $pH > 8$), los equilibrios se desplazan hacia la derecha, con un aumento de las formas disociadas (ionizadas). La forma disociada se encuentra completamente hidratada, presentando un radio mayor y más carga negativa, lo que se traduce en un rechazo mayor por parte de la membrana, tanto por exclusión, como por repulsión por la carga negativa de la membrana. Por tanto y con el fin de aumentar el rechazo por parte de las membranas de ósmosis inversa al boro, será necesario



aumentar el pH de alimentación a membranas de forma que este se encuentre principalmente en su forma iónica $B(OH)_4^-$. Esta prevista por tanto la instalación de un sistema de dosificación de hidróxido sódico.

Hay que indicar que el empleo de hidróxido sódico no va a ser necesario de forma continua y tendrá un uso estacional, ya que, en condiciones de baja temperatura, el rechazo de sales de las membranas aumenta, lo que es suficiente para mantener los valores de boro en el agua de permeado por debajo de los límites fijados. El sistema de dosificación está formado por un tanque de almacenamiento de 20 m^3 construidos en PRFV y con resistencias de caldeo para evitar la cristalización de la sosa. Además, constará de valvulería de aislamiento, seguridad y retención, indicador, interruptor de máximo y de mínimo nivel con alarma, tuberías de interconexión y accesorios. Se dispondrá de 2+1 bombas dosificadoras regulables desde el 10% al 100% de su capacidad máxima, actuando una de ellas de reserva. Los materiales de las bombas serán los siguientes: cuerpo y cajas de válvulas AISI 316, membranas y juntas de PTFE, bolas de Hastelloy C, asiento de AISI 904, y carter-bancada de fundición. La regulación será automática desde panel, para lo cual estarán provistas de los correspondientes servomotores. Las tuberías del equipo dosificador del producto serán de AISI-316L, trazadas y calorifugadas para evitar la cristalización de la sosa en el interior de las tuberías.

Filtros cartucho

Se va a instalar un punto de dosificación de metabisulfito sódico y dispersante (antiincrustante) antes de la entrada del agua a los filtros cartucho y otro punto de dosificación de metabisulfito sódico después de los filtros de cartucho (y posterior al medidor ORP). El proceso de microfiltración va a constar de 3 filtros de cartuchos, construidos en PRFV, cada uno de ellos con un total de 270 filtros de 1,250 mm de longitud. Debido a la baja velocidad de filtración del diseño, es factible operar durante cortos periodos de tiempo (mantenimiento de un filtro o sustitución de cartuchos) con tan solo dos filtros. Los filtros de cartucho estarán equipados con cartuchos de polipropileno de filtración en profundidad con un poder de corte de 5 micras absolutas, con una eficiencia en la remoción de partículas del 99.6% y una tasa beta de 5000. Los filtros de PRFV incorporaran el denominado "sistema de espadas", que permite el montaje de todos los cartuchos en una cesta sustituyéndose el conjunto de cartuchos como un bloque, minimizándose por tanto el tiempo de sustitución de éstos. Antes y después de los filtros de cartucho se instalarán tomas de muestra para la medida de SDI (*Silt Density Index*) del agua, al objeto de determinar la eficacia de la filtración, y la calidad del agua antes de entrar en las membranas. Antes de cada uno de los filtros de cartucho se va a instalar un medidor de gasto. En el colector de entrada y en el de salida del conjunto filtrante se instalará un manómetro con válvula de aislamiento. Las tuberías y los colectores de entrada y salida de los filtros van a ser de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Medición del SDI

El S.D.I. (*Silt Density Index*) o *índice de atascamiento*, es un parámetro fundamental para controlar la calidad del agua de alimentación a las membranas de Osmosis Inversa, así



como un indicador esencial de la eficiencia del pretratamiento físico-químico del proceso. De alguna manera nos indica el poder de atascamiento que tiene una determinada agua.

- **SISTEMA DE MEMBRANAS**

- Bombas de alta presión**

El grupo de bombeo de alta presión tiene el objetivo fundamental de proporcionar la presión necesaria para conseguir vencer la presión osmótica del agua de mar y las pérdidas de carga del sistema. Con el fin de optimizar el consumo energético, se va a instalar un conjunto bomba pre-booster, bomba de alta presión por bastidor. Este diseño reduce al máximo el consumo energético puesto que la bomba de alta presión trabajará a un diferencial de presión fijo y será la bomba pre-booster regulada por un variador de frecuencia la encargada de ajustar las variaciones de presión estacionales (variaciones de temperatura o salinidad) o por envejecimiento de las membranas. Con este diseño se minimizan las pérdidas de carga en la válvula de impulsión de la bomba de alta presión pues está siempre está completamente abierta.

Se instalará por tanto un conjunto bomba pre-booster, bomba de alta por bastidor, existiendo una de reserva de cada una (no instaladas). Las bombas pre-booster serán de tipo aspiración axial construidas en acero Súper Dúplex de alta resistencia a la corrosión. Presentaran una capacidad de bombeo de 367.2 m³/h a una carga dinámica total (C.D.T.) máxima de 65 m.c.a., siendo su rendimiento hidráulico en ese punto del 82.6%. El motor tiene una potencia de 125 kW y se alimentara a una tensión de 480 Vac. Las bombas de alta presión serán de tipo cámara partida construida en acero Súper Dúplex de alta resistencia a la corrosión. Presentaran una capacidad de bombeo de 367.2 m³/h a un C.D.T. máximo de 510 m.c.a., siendo su rendimiento hidráulico en ese punto del 83.0%. El motor tiene una potencia de 900 kW y se alimentará a una tensión de 4160 Vac.

Las tuberías de aspiración de las bombas pre-booster serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio, mientras que las tuberías de descarga que alimentan a las bombas de alta presión serán de acero Súper Dúplex. Queda previsto un bypass de las bombas pre-booster por si en algún momento no son necesarias para el funcionamiento de la instalación. Las tuberías de descarga de la bomba de alta presión serán así mismos en acero Súper Dúplex. En la aspiración de cada una de las bombas del sistema de alta presión, se situará un presostato de baja presión que producirá alarma y registro en el sistema de control, parando la bomba por baja presión de aspiración. Así mismo se dispondrá en la aspiración de un transmisor de caudal de agua de mar a la bomba, para indicación registro y alarma por muy bajo caudal que produce el disparo de las bombas. En la impulsión de las bombas de alta presión se dispondrá de un manómetro, una válvula de retención, una válvula automática, y un transmisor de presión. Los cojinetes de todas las bombas llevarán sondas de temperatura, así como también están provistos de sondas de temperatura los devanados de los motores.

- Membranas**

El diseño de la ósmosis inversa está basado en el empleo de membranas fabricadas a base de poliamida, enrolladas en espiral del tipo de alto rechazo de sales, lo cual permite la instalación de cualquier marca de membranas al estar todas las de este tipo estandarizadas en dimensiones. El diseño esta efectuado considerando que los gastos



del permeado no sean elevados y los de rechazo, no sean bajos, lo cual podría generar problemas de ensuciamiento excesivo sobre todo en la primera membrana de cada uno de los módulos. El diseño de las membranas se ha efectuado considerando las peores condiciones de temperatura y tanto para membranas limpias como sucias.

El tipo de membranas seleccionado es del tipo arrollamiento en espiral fabricadas en poliamida aromática (tabla 16), de 8" de diámetro, longitud de 40" y alta superficie de membrana 440 ft². Este tipo de membranas está estandarizado en dimensiones para los principales fabricantes por lo que la instalación planteada es válida para todos ellos.

Tabla 16. Características de las membranas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MEMBRANAS		
Tipo	Arrollamiento espiral composite poliamida	
Diámetro	8"	
Longitud	40"	
Superficie de membrana	440	ft ²
Rechazo nominal de sales	99,8	%
Caudal nominal de permeado	35,6	m ³ /d
Rechazo mínimo de sales	99,5	%
Caudal mínimo de permeado	28,4	m ³ /d
Valor nominal rechazo boro	95	%
Presión máxima de operación	1,200	psi
Temperatura máxima de operación	45	°C
SDI alimentación máximo	5	
Contenido máximo cloro libre	No detectable	
pH alimentación (operación)	2-11	
pH alimentación (limpieza química)	1-12	
Máxima caída de presión por elemento	20	psi
Máxima caída de presión por tubo	60	psi

Se ha estimado que el factor de conversión de la instalación de ósmosis será del 47.0%.

- **RECUPERADOR DE ENERGÍA**

Para la recuperación de la energía de la salmuera de rechazo se emplearán sistemas de intercambio de presión (SIP) ya que presentan los mejores rendimientos en cuanto a recuperación de energía de los distintos sistemas existentes en el mercado. Además de innovadores, estos sistemas ya se encuentran ampliamente probados en Plantas de desalación por ósmosis inversa. En este caso, cada línea constará de 9 elementos tipo PX-300 instalados. El rack de PX-300 contiene un elemento más del necesario para los caudales dados, actuando de reserva y garantizando la recuperación energética. El material cerámico del rotor de los PX-300 garantiza su duración a lo largo del tiempo. El rendimiento de la recuperación será del 97% aproximadamente. En el colector de alimentación de salmuera a los SIP, se dispondrá de un transmisor de presión. En el colector de entrada de agua de mar a baja presión a los sistemas de recuperación de energía se instalará un medidor de gasto y un transmisor de presión. Esta agua de mar, a la salida de los SIP, habrá adquirido una presión similar a la de rechazo menos un bar,



entrando a la aspiración de las bombas booster. En la aspiración de las bombas de recirculación se instalará un medidor de gasto, y un transmisor de presión.

A la salida de los sistemas de recuperación de energía se instalará la bomba booster provista de variador de velocidad, que incrementará la presión de salida del agua de mar procedente de las SIP hasta la presión necesaria de entrada a membranas, siendo la calidad de los materiales empleados en la bomba de recirculación iguales a los de la bomba de alta presión. Estas bombas tendrán un caudal unitario de 396 m³/h con un C.D.T. de 35 m.c.a. (Tabla 10) El motor tiene una potencia de 86 kW y se alimentará a una tensión de 480 Vac.

Las tuberías de alimentación y descarga en baja presión del sistema de recuperación de energía estarán realizadas en poliéster reforzado con fibra de vidrio mientras que las de alimentación y descarga de alta presión tanto del recuperador como de las bombas booster serán de acero Súper Dúplex. En la impulsión de la bomba de recirculación se instalará un transmisor de presión, una válvula de retención y una válvula de aislamiento. La impulsión de esta bomba se unirá a la impulsión de la bomba de alta presión antes de su envío a la entrada del bastidor de Ósmosis Inversa. El juego de medidores de gasto y medidores de conductividad mencionados, servirán para poder controlar el funcionamiento de los sistemas de recuperación de energía y la eficacia de la recuperación de energía. Tanto los cojinetes de las bombas booster como los devanados de los motores llevarán sondas de temperatura.

Tabla 17. Condiciones operativas nominales de cada uno de los bastidores

GASTO	UNIDAD	VALOR NOMINAL
Gasto total por bastidor	L/s	212
Gasto de alimentación a través de la bomba de alta presión	L/s	102
Gasto de alimentación a través del recuperador de energía	L/s	110
Gasto del permeado	L/s	100
Gasto de salmuera	L/s	112

- **CIP (CLEANING IN PLACE) DE LIMPIEZA**

El equipo de limpieza química se emplea cuando se alcanza un ensuciamiento apreciable en las membranas, o cuando sea necesaria una limpieza por algún tipo de contaminación específica. Está formado por un depósito de acumulación de 50 m³ en el que se recircula el reactivo adecuado para eliminar el ensuciamiento de las membranas. Debido al gran tamaño del depósito de limpieza, la agitación tiene lugar en un depósito de PRFV de 5 m³ siendo posteriormente bombeado al depósito de acumulación a partir de 1+1 bombas de transferencia. Los materiales de las bombas de transferencia serán los mismos que los empleados en las bombas de limpieza química y desplazamiento. El depósito de acumulación incorpora unas resistencias eléctricas de calentamiento, un medidor de temperatura y una alarma por máximo y mínimo nivel. El depósito estará construido en PRFV.

Las bombas dispondrán de válvulas de aislamiento y retención, manómetro y tuberías de interconexión en PRFV, así como un medidor de caudal.

La disolución de reactivo atravesará un filtro de cartuchos con el fin de eliminar las pequeñas partículas presentes de reactivo que puedan quedar sin disolver. Este filtro será del mismo tipo que los utilizados en el pretratamiento del agua de mar, los cartuchos



filtrantes serán perfectamente intercambiables con los del pretratamiento. El filtro está dotado de válvulas de aislamiento, manómetro de entrada y salida. La disolución se introduce en la tubería de alimentación del bastidor correspondiente, justamente detrás de la válvula de aislamiento. Atravesará los módulos lavándolos a baja presión, con lo que la mayor parte de agua de la disolución saldrá por el rechazo de los módulos junto a los precipitados disueltos y pequeñas partículas que arrastre y que constituirían la suciedad de las membranas. Esta agua de salida se envía de nuevo al tanque de limpieza, estableciéndose una recirculación de la disolución del producto químico. Por la línea de producto saldrá una pequeña cantidad de agua que, mediante una tubería, prevista a este fin, retornará al tanque de limpieza, al igual que el rechazo, formándose un circuito cerrado de limpieza. Naturalmente, cuando se verifique este proceso se deberá aislar el circuito cerrado de módulos y equipo de limpieza por lo que se disponen las válvulas con finales de carrera y accesorios a éste fin. La limpieza periódica de los módulos es un proceso necesario desde el punto de vista de conservación de los mismos, así como de buena operación del proceso. Los productos químicos a utilizar en la limpieza de las membranas son varios y dependen de dos factores principalmente, uno de ellos es el tipo de suciedad que haya tenido lugar, y otro es el tipo y fabricante de membranas que se haya instalado. Por tanto, las instrucciones concretas y los productos concretos a utilizar serán definidos en las fases de construcción y pruebas, de acuerdo con el fabricante de membranas seleccionado.

- **REMINERALIZACIÓN del agua de permeado**

El agua permeada procedente de la osmosis será tratada con CO₂, cal e hipoclorito sódico antes de ser enviada al tanque de almacenamiento para adaptar su calidad, como agua potable a la requerida en este proyecto. Los carbonatos de la cal, reaccionan con el anhídrido carbónico presente en el agua por la adición de CO₂, produciendo bicarbonatos y por consiguiente aumentando la alcalinidad y la dureza. La adición de hipoclorito añade el cloro necesario para la desinfección. Para tal fin se instalarán los equipos dosificadores CO₂, cal, e hipoclorito correspondiente.

La calidad del agua producto, de acuerdo a lo indicado en los términos de referencia del concurso deberá cumplir con los límites permisibles de calidad del agua fijados por la **“Modificación a la Norma Oficial Mexicana 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”**.

Un resumen de las principales características sería:

- ❖ Tipo Agua potable
- ❖ La salinidad del agua producto será inferior a:
 - Agua permeada < 450 mg/L SDT
 - Agua postratada: 500 mg/L SDT
- ❖ El pH estará comprendido entre 6.5 y 8.5
- ❖ El Índice de Langelier estará comprendido entre -0.5 y +0.5
- ❖ La alcalinidad será > 30 ppm como CaCO₃



- ❖ La dureza total será > 60 ppm como CaCO_3

- **SISTEMA DE CONTROL**

Para control de los procesos se ha previsto la instalación de un Sistema de Control Distribuido con CPU y estaciones de operación redundantes, así como la instrumentación de campo complementaria. Como es sabido, para efectuar un buen control de las instalaciones, además de seleccionar un sistema de control adecuado, es imprescindible la instalación de una instrumentación de campo fiable, debido a lo cual se incluye en el presente proyecto instrumentación de marcas contrastadas. Con respecto a la instrumentación de campo se destacan los siguientes aspectos:

- ❖ Se dispone de interruptores de mínimo nivel instalados en todos los depósitos para protección de bombas, centrifugadoras y clasificadores, de forma que las transmisiones de nivel con señal analógica 4-20 mA instalados en los depósitos controlen el paro-arranque de cada equipo.
- ❖ Se dispone de transmisiones de presión en las impulsiones de las bombas de alta presión y en las de impulsión de agua de mar y producto.
- ❖ Las medidas de caudal está previsto efectuarlas con medidores electromagnéticos de caudal. Se ha desestimado la utilización de transmisiones de presión con placa de orificio debido a su menor precisión; excepto para la medida de aire de lavado de filtros.
- ❖ Las medidas analíticas de pH y conductividad, está previsto efectuarlas mediante sondas instaladas en circuitos de derivación, de forma que para limpieza o cambio de la sonda no sea necesario aislar la tubería de proceso.
- ❖ El resto de medidas analíticas, ORP, Cl_2 libre, etc., se efectúan igualmente en derivación.
- ❖ Se ha previsto la instalación de sondas de temperatura, en los motores, y cojinetes de las bombas de alta presión, y en los motores en el resto.
- ❖ Los actuadores de las válvulas neumáticas están provistos de contactos final de carrera, inductivos, para señalización y confirmación de estudio.
- ❖ Para control de la conversión del sistema se ha previsto la instalación de las correspondientes varillas controladoras.
- ❖ La totalidad de los manómetros instalados en las conducciones de agua de mar y salmuera, están equipados con separadores de Teflón.
- ❖ Así mismo, los instalados en las impulsiones de bombas centrífugas, disponen de sistemas de amortiguación.
- ❖ La totalidad de la instrumentación de campo está prevista de indicación local.

El sistema de control seleccionado para la operación de la desaladora, ha sido elegido teniendo en cuenta las características particulares del proyecto, desde el punto de vista de proceso como en lo relativo a su ejecución, prevista en diferentes etapas desfasadas en el tiempo. Ello hace imprescindible optar por un sistema que no sólo tenga una tecnología moderna y las capacidades técnicas suficientes, sino que permita, además,



implementar funcionalidades futuras con facilidad y eficacia, incluso incorporando nuevas tecnologías o nuevos desarrollos de tecnologías incipientes, como pueden ser los buses de campo de alta velocidad. Basándonos en las características particulares del sistema seleccionado, proporciona, entre otras las siguientes características principales que merecen ser destacadas:

- ❖ Estaciones de operación basadas en PC convencional con entorno Windows NT y arquitectura cliente/servidor
- ❖ Red de proceso ETHERNET estándar con protocolo TCP/IP
- ❖ Procesadores basados en tecnología RISC con tiempos de resolución de señales de hasta 2 ms
- ❖ Incorporación en caliente, es decir sin paradas de proceso, tanto de hardware como de revisiones o modificaciones de Software.

La definición de los diferentes suministros e implementaciones de capacidad en la planta, se ha realizado, fundamentalmente, desde el punto de vista de una operación fiable y segura, que permita asimismo flexibilidad y facilidad en los cambios y/o ampliaciones sin penalizar en ningún momento las prestaciones de las estaciones de proceso o de operación. Con esta premisa se han previsto dos estaciones de operación y supervisión redundantes, con capacidad suficiente para incorporar la funcionalidad de las diferentes etapas sin más requisitos, que realizar la configuración de software requerida. Asimismo, se ha incorporado una estación de ingeniería, conectada a la red para la realización de dichas tareas ON LINE como OFF LINE. El sistema de Control se ha diseñado con un 20% de reservas para cada uno de los diferentes tipos de señales, contempladas, así como memoria para programas y módulos de configuración. El sistema de control desarrollará funciones analógicas y digitales que implementen tanto el control modulado del proceso como el secuenciamiento y los automatismos de los equipos.

Funciones que deberá realizar el sistema de control:

- ❖ Coordinación de los distintos sistemas de la Planta
- ❖ Control modulado o analógico
- ❖ Control binario o lógico
- ❖ Supervisión del sistema eléctrico
- ❖ Tratamiento de alarmas y registros
- ❖ Control de interfaces de comunicación
- ❖ Control de mantenimiento y explotación

Control analógico

Responde al concepto de lazo de control del tipo que llevará la variable a controlar a su punto de consigna. El sistema podrá establecer subrutinas automáticas para los controladores de dosificación y consumos de reactivos químicos.



Control binario

Es el encargado de procesar las órdenes de mando a equipos directos: motores, válvulas motorizadas, actuadores, solenoides, interruptores de potencia y disyuntores de alta y media tensión, con la correspondiente lógica de interface con campo que garantice la seguridad del equipo considerado. Las señales binarias de entrada al sistema de control, son contactos libres de potencial, externos al sistema, pero alimentados desde el mismo, los cuales representarán el estado de elementos para mando señalización, enclavamiento o alarmas. Las señales se recogerán en los módulos de entrada al sistema de control mediante contactos aislados galvánicamente pasando posteriormente al bus interno para su procesamiento. El sistema está preparado para recibir señales tanto de contactos cerrados como abiertos, si bien toda la lógica de funcionamiento, tanto interna del sistema de control, como externa para los equipos de campo se hará como lógica positiva con detección de rotura de hilo.

Jerarquía funcional

El sistema de control binario, debe mantener el funcionamiento de la planta de forma eficiente y segura durante la operación normal, arranque y parada. Los niveles de automatización serán los siguientes:

- ❖ Nivel de automatización de rango superior, constituido por las secuencias de parada automática de la Planta con límite en la parada total y situación segura.
- ❖ Nivel automático de grupo funcional, desde donde se podrá arrancar o parar de forma automática los equipos de acuerdo con los principios básicos de funcionamiento definidos.
- ❖ Nivel básico de automatización para los equipos individuales de cada sistema, que dependerán jerárquicamente del sistema funcional del que forman parte.
- ❖ Nivel de accionamiento de un equipo individual, cuya operación no dependerá del control general de la planta, pudiendo funcionar de forma manual o automática.

La lógica de protecciones, tendrá siempre prioridad sobre los comandos generados por los diferentes sistemas de automatización para así evitar operaciones inseguras o peligrosas. Deberán prevalecer en cualquier modo de operación y será prioritaria dentro de las tareas del sistema de control lógico.

Software

El puesto de operación dispondrá como mínimo de los siguientes elementos:

- ❖ Un sistema operativo multitarea en tiempo real.
- ❖ Diálogo hombre-máquina a través de ventana.
- ❖ Programación en entorno gráfico.
- ❖ Programación de lógica digital y analógica.
- ❖ Programa de adquisición y análisis gráfico de datos.



- ❖ Programa de control de mantenimiento.

Mandos locales

Por cuestiones de seguridad en la operación, los mandos locales se limitarán al mínimo posible. El criterio seguido para definirlo es:

Pulsador auxiliar de parada de emergencia para motores de sistemas auxiliares del proceso. La señal se cableará directamente a Centro de Control de Motores (CCM) y se producirá una señal en el sistema de control.

Selectividad de Nivel de Acceso

Se han previsto los siguientes niveles de acceso y las claves para dicho acceso. Básicamente los niveles serán:

Nivel 1.- Jefe de Planta.

Nivel 2.- Jefe de Operación y Mantenimiento.

Nivel 3.- Operador de sistema.

Cada uno tendrá un nivel diferente basado principalmente en la capacidad de modificación de parámetros y controles de ingeniería.

2.2.6 Descripción de Obras Asociadas al Proyecto

No existen obras asociadas a este proyecto

2.2.7 Etapa de Abandono del Sitio

Dadas las características de funcionamiento indefinido de la planta desaladora, no existe una etapa de abandono del sitio.

2.2.8 Utilización de Explosivos

No se requieren en ninguna etapa del proyecto

2.2.9 Generación, Manejo y Disposición de Residuos Sólidos, Líquidos y Emisiones a la Atmósfera

Residuos Sólidos No Peligrosos

Se calcula un promedio de 0.8 Kg/persona de residuos sólidos domésticos generados por los trabajadores de la obra, por lo que en los 730 días de duración de la etapa de construcción se generarán un total de 19,269 Kg, a un promedio diario de 26.40 Kg; podrán ser almacenados en 1 tambo de 200 litros hasta completar, en aproximadamente 7 días, la capacidad de este depósito cuyo contenido deberá ser dispuesto en el lugar que indiquen las autoridades municipales.

Residuos Sólidos Peligrosos

No existe un método para calcular la cantidad de este tipo de residuos, que consisten en estopas impregnadas de aceites quemados o combustibles que es la única sustancia considerada como residuo peligroso; sin embargo, se deberá considerar la instalación de un depósito especial para este tipo de materiales, el cual deberá ser dispuesto por una empresa autorizada por las autoridades ambientales para tal fin.



Residuos Líquidos No Peligrosos

En este caso se trata de las aguas grises provenientes del uso sanitario de los trabajadores y que consiste en el 75% del consumo de agua con fines sanitarios que se calcula en 200 litros/persona/día; es decir, 6,599 litros/día, dado que el 90% de los trabajadores será personal habitante de las localidades de la zona ya sea Empalme o Guaymas, por lo que se considera que el mismo porcentaje de estos residuos será dispuesto a través de la red de drenaje de dichas localidades. Para la disposición del restante 10%, se considera conveniente la instalación de baños portátiles cuya contratación con una empresa especializada deberá incluir el mantenimiento y disposición de residuos.

Residuos Líquidos Peligrosos

Este tipo de residuos únicamente lo conforman los aceites quemados provenientes del mantenimiento de la maquinaria ligera y pesada que se utilizará en la etapa de construcción y que se calcula en el 75% del total consumido, es decir un estimado de 750 litros, los cuales deberán ser almacenados en depósitos especialmente destinados para ello (tambos de 200 litros) en un espacio especialmente construido para tal fin.

2.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Para los residuos líquidos y sólidos no peligrosos se ha contemplado su infraestructura de almacenamiento y disposición en el apartado correspondiente, sin embargo en el caso de los residuos sólidos y líquidos peligrosos de los cuales se han identificado los aceites quemados y estopas y suelos impregnados de ese material de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005, deberán ser almacenados por la propia empresa ejecutora del proyecto y dispuestos por medio de una empresa autorizada por las autoridades ambientales, cabe aclarar que la empresa que realice los trabajos deberá estar inscrita en el padrón de empresas generadoras de residuos peligrosos, contar con la bitácora correspondiente y registrar las disposiciones de residuos peligrosos originadas en esta obra manteniendo actualizada su cedula de operación anual como lo indica la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, por lo que deberá seguir puntualmente lo indicado en esos instrumentos normativos.



3 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

3.1 Información Sectorial

La participación de la CONAGUA y la Comisión Estatal del Agua del estado de Sonora en este proyecto se inscribe en el marco del Plan Nacional de Infraestructura 2014-2018 (PNI), en donde la alineación estratégica con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y al Programa Sectorial del Medio Ambiente y Recursos Naturales, sector donde participa la CONAGUA, en donde el objetivo sectorial del PNI de la CONAGUA es:

Incrementar la infraestructura hidráulica, tanto para asegurar agua destinada al consumo humano y riego agrícola, como para saneamiento y protección contra inundaciones.

Por lo que se explorarán nuevos mecanismos de inversión y diversificarán las fuentes de financiamiento, que sean atractivas a los inversionistas, para la construcción de la infraestructura que se requiere, y se avanzará en una mayor coordinación y sinergia entre las instancias federales, estatales y municipales que conforma el sector para el desarrollo y aprovechamiento óptimo de la infraestructura hidráulica del país por medio de mecanismos de transversalidad entre las dependencias, entidades, organismos e instituciones federales y de convenios, acuerdos, reglas de operación, programas especiales con incumbencia territorial determinada, proyectos y acciones de infraestructura específicas en el ámbito local, que permitan abatir las brechas de cobertura entre las diferentes regiones, entidades federativas y zonas urbanas y rurales.

En este sentido, la Estrategia 3.1 Construir infraestructura para incrementar la oferta de agua potable, y la capacidad drenaje y saneamiento es la que le da soporte al presente proyecto y uno de los indicadores es el incremento de la oferta de agua para consumo humano y riego agrícola a lo cual contribuye ya que se consideran a las plantas desalinizadoras como una parte importante.

Finalmente, para el subsector agua potable y saneamiento, se considera de suma importancia la participación de los Gobiernos Estatal, Municipal y la Iniciativa Privada, además del Gobierno de la República, para lograrlo la federación deberá seguir asumiendo el liderazgo para convocar a los Gobiernos y entes privados a incrementar su participación en materia de inversiones.

En este contexto se inscribe el presente proyecto que se ha propuesto como una APP (Asociación Pública Privada) ante la necesidad de contar con inversión privada parte de la potenciación de los recursos federales para la construcción de la infraestructura que demanda el crecimiento del país algunas ventajas adicionales son la especialización técnica, la garantía de la prestación del servicio en el largo plazo, sobre todo en el mantenimiento y operación de plantas potabilizadoras, desalinizadoras y de tratamiento de aguas residuales, y de acueductos para la entrega de agua en bloque, que combinado con la experiencia en el sector y la responsabilidad social del Gobierno de la República, ofrece mayores expectativas de desarrollo..



3.2 Análisis de los Instrumentos de Planeación

3.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo tiene como finalidad orientar las políticas y programas del gobierno de la república durante la presente administración, trazando los objetivos de las políticas públicas, estableciendo acciones específicas para alcanzarlas y precisando indicadores que permitan medir los avances obtenidos; para hacer de México una sociedad de derechos, en donde todos tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución.

Mediante el plan se pretende identificar las fortalezas de México para lograr el crecimiento sostenido y sustentable, para permitir hacer de nuestro país una potencia económica emergente.

Es de suma importancia comenzar a reducir la dependencia que México tiene de los combustibles fósiles, mediante el uso y promoción de fuentes de energía alternativas, fomentando la innovación y el mercado de tecnologías, ya sea para el campo o para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Actualmente la sociedad mexicana es más consciente acerca de que la conservación del capital natural, sus bienes y servicios ambientales, son un elemento importante para el desarrollo del país y el nivel de bienestar de la población.

El hecho de que el crecimiento económico del país se encuentre estrechamente relacionado a la emisión de compuestos de efecto invernadero, generación excesiva de residuos sólidos, contaminantes a la atmósfera, aguas residuales no tratadas y pérdidas de bosques y selvas; implica una serie de retos importantes para propiciar el crecimiento y el desarrollo económicos, a la par de asegurar que los recursos naturales continúen propiciando los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar; i) el 12% de la superficie nacional está designada como área protegida, sin embargo 62% de estas áreas no cuentan con programas de administración; ii) cerca de 60 millones de personas viven en localidades que se abastecen de alguno de los 101 acuíferos sobreexplotados del país; iii) se debe incrementar el tratamiento del agua residual colectada en México más allá del 47.5% actual; iv) la producción forestal maderable del país es menor al 1% del PIB; v) para proteger los ecosistemas marinos se debe promover el desarrollo turístico y la pesca de manera sustentable; y vi) se debe incentivar la separación de residuos para facilitar su aprovechamiento.

Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción

Dentro de las Estrategias transversales para el desarrollo nacional se busca democratizar la productividad; llevando a cabo políticas públicas que eliminen obstáculos que pudieran impedir alcanzar su máximo potencial a amplios sectores de la vida nacional. Esto se traduce en generar estímulos adecuados para lograr la integración de los mexicanos a una economía formal, incentivando con esto el uso eficiente de los recursos productivos.

El plan nacional de desarrollo 2013-2018, articula un conjunto de objetivos, estrategias y líneas de acción que giran en torno a cinco ejes:

- 1) México en paz
- 2) México incluyente



- 3) México con educación de calidad
- 4) México prospero
- 5) México con responsabilidad global

Estrategia 4. México Prospero

Uno de los objetivos primordiales de las naciones es el crecimiento económico, pero este no es un fin en sui mismo, sino un medio para propiciar el desarrollo, eliminar la pobreza y alcanzar una mejor calidad de vida para la población. En México en las últimas tres décadas el desempeño de la economía fue inferior al observado en otros países. En parte propiciada por la reducida productividad de nuestra economía. Un México próspero buscara elevar la productividad del país como medio para incrementar el crecimiento potencial de la economía y así el bienestar de las familias. Para ello se implementara una estrategia en diversos ámbitos de acción, con miras a consolidar la estabilidad macroeconómica, promover el uso eficiente de los recursos productivos, fortalecer el ambiente de negocios y establecer políticas sectoriales y regionales para impulsar el desarrollo.

Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso

Líneas de acción:

- Asegurar agua suficiente y de calidad adecuada para garantizar el consumo humano y la seguridad alimentaria.
- Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por el déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo.
- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore a los ecosistemas marinos.
- Fortalecer el desarrollo y la capacidad técnica y financiera de los organismos operadores para la prestación de mejores servicios.
- Fortalecer el marco jurídico para el sector de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Reducir los riesgos de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos por inundaciones y atender sus efectos.
- Rehabilitar y ampliar la infraestructura hidroagrícola.

3.2.2 Programa Nacional Hídrico 2014-2018

El programa Nacional Hídrico 2014-2018 se sustenta en elementos estratégicos y críticos que le dan soporte, forma y razón de ser, en respuesta a las necesidades hídricas actuales y las que se anticipan tanto para la presente Administración Pública Federal como para aquellos desafíos que probablemente se presentaran en las siguientes tres o cuatro décadas. Este plan es un instrumento de planificación con visión a largo plazo que define la ruta de los elementos necesarios para transitar hacia la seguridad y



sustentabilidad hídrica de nuestro país. Establece objetivos, estrategias y líneas de acción, cuyos avances y resultados habrán de ser valorados cada dos años para su correspondiente actualización.

Los objetivos, estrategias y líneas de acción que maneja este programa son:

1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.
2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.
3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector
5. Asegurar el agua para riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.
6. Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua.

Capítulo 1. Diagnóstico

El agua es un recurso finito indispensable para la salud pública, los ecosistemas, la biodiversidad, la producción de alimentos, la industria, la energía y el desarrollo económico. Por ello se le considera un factor estratégico de seguridad nacional así como de estabilidad social y política de nuestra nación. Algunas regiones del país el agua es suficiente para satisfacer las demandas sin conflicto de por medio, en dos tercios del territorio, donde ocurre el mayor desarrollo económico y la concentración demográfica más importante, existe una gran presión sobre el vital líquido, de por sí escaso, al encontrarse comprometido para usos previamente establecidos.

La precipitación pluvial es escasa en el norte y noroeste del país y la península de baja california, y abundante en el sureste y en las vertientes del golfo de México y del Pacífico, al sur del Trópico de Cáncer.

La disponibilidad natural media per cápita de agua en México era en 1950 de 18 035 m³/hab. Y en 2013 paso a 3 982 m³/hab. Cifra calificada como baja por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 35 millones de mexicanos se encuentran en situación de poca disponibilidad de agua en términos de cantidad y calidad.

1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.
 - 1.1. Ordenar y regular los usos de agua en cuencas y acuíferos.
 - 1.1.3 Ajustar las concesiones y asignaciones a la oferta y disponibilidad real de agua y a las prioridades nacionales
 - 1.2 Ordenar la explotación y el aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos.
 - 1.2.3 Establecer reservas de aguas nacionales superficiales para la protección ecológica.
 - 1.2.5 Establecer un sistema de gestión de proyectos del sector hídrico con visión de corto, mediano y largo plazo.
3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.



- 3.1 Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.
- 3.1.4 Crear infraestructura para aprovechamiento de nuevas fuentes de abastecimiento.
- 3.1.5 Ampliar y mejorar el uso de fuentes de agua, alternativas como la desalinización y cosecha de lluvia.

3.2.3 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

3.2.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El sitio destinado para el proyecto se localiza en la región Ecológica 15.32 que contiene una sola Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 104 “Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales”, para el 2008 se diagnosticó como inestable y en particular con déficit de agua superficial y subterránea, el escenario pronosticado para el año 2033 fue de crítico a muy crítico por lo que se le asignó una política ambiental de aprovechamiento sustentable y restauración y una prioridad de atención baja.

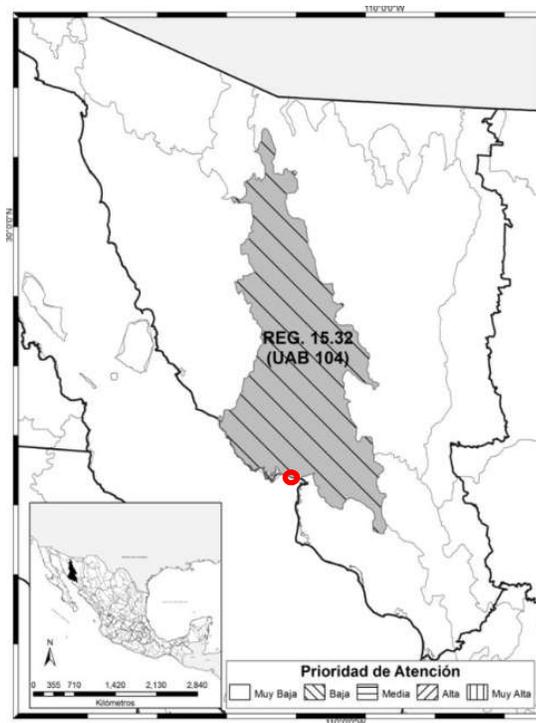


Figura 33. Ubicación del proyecto en la UAB 104 del POEGT.

Entre las estrategias aplicables no menciona a la desalinización del agua de mar, sin embargo, al tratarse de una forma alternativa a la problemática de déficit de aguas superficiales y subterráneas el proyecto se vincula al POEGT al contribuir a disminuir la presión sobre el déficit mencionado.

3.2.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (POEMGC).

De acuerdo al POEMGC, la porción marina del proyecto (emisor de salmuera) se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Costera llamada UGC-10 Guaymas-Sonora Sur, Limita con el litoral del estado de Sonora que va desde el norte de hasta el límite estatal entre Sonora y Sinaloa, tiene una superficie de 8,171 km² en una franja entre la



línea de costa y la isobata de los 20 m. En la porción terrestre las principales localidades son Guaymas y San Carlos. En la zona de influencia terrestre se encuentran comunidades de los pueblos indígenas Yoreme-Mayo y Jiakim-Yaqui, aunque no es el caso del presente proyecto ya que la comunidad indígena más cercana se encuentra en las Guasimas a aproximadamente 17 km al sureste del proyecto.

De manera general la UGC-10 presenta las siguientes aptitudes por sector:

- Conservación Alta
- Pesca ribereña Alta
- Pesca industrial Alta
- Turismo Alta

La presión terrestre para la zona norte es alta asociada al desarrollo urbano y a la actividad agrícola de Guaymas.

La vulnerabilidad es muy alta debido a su fragilidad y a un nivel de presión muy alto.

Por lo anterior el lineamiento ecológico para toda la UGC es:

Las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo a las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales, particularmente las de los sectores de pesca ribereña, pesca industrial y conservación que presentan interacciones altas. En esta Unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de corrección que permita revertir las tendencias de presión muy alta, la cual está dada por un nivel de presión terrestre medio en la parte norte y alto en la parte sur, así como por un nivel de presión marina alto.

De manera particular, la porción marina del proyecto se ubica en la Unidad Ambiental 2.2.3.15.2.8b que va desde la Bahía de Guaymas hasta la Bahía de Guasimas a la cual el POEMGC le ha atribuido las siguientes aptitudes:

- Conservación Alta
- Pesca ribereña Alta
- Pesca industrial Alta
- Turismo Alta

La presión es media, pero la vulnerabilidad y la fragilidad son altas.

Una vez revisadas las acciones generales de sustentabilidad por sector se encontró que no se menciona a esta actividad productiva (desalinización) ni el vertido de la salmuera que es la porción del proyecto que interactúa con la UGC-10 y con la Unidad ambiental correspondiente, debe aclararse que la salmuera no se considera un contaminante ya que no agrega ningún elemento al agua marina sino solo la concentra, en este sentido se vincula al POEMGC ya que se ha procurado aplicar las tecnologías apropiadas para disminuir el efecto mencionado.



Figura 34. Ubicación del proyecto en la UGC-10 del POEMGC.

3.2.3.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora

Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora
Junio 12, 2008

Objetivo del proyecto.

El ordenamiento ecológico tiene como objetivos generales:

- 1.- Ordenar el uso de suelo, considerando la aptitud natural del terreno,
- 2.- Analizar la influencia de las actividades productivas y los polos de desarrollo sobre el ambiente y los recursos naturales, y
- 3.- Establecer una estrategia que garantice la seguridad del entorno y la población.

El predio del proyecto se encuentra ubicado en la Unidad de gestión Ambiental 27, que tiene una política de aprovechamiento que es aplicable a las áreas que son *aptas para un uso o actividad económica en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente al ambiente*, para lo cual propone 9 criterios regulatorios de acuerdo a lo siguiente:

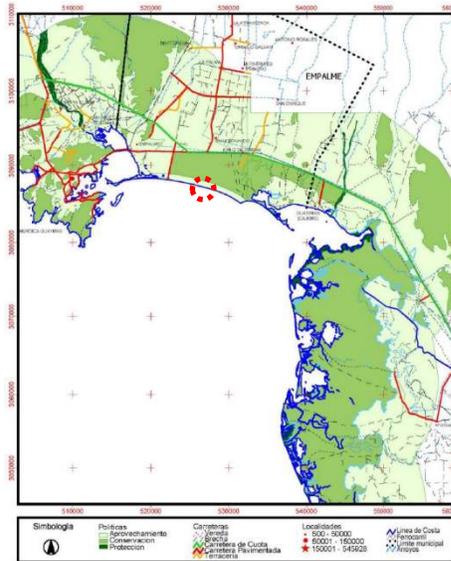


Figura 35. Ubicación del proyecto en la UGA-27 del POETCS.

3.2.4 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatales o Municipales

3.2.4.1 Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 Empalme, Sonora, México

El Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 es el documento mediante el cual se plasma la visión propuesta por el Gobierno Municipal, este plan de gobierno se basa en el diagnóstico previo de la situación social y económica de la población del municipio y en base a este diagnóstico establece la propuesta de trabajo y la visión en la cual se encaminan los esfuerzos para el crecimiento sostenido del municipio de empalme.

Cuenta con 5 ejes rectores de desarrollo orientados a las acciones y esfuerzos del gobierno:

- 1.- Un empalme seguro, con prevención del delito y protección civil;
- 2.- Un empalme con gobierno eficiente, honesto y transparente;
- 3.- Un empalme promotor del desarrollo económico;
- 4.- Un empalme con Bienestar social y equidad social;
- 5.- Un empalme con equipamiento e infraestructura urbana;

Eje rector 5.- Empalme con equipamiento e infraestructura urbana.

3.- Agua Potable

Objetivo Específico.

Garantizar el abastecimiento de agua al municipio y promover la rehabilitación de la red de agua potable y drenaje ante las instancias correspondientes.

Estrategias

-Gestionar ante las dependencias correspondientes el mantenimiento y rehabilitación de la red de agua potable y drenaje.



-Gestionar ante el gobierno estatal y federal para que se concrete la construcción de una desaladora, obra que garantizará el abasto de agua potable a todo el municipio.

Líneas de Acción

- Promover acciones para la rehabilitación de la red de agua potable y drenaje.
- Promover el tratamiento de aguas residuales para proteger el medio ambiente y la salud de los habitantes del municipio.

3.2.4.2 Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Conurbada de Guaymas-Empalme-San Carlos (POTZCGESC)

Este Programa sustituye al original Programa de Desarrollo Urbano de la zona conurbada Guaymas-Empalme –San Carlos que fue decretado en el año 2000, mientras que el presente se publica en la Gaceta oficial en febrero de 2015.

Desde el punto de vista de la ubicación del proyecto respecto a las Unidades territoriales del POTZCGESC, éste se encuentra en la UT-EM04 Playas del Sol, ubicada al oriente del sector industrial Bellavista (UT-EM03 Cochórit) es una zona poco ocupada, con extensas playas en donde no se registran asentamientos ni construcciones relevantes en este sector

La política y estrategia para esta Unidad territorial es la siguiente:

Esta zona tiene un amplio litoral, con playas que permiten el desarrollo turístico. Se recomienda realizar un Plan Maestro del sector para definir su estructura vial, los requerimientos de servicios y equipamientos y delimitar las zonas aptas para el desarrollo turístico, conservando espacios de playa pública para el turismo social. La parte norte de este polígono se plantea como reserva habitacional conservando un corredor de uso mixto sobre el eje vial de la carretera urbana F15.

Entre los aspectos que vinculan el presente proyecto con este POTZCGESC se encuentra el análisis FODA en donde en el apartado de Debilidades se considera que:

No se cuenta con suficiente abasto de agua garantizado para el desarrollo futuro.

Mientras que en el de Amenazas se afirma:

Gran parte del agua potable viene de otra cuenca y se depende de un acueducto que puede verse afectado por situaciones político-sociales.

Por otro lado, en el apartado de Retos para el Futuro, se encuentra en primer lugar el siguiente reto:

Solucionar el problema de abasto de agua a largo plazo.

Ya en el apartado de objetivos y metas, en particular en el de infraestructura su objetivo y meta es:

Lograr una cobertura total de infraestructura básica (agua, drenaje y electricidad) en todos los sectores de los centros de población que forman parte de la zona conurbada y contar con la infraestructura necesaria para la promoción del desarrollo y la atracción de inversiones estratégicamente localizada de acuerdo a la vocación y potencial de las diferentes áreas del territorio.

La meta anterior considera el 100% de cobertura.



Finalmente, al establecer los componentes de la estructura urbana, el POTZCGESC, dedica el punto 4 a la infraestructura y dentro de esta el 4.1 al agua potable y que es el que no solo vincula, sino que justifica el presente proyecto al establecer los siguientes aspectos y criterios:

1. Garantizar el abastecimiento actual y futuro de la Región (2050).

Adicionales a las fuentes actuales de la Zona Conurbada se deberán realizar los estudios y trabajos necesarios para identificar nuevas fuentes que garanticen el abasto a futuro de la ciudad, considerando en el corto, mediano y largo plazo la desalación de agua de mar.

3.2.5 Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica

La Ley de Ecología en su Artículo 78 confiere específicamente a la SEMARNAT la facultad de formular y ejecutar programas de restauración ecológica. La SEMARNAT puede identificar un sitio para su restauración ecológica cuando éste presente un desequilibrio ecológico grave y procesos de degradación ambiental.

Por lo que se refiere a las zonas de restauración dentro de las Áreas Naturales Protegidas, el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre del 2000 contiene un capítulo específico que establece el contenido de los programas de restauración que establezca la SEMARNAT para las Áreas Naturales Protegidas, así como los estudios para la justificación de las declaratorias respectivas.

Si bien la SEMARNAT puede identificar sitios destinados a su restauración, solamente el Ejecutivo Federal puede expedir declaratorias para el establecimiento de zonas de restauración ecológica. Cuando un sitio se ha considerado como zona de desequilibrio ecológico grave, la SEMARNAT, junto con las dependencias competentes, debe elaborar un programa de restauración ecológica y, en su caso, emitir normas para el control del uso del suelo. Sin embargo, el Ejecutivo Federal debe aprobar dicho programa, con el consentimiento de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de conformidad con la Ley de Planeación. De acuerdo con el artículo 78 Bis de la LGEEPA el Ejecutivo Federal expedirá un decreto formal para poner en práctica el programa de restauración ecológica o las normas de uso. Los decretos ejecutivos deben incluir la siguiente información:

1. Los límites exactos de la zona sujeta a la restauración ecológica;
2. Las acciones que se deban llevar a cabo;
3. Las condiciones relacionadas con el uso y el aprovechamiento del suelo o los recursos naturales, así como las restricciones en cuanto a las actividades que pudieran tener consecuencias adversas en el ambiente;
4. Los términos del programa de restauración ecológica y las reglas para la participación de propietarios, organizaciones civiles, comunidades indígenas o gobiernos locales; y
5. Los plazos para llevar a cabo el programa.

Los programas de restauración los instrumentan las autoridades estatales o municipales bajo la coordinación y supervisión de la SEMARNAT.



A nivel municipal, el Artículo 7 del Reglamento de Ecología del Municipio de Empalme, Sonora en su apartado tiene como *atribución IV. Expedir las declaratorias de las áreas naturales protegidas de jurisdicción municipal, así como las que establezcan zonas de restauración.*

Sin embargo, para la zona del proyecto no se ha declarado como sitio con necesidades de restauración ecológica.

3.2.6 Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítima Terrestre y Terrenos Ganados al Mar

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de agosto de 1991 y de acuerdo al Artículo 1º tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales, de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias.

Respecto del uso de las playas, el Artículo 7º en su apartado II. Establece que se prohíbe la construcción e instalación de elementos y obras que impidan el libre tránsito por dichos bienes, con excepción de aquéllas que apruebe la Secretaría atendiendo las normas de desarrollo urbano, arquitectónicas y las previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En este caso no es necesaria la aprobación de la Secretaría toda vez que el resolutivo positivo de la presente MIA es emitido por la misma.

El diseño del proyecto debe atender a esta indicación, sobre todo en la forma en que se despliegue el tubo emisor de la salmuera, de tal manera que quede enterrado en la zona de playa convirtiéndose así en un impacto temporal de muy bajo significado ya que desaparece al final de la etapa de construcción.

Es importante aclarar que con la finalidad de evitar problemas posteriores es conveniente que se solicite la concesión de la zona de playa a utilizar de tal manera que se garantice el uso exclusivo y así evitar la posibilidad de que concesiones adicionales permitan construcciones sobre el tubo emisor.

3.3 Análisis de los Instrumentos Normativos

Durante este capítulo se realiza una recapitulación de las Leyes, Reglamentos, Normativas, Planes de Desarrollo y Programas de Ordenamiento Ecológico aplicables y que se encuentren en vigor para el desarrollo del proyecto y su área de influencia. Lo anterior con la finalidad de comprobar la compactibilidad de las características y el alcance del proyecto, todo lo anterior verificado mediante una visita al área del proyecto para verificar la concordancia con la información documental y el área de estudio.



3.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

(Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Enero de 1988) última reforma publicada DOF 09-01-2015.

Titulo Primero

Disposiciones Generales

Capítulo I

Normas Preliminares

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción...

Capítulo IV

Instrumento de la Política Ambiental

Sección V

Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetara la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;

Por considerarse como una obra hidráulica la instalación, operación y descarga de una desaladora, se considera el artículo antes descrito.

Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que esta, en un plazo no mayor de



10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta ley.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.

Para cumplir con el artículo anterior se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental mediante la cual se proyectan los posibles efectos que pudieran generar la instalación y operación de una planta desaladora al ecosistema, tomando en cuenta la variedad de elementos que lo conforman y las medidas preventivas de mitigación, además de aquellas que resultasen necesarias para evitar y reducir a cantidades mínimas los efectos negativos al ecosistema.

Título Tercero

Aprovechamiento sustentable de los elementos naturales

Capítulo I

Aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos

Artículo 88.- para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se consideran los siguientes criterios:

I.- Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;

II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos debe realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;

III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelo y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y:

IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

En cumplimiento con el artículo antes descrito y sus fracciones, el desarrollo del proyecto de la desaladora se lleva a cabo con la finalidad de realizar un aprovechamiento sustentable del agua.



Título Cuarto

Protección al Ambiente

Capítulo III

Prevención y control de la contaminación del Agua y de los ecosistemas acuáticos

Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideraran los siguientes criterios:

- I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
- II.- Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
- III.-El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
- IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y
- V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

3.3.2 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

(Nuevo reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000) Última reforma publicada DOF 31-10-2014

Capítulo II

De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones

Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

A) Hidráulicas:

XII.- Plantas desaladoras;

En función de lo establecido por la Ley antes mencionada y el Reglamento que de él se desprende y para dar cumplimiento a lo establecido por los artículos antes descritos es que se elabora este documento, con la finalidad de dar cabal cumplimiento en concordancia con lo establecido.

3.3.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos

El Artículo 4º de este reglamento en su apartado I.- establece que le compete a la Secretaría Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación los listados de



residuos peligrosos, así como sus actualizaciones, en los términos de la Ley y para establecer lo anterior se creó la NOM-052-SEMARNAT-2005 en donde se establece la forma de identificar a un residuo peligroso, esta NOM se discute en el apartado correspondiente y como resultado de su análisis se concluyó que no se utiliza ni se generan residuos peligrosos por lo que el proyecto se vincula a este reglamento.

3.3.4 Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas

De acuerdo al artículo 3° de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM) que en sus apartados VI y VII especifican que:

Artículo 3.- Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:

VI. La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura, y

VII. La resuspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado, a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que traiga como consecuencia su sedimentación.

Por lo que el proyecto de los tubos de toma y emisor se encontrarían en los supuestos anteriores.

Por otro lado, el Artículo 5° de la LVZMM indica que la Secretaria de Marina es la autoridad en materia de vertimientos y entre sus funciones está la de otorgar y cancelar los permisos de vertimientos y vigilar su cumplimiento además de emitir y actualizar los formatos necesarios de acuerdo al material que se pretenda verter.

El Artículo 8° de la misma Ley indica que corresponde a la Secretaria de Marina (SEMAR) evaluar el origen, las circunstancias y efectos del vertimiento, considerando la justificación que para tal efecto presente el interesado.

Una vez determinado que es necesario obtener el permiso de vertimiento, entonces hay que recurrir al Acuerdo Secretarial número 103 mediante el cual se expiden los formatos que establece la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas².

Correspondiendo al presente proyecto el Formato:

h) **Formato # MEDCM** Substancias, Materiales y Estructuras destinadas a Construcciones en el mar.

Por otro lado, toda vez que el proceso constructivo para la colocación de las tuberías implicará la excavación o dragado, es posible que la comandancia naval, quien decide que formatos, solicite también el formato.

² DOF: 16/07/2014



a) **Formato # 1MPAD** Material procedente de actividades de dragado;

Para ingresar a autorización estos formatos se requiere primero haber obtenido el resolutivo positivo del proyecto en materia de impacto ambiental, es decir es un trámite secuencial y posterior al presente.

3.3.5 Ley General de Vida Silvestre

Es importante observar que la Ley de Vida Silvestre (LVS) trata de regular el aprovechamiento extractivo y no extractivo de las especies de flora y fauna silvestre, involucrando no solamente a las especies sino también el hábitat en el que se desarrollan, en ese sentido el presente proyecto no se relaciona con el aprovechamiento de ningún tipo de flora o fauna, sin embargo, esta Ley establece de protección especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación y para identificarlas ha establecido la NOM-059-SEMARNAT-2010 en donde se listan dichas especies por lo que el inventario de las especies presentes tanto en el predio como en la zona marina permitirá proponer las medidas de mitigación necesarias para su protección en particular para:

- Mamíferos marinos
- Tortugas marinas
- Aves correspondiente a la familia Psittacidae
- Manglares

3.3.6 Ley de Aguas Nacionales

(Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992) última reforma publicada DOF 24-03-2016.

Título Primero

Disposiciones Preliminares

Capítulo Único

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en Materia de Aguas Nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Artículo 2.- Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

Las disposiciones de esta Ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.



Titulo Tercero

Política y Programación Hídrica

Capítulo Único

Sección Primera

Política Hídrica Nacional

Artículo 14 Bis 5.- Los principios que sustentan la política hídrica nacional son:

I.- el agua es un bien de dominio público federal, vital vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la sociedad, aso como prioridad y asunto de seguridad nacional;

II.- La gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrológica es la base de la política hídrica nacional;

V.- La atención de las necesidades de agua provenientes de la sociedad para su bienestar, de la economía para su desarrollo y del ambiente para su equilibrio y conservación; particularmente, la atención especia de dichas necesidades para la población marginada y menos favorecida económicamente;

IX.- La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos;

Titulo Cuarto

Derechos de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales

Capítulo I

Aguas Nacionales

Artículo 16.- La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

Son aguas nacionales las que se enuncia en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El régimen de propiedad nacional de las aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.

Las aguas residuales provenientes del uso de las aguas nacionales, también tendrán el mismo carácter, cuando se descarguen en cuerpos receptores de propiedad nacional, aun cuando sean objeto del tratamiento.

Artículo 17 (Párrafo Segundo).- No se requerirá concesión para la extracción de aguas marinas interiores y del mar territorial, para su explotación, uso o aprovechamiento, salvo aquellas que tengan como fin la desalinización, las cuales serán objeto de concesión.



Artículo 18.- Las aguas nacionales del subsuelo podrán ser libremente alumbradas mediante obras artificiales, salvo cuando por causas de interés o utilidad pública el Titular del ejecutivo Federal establezca zona reglamentada, de veda o de reserva o bien suspenda o limite provisionalmente el libre alumbramiento mediante Acuerdos de carácter general [...].

Capítulo II

Concesiones y Asignaciones

Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizara mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de “la Comisión” por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgaran después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Artículo 21.- La solicitud de concesión o asignación deberá contener al menos:

- I. Nombre y domicilio del solicitante;
- II. La cuenca hidrológica, acuífero en su caso, región hidrológica, municipio y localidad a que se refiere la solicitud;
- III. El punto de extracción de las aguas nacionales que se soliciten;
- IV. El volumen de extracción y consumo requeridos;
- V. El uso inicial que se le dará al agua, sin perjuicio de lo dispuesto en el Párrafo Quinto del Artículo 25 de la presente Ley; cuando dicho volumen se pretenda destinar a diferentes usos, se efectuara el desglose correspondiente para cada uno de ellos;
- VI. El punto de descarga de las aguas residuales con las condiciones de cantidad y calidad;
- VII. El proyecto de las obras a realizar o las características de las obras existentes para su extracción y aprovechamiento, así como las respectivas para su descarga, incluyendo tratamiento de las aguas residuales y los procesos y medidas para el reúso del agua, en su caso, y restauración del recurso hídrico; en adición deberá presentarse el costo económico y ambiental de las obras proyectadas, esto último conforme a lo dispuesto en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente, y
- VIII. La duración de la concesión o asignación que se solicita.

Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitara el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de las obras que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas y el tratamiento y descarga de las aguas residuales respectivas. La solicitud especificara la aceptación plena del beneficiario sobre su obligación de pagar regularmente y en su totalidad las contribuciones fiscales que se deriven de la expedición del título respectivo y que pudieren derivarse de la extracción, consumo y descarga de las aguas concesionadas o asignadas, así como los servicios ambientales que correspondan. El beneficiario conocerá y deberá aceptar en forma



expresa las consecuencias fiscales y vigencia del título respectivo que se expida en su caso, derivadas del incumplimiento de las obligaciones de pago referidas.

Artículo 21 Bis.- El promovente deberá adjuntar a la solicitud a que se refiere el Artículo anterior, al menos los documentos siguientes:

- I. Los que acrediten la propiedad o posesión del inmueble en el que se localizara a extracción de aguas, así como los relativos a la propiedad o posesión de las superficies a beneficiar;
- II. El documento que acredite la constitución de las servidumbres que se requieran;
- III. La manifestación de impacto ambiental, que cuando así se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente;
- IV. El proyecto de las obras a realizar o las características de las obras existentes para la extracción, aprovechamiento y descarga de las aguas motivo de la solicitud;
- V. La memoria técnica con los planos correspondientes que contengan la descripción y características de las obras a realizar, para efectuar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas a las cuales se refiere la solicitud, así como la disposición y tratamiento de las aguas residuales resultantes y las demás medidas para prevenir la contaminación de los cuerpos receptores, a efecto de cumplir con lo dispuesto en la Ley;
- VI. La documentación técnica que soporte la solicitud en términos del volumen de consumo requerido, el uso inicial que se le dara al agua y las condiciones de cantidad y calidad de la descarga de aguas residuales respectivas, y
- VII. Un croquis que indique la ubicación del predio, con los puntos de referencia que permitan su localización y la del sitio donde se realizara la extracción de las aguas nacionales; así como los puntos donde efectuara la descarga.

Los estudios y proyectos a que se refiere este Artículo, se sujetaran a las normas y especificaciones técnicas que en su caso emita "la Comisión".

Título Quinto

Zonas reglamentadas, de veda o de reserva

Capítulo Único.

Artículo 42.- Para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo en las zonas reglamentadas o de veda decretadas por el Ejecutivo Federal, incluso las que hayan sido libremente alumbradas, requerirán de:

- I. Concesión o asignación para su explotación para su explotación, uso o aprovechamiento;
- II. Un programa integral de manejo por cuenca y acuíferos a explotar, y
- III. Permisos para las obras de perforación, reposición o relocalización de pozos, o demás modificaciones a las condiciones de aprovechamiento, que se realicen a partir del decreto de veda o reglamentación.



Titulo Sexto

Usos del Agua

Capítulo IV

Uso en otras actividades productivas

Artículo 82.- La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuacultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa concesión respectiva otorgada por la “autoridad del Agua”, en los términos de la presente Ley y sus Reglamentos.

Titulo Séptimo

Prevención y control de la contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental.

Capítulo I

Prevención y control de la contaminación del agua

Artículo 88.- Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por “la autoridad del agua” para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.

3.4 Reglamentos y Leyes Estatales

3.4.1 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021

El presente documento engloba en sus cuatro ejes estratégicos y dos ejes transversales la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Dentro de este se establecen metas nacionales que se refieren a: México en Paz, México incluyente, México con Educación de Calidad, México Próspero y México con Responsabilidad global, que impulsan un federalismo articulado, partiendo de la convicción de que la fortaleza de la nación proviene de sus regiones, estados y municipios y promueve transversalmente en todas las políticas públicas, tres estrategias: democratizar la productividad, consolidar un Gobierno cercano y moderno, así como incorporar la perspectiva de género. Todo lo anterior contemplado a desarrollarse para los siguientes 6 años de gobierno dentro del estado de sonora.

Las metas nacionales y sus estrategias transversales en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 correspondientes a México próspero, México con responsabilidad global y Democratizar la productividad, están debidamente vinculadas y alineadas a los Ejes Estratégicos y Transversales del presente plan 2016-2021, mediante III. Economía con futuro, II. Sonora y colonias con calidad de vida.

PRINCIPIOS RECTORES DEL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO (PED) 2016-2021.

Los principios rectores marcan las coordenadas que inspiran la gestión de esta administración; la parte medular de esos principios será la restauración de la confianza ciudadana, la cual constituye un activo para la buena gestión pública; facilita el



involucramiento de la gente en las decisiones gubernamentales y permite la cooperación en todos los órdenes de la vida pública.

PRINCIPIO

Sustentabilidad

Mediante este principio el gobierno del estado de sonora actuara con la firme convicción de respetar, proteger y preservar el medio ambiente y el patrimonio histórico y cultural de nuestro estado, privilegiando la responsabilidad social, el orden en el desarrollo urbano, la obra verde, la arquitectura sostenible, el uso de energías alternativas, la reducción, la reutilización y el reciclaje. El gobierno procurará que todos, empresas y ciudadanos, se sumen también a ese principio.

IDEALES

Competitividad

Sonora se reconocerá en el mundo como un espacio ideal para la inversión y el empleo, por su estabilidad respeto al estado de derecho, facilidad para hacer negocios, eficiencia y seguridad de sus vías de comunicación y servicios de logística, infraestructura hidráulica, de telecomunicaciones y de energías renovables, ciudades ordenadas y sustentables, y una sociedad vinculada al conocimiento, comprometida con la solución de problemas globales.

SONORA Y CIUDADES CON CALIDAD DE VIDA:

II. Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable.

El estado de sonora fortalecerá sus ventajas competitivas en la medida en la que sus centros de población incrementen su competitividad; el escalamiento profesional depende de muchos factores, pero indudablemente uno de ellos es la calidad y alcance de la infraestructura disponible, como es la red carretera, el suministro eficiente y barato de energía y, por supuesto, el sistema de presas de almacenamiento y distribución de agua a las actividades económicas; o bien la infraestructura urbana misma, que incluye el abasto de agua potable a los hogares y unidades económicas, escuelas y hospitales dignos, transporte público, vialidades eficientes, lugares de esparcimiento, entre otros.

En cuanto a la infraestructura hidráulica, vale la pena mencionar que el sistema de presas tiene la capacidad de almacenar más de 8.5 mil hm³ de agua. La mayor parte de este recurso es usado para riego agrícola y en menor grado para el suministro de agua potable, industrial y abrevadero. El agua en los últimos años ha dividido a las y los sonorenses, cuando debería ser factor de unidad.

Para que ello ocurra, es indispensable el reordenamiento de todas las cuencas hídricas de la entidad, la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, desaladoras donde hagan falta e invertir para que los organismos municipales mejoren su eficiencia y reduzcan significativamente el desperdicio del vital líquido.



RETO 7.- INSTITUCIONALIZAR LAS POLÍTICAS PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA.

Estrategia 7.1 Distribuir el agua de manera eficiente y equitativa entre los diferentes usos y usuarios, estableciendo un equilibrio tal que considere las diferencias y la prioridad que los beneficios sociales deberían tener sobre los económicos.

7.1.2 Establecer una ruta de crecimiento económico acorde con la disponibilidad del recurso hídrico a nivel local.

7.1.3 Establecer escenarios que contemplen el crecimiento poblacional y el consecuente incremento, en la demanda de agua para uso doméstico e industrial sobre todo en los centros urbanos.

7.1.4. Promover prácticas de uso eficiente del agua.

ESTRATEGIA 7.2 Impulsar una nueva cultura del agua orientada a reducir el consumo, reutilizar las aguas residuales y fortalecer el desempeño de los organismos operadores de agua.

Líneas de acción.

7.2.1 Fomentar la eficiencia física y comercial de los organismos operadores de agua.

7.2.2. Impulsar la transparencia en el uso de recursos financieros.

7.2.3. Coordinar esfuerzos para gestionar recursos crediticios para inversión en infraestructura.

7.2.4. Establecer reglas precisas en el uso del agua con incentivos para quienes las cumplen y sanciones para quienes las quebrantan

7.2.5. Incentivar la disminución del consumo de agua por habitante al día

7.2.6 Coordinar acciones con los otros niveles de Gobierno para gestionar recursos para infraestructura hidráulica en los diferentes municipios del estado.

7.2.7. Coordinar acciones con los otros niveles de Gobierno para impulsar la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales en los centros urbanos y establecimientos industriales principales.

7.2.8 Intercambiar aguas tratadas por agua potable a fin de generar recursos y mejorar las finanzas de los organismos municipales.

7.2.9 Impulsar la participación social en consejos ciudadanos, consejos consultivos y consejos de cuenca.

7.2.10 Promover la investigación en temas como la cosecha de agua, el reúso de agua y el uso de energía solar para abastecimiento de agua en localidades rurales.

7.2.11 Realizar indicadores de gestión de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento con el propósito de captar información estadística que nos ayude a diagnosticar la problemática que existen en los organismos operadores.

7.2.12 Consolidar una autonomía de gestión de los organismos operadores que los lleve a la autosuficiencia.



7.2.13 Fortalecer con nuevas tecnologías los sistemas operadores de agua y mejorar los sistemas de bombeo con equipos de alta eficiencia.

7.2.14 Impulsar la macro y micro medición.

7.2.15 Gestionar las tarifas adecuadas que garanticen la autosuficiencia de los organismos operadores para dar servicios de calidad a los usuarios.

RETO 8.- Impulso al abastecimiento y calidad del agua.

Estrategia 8.1 Fortalecer el abastecimiento de agua y acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento así como para la producción agrícola.

Líneas de acción

8.1.1. Impulsar proyectos viables de desalación y de infraestructura para el aprovechamiento de nuevas fuentes de abastecimiento.

8.1.2. Dotar de mejor infraestructura hidráulica para el desarrollo de todas las regiones del estado.

8.1.3 Iniciar obras para garantizar agua de calidad, drenaje y sistemas de saneamiento eficientes para las comunidades indígenas y zonas de alta marginación.

8.1.4 Impulsar proyectos de saneamiento y reusó de aguas residuales.

8.1.5 Incrementar la cobertura y mejoramiento de la calidad en el suministro de los servicios de agua potable y alcantarillado en zonas urbanas rurales.

8.1.6. Enfoque en la mejora de la calidad del agua para consumo humano.

8.1.7. Coadyuvar en la mejora de las eficiencias de los servicios de agua en los municipios y sus localidades.

8.1.8. Mejorar la productividad del agua en la agricultura.

8.1.9. Incrementar la eficiencia en el uso de agua de los distritos y unidades de riego.

8.1.10. Participar en la organización y formalización de las unidades de riego de la entidad para coadyuvar en el acceso a apoyos gubernamentales para elevar su eficiencia productiva.

ECONOMÍA CON FUTURO:

III: Gobierno impulsor de las potencialidades regionales y los sectores emergentes.

La economía estatal corre en dos sentidos: por un lado se aprecia un conjunto de actividades muy dinámicas, vinculadas al mercado exterior; conformadas esencialmente por empresas manufactureras; por el otro se ubica una amplia y heterogénea producción tradicional ligada al sector agropecuario y a los servicios.

Esta circunstancia tiende a acentuar antiguas disparidades sectoriales que agudizan la polarización regional expresada en el afianzamiento de un proceso de especialización industrial en el norte y agropecuaria en el sur y sierra.

Esta problemática se observa incluso en el interior del sector primario: en los valles del sur de la entidad el patrón de cultivos sigue siendo abrumadoramente cerealero; en los



distritos de riego por bombeo es hortofrutícola y en estos la aplicación de la tecnología e innovación explican la competitividad lograda.

Uno de los problemas preocupantes es la disponibilidad de agua para uso agrícola que tienen algunas zonas de la entidad: en los distritos del norte, por ejemplo el agotamiento de los mantos freáticos es una seria limitante.

Sonora cuenta con una localización geográfica privilegiada: comparte 592 kilómetros de frontera con la mayor economía del mundo y un largo litoral (1200 kilómetros) que constituyen una ventana para la interacción con los mercados asiáticos, los más dinámicos actualmente a nivel global.

RETO 6.- PROMOVER LAS POLÍTICAS QUE PERMITAN LA CAPITALIZACIÓN EN EL CONJUNTO DE LAS ACTIVIDADES PRIMARIAS, CON ATENCIÓN EN TEMAS ESTRATÉGICOS COMO LA INNOVACIÓN Y LAS SANIDADES.

Estrategia 6.3.- Contribuir al manejo sustentable de los recursos naturales, optimizando el uso del agua utilizando técnicas apropiadas para la conservación del suelo aplicando métodos sostenibles de pesca con el uso de energías alternas.

Líneas de acción.

6.3.2. Apoyar el desarrollo de infraestructura estratégica para el manejo eficiente del agua para centros urbanos.

3.4.2 Bandos Municipales

No se encontraron bandos municipales emitidos por el ayuntamiento de Empalme, Sonora, respecto de este proyecto.

3.5 Normas que Rigen el Proceso

3.5.1 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT- 1996

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las Descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de agua provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

Las descargas que se emitan resultado del proceso se mantendrán siempre por debajo de los límites máximos permisibles en concordancia de esta Norma.

4. Especificaciones

4.1 La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial de hidrogeno (pH) es de 5 a 10 unidades.



T A B L A 2

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																					
PARÁMETROS	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)		
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)				
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.		P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	
Materia Flotante (3)	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	au sen te	
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2	
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150	
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	

(1) Instantáneo
 (2) Muestra Simple Promedio Ponderado
 (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.
 P.D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual;
 N.A. = No es aplicable.
 (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

T A B L A 3

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS																				
PARÁMETROS (*)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)			
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.		P.M.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2
Cianuros	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.005	0.01	0.005	0.01	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

(*) Medidos de manera total.
 P.D. = Promedio Diario P.M. = Promedio Mensual N.A. = No es aplicable
 (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.



4.5 Los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deben cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana de acuerdo con lo siguiente:

b) Las descargas no municipales tendrán como plazo límite hasta las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5. El cumplimiento es gradual y progresivo, dependiendo de la mayor carga contaminante, expresada como demanda bioquímica de oxígeno(s) (DBOs) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas del agua residual, manifestadas en la solicitud de permiso de descarga, presentada a la Comisión Nacional del Agua.

T A B L A 5

DESCARGAS NO MUNICIPALES		
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE	
	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)
1 de enero de 2000	mayor de 3.0	mayor de 3.0
1 de enero de 2005	de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0
1 de enero de 2010	menor de 1.2	menor de 1.2

4.8 El responsable de la descarga queda obligado a realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual. La periodicidad de análisis y reportes se indican en la Tabla 8 para descargas de tipo municipal y en la Tabla 9 para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidrogeológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión Nacional del Agua podrá modificar la periodicidad de análisis y reportes. Los registros del monitoreo deberán mantenerse para su consulta por un periodo de tres años posteriores a su realización.

T A B L A 9

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ₅ t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 3.0	mayor de 3.0	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
menor de 1.2	menor de 1.2	SEMESTRAL	ANUAL

4.10 En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio mensual de los parámetros referidos en los puntos 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente Norma



Oficial Mexicana, la suma de esta concentración al límite máximo permisible promedio mensual, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo notifique por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

4.12 El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implementar un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la comisión Nacional del Agua se analice su caso particular, a fin de que esta le fije condiciones particulares de descarga.

3.5.2 Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996

Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

1.- Objetivo

Esta norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos de construcción que se deben cumplir durante la perforación de pozos para la extracción de aguas nacionales y trabajos asociados, con objeto de evitar la contaminación de los acuíferos.

2.- Campo de aplicación

Esta Norma se aplica a la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales destinadas a los usos agrícola, agroindustrial, domestico, acuacultura, servicios, industrial, pecuario, público urbano y múltiples. La responsabilidad en la aplicación y cumplimiento de la presente Norma corresponde al concesionario o asignatario que realice la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales.

5.- Clasificación

Para propósitos de esta Norma, los pozos se pueden clasificar, en cuanto a su uso, en agrícola, agroindustrial, domestico, en acuacultura, en servicios, industrial, pecuario, publico urbano y múltiples.

6. - Especificaciones

6.1 Materiales usados en la construcción de pozos.

Las piezas y substancias utilizadas en la construcción de pozos deben de ser de calidad comercial.

6.2 Área restringida de emplazamiento del pozo.

El área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrán un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo.

6.3 desinfección de la herramienta en la etapa de perforación del pozo.

La herramienta y la tubería de perforación se deben desinfectar antes de iniciar los trabajos de perforación. Previo a la desinfección, es necesario remover las grasas, aceites y otras substancias adheridas a las herramientas.



6.4 Preparación y disposición adecuada de los fluidos de perforación.

En la perforación de pozos con fluidos, cuya base principal sea el agua y la bentonita, estos no deben contener ninguna sustancia que degrade las características químicas del agua subterránea.

6.5 Protección superficial e interna de la estructura del pozo.

Todos los aprovechamientos hidráulicos subterráneos deben contar con protección sanitaria. De acuerdo con la estructura del pozo, el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminación.

6.5.4 Tipo y dimensiones de la protección del pozo.

En los demás usos definidos en la presente norma, los pozos deben contar con una cerca perimetral de protección de malla ciclónica de al menos 3 x 3 m en planta en caso de que las características y el espacio del terreno lo permitan, podrán construirse obras civiles complementarias.

6.6 desinfección del pozo.

La desinfección del pozo debe ser realizada durante la etapa de desarrollo del mismo, antes de que el equipo permanente haya sido instalado, el cual debe también ser desinfectado.

6.7 Dispositivos de medición y monitoreo.

6.7.1 Medidor de volúmenes.

Con el objeto de disponer de un medio seguro para conocer los caudales de extracción del pozo, es indispensable la instalación de un dispositivo de medición compatible con los volúmenes proyectados de extracción.

6.8 documentos requeridos para la aprobación de operación del pozo.

Para aprobarla operación del pozo por parte de la Comisión, es necesario que el concesionario o asignatario entregue los siguientes documentos:

- a) Croquis de localización del pozo, indicando las posibles fuentes de contaminación
- b) Registro eléctrico del pozo, integrado por:
 - Curvas de resistividad (normal corta, normal larga y lateral)
 - Curva de potencial espontaneo (S.P.)
- c) Registro estratigráfico (corte litológico)
- d) Diseño final del pozo
- e) Requisitos de memoria de cálculo y resultados del aforo
- f) Análisis físico-químico del agua que incluya determinación del pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio y solidos disueltos totales.

3.5.3 Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996

Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua para el cierre de pozos en general.



1.-Objetivo.

Proteger la calidad del agua en los acuíferos durante los trabajos de mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos, sea en forma temporal o definitiva.

2.-Campo de aplicación.

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los pozos de exploración, monitoreo o producción que penetren total o parcialmente un acuífero, y que sean destinados a alguno de los usos de extracción de agua clasificados en esta norma, así como aquellos que fueron perforados para otros usos, y que han quedado abandonados. Su cumplimiento es exigible a los concesionarios y asignatarios de pozos de extracción de agua y a los dueños de pozos para otros usos, y es independiente del trámite para la concesión o asignación del volumen de aguas nacionales.

5.- Clasificación.

Para fines de la presente Norma, los pozos se distinguirán en aquellos para extracción de agua y pozos para usos diferentes a esta.

Los pozos y perforaciones para extracción de agua, en cuanto a su uso, se pueden clasificar en público urbano, agrícola, agroindustrial, domestico, de acuacultura, servicios, industrial, generación de energía eléctrica, pecuario y silvicultura. En cuanto a los pozos para usos diferentes a la extracción de agua, se clasifican como pozos de exploración, explotación y operación en minería, petroleros, de ingeniería civil, de infiltración o inyección, y de investigación.

6. Especificaciones.

6.1. Mantenimiento de pozos para extracción de agua.

6.1.1. Desinfección periódica.

Después de que haya sido instalado el equipo permanente del pozo (bomba y motor) y entre en operación, éste debe desinfectarse como mínimo cada tres años. Para ello, deberá aplicarse proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo.

El agua en el pozo deberá tratarse con cloro, tabletas de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o cualquier otro desinfectante de efecto similar, con la concentración apropiada y aprobada por la Secretaria de Salud.

Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitara y se recirculara el agua del pozo para lograr una buena mezcla e inducir el contacto de dicha mezcla con las paredes del ademe, rejilla, filtro granular y formación del acuífero. Luego se dejara reposar la mezcla agua-desinfectante en el interior del pozo durante almenos 12 horas, pero no más de 24 horas.

6.1.2. Monitoreo de calidad del agua.

En todos los pozos de extracción de agua se deberán tomar muestras simples cada tres años, con objeto de efectuar un análisis físico-químico y bacteriológico del agua, de acuerdo con los métodos de análisis establecidos en Normas Mexicanas (NMX) o los internacionalmente aceptaos, que incluyan la determinación de pH, conductividad



eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales.

6.3 Cierre de pozos para extracción de agua.

Si de acuerdo con la información disponible, el concesionario o asignatario determina la inconveniencia económica, física o técnica para que un pozo continúe en operación, se deberá proceder al cierre temporal o definitivo del pozo.

3.5.4 Modificación a la Norma Oficial Mexicana 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.

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.

Por tales razones la Secretaría de Salud, propone la modificación a la presente Norma Oficial Mexicana, con la finalidad de establecer un eficaz control sanitario del agua que se somete a tratamientos de potabilización a efecto de hacerla apta para uso y consumo humano, acorde a las necesidades actuales.

1.- Objetivo y campo de aplicación.

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano.

1.2 Esta norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los sistemas de abastecimiento públicos y privados y a cualquier persona física o mora que la distribuya, en todo el territorio nacional.

4. Límites permisibles de calidad del agua

4.1. Límites permisibles de características microbiológicas.

4.1.1 El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.

TABLA 1

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

4.1.4 El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener *E. coli* o coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de 100 ml. Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml; en sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50,000 habitantes; estos organismos deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas



en un mismo sitio de la red de distribución, durante un periodo de doce meses de un mismo año.

4.2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

4.2.1 Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

4.3 Límites permisibles de características químicas.

4.3.1 El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la tabla 3. Los Límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

TABLA 3

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN ⁻)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl ⁻)	250,00
Cobre	2,00
Cromo total	0,05
Dureza total (como CaCO ₃)	500,00
Fenoles o compuestos fenólicos	0,3
Hierro	0,30
Fluoruros (como F ⁻)	1,50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l:	
Benceno	10,00
Etilbenceno	300,00
Tolueno	700,00
Xileno (tres isómeros)	500,00
Manganeso	0,15
Mercurio	0,001
Nitratos (como N)	10,00
Nitritos (como N)	1,00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0,50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6,5-8,5
Plaguicidas en microgramos/l:	
Aldrin y dieldrin (separados o combinados)	0,03
Clordano (total de isómeros)	0,20
DDT (total de isómeros)	1,00
Gamma-HCH (lindano)	2,00
Hexaclorobenceno	1,00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0,03
Metoxicloro	20,00
2,4 - D	30,00
Plomo	0,01
Sodio	200,00
Sólidos disueltos totales	1000,00
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	400,00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0,50
Trihalometanos totales	0,20
Yodo residual libre	0,2-0,5
Zinc	5,00

Nota 1. Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

Nota 2. El límite permisible para arsénico se ajustará anualmente, de conformidad con la siguiente tabla de cumplimiento gradual:



3.5.5 **NOM-041-SEMARNAT-2006.**

Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, en particular esta Norma aplica para todos los vehículos y maquinaria de combustión interna utilizados en el proyecto desde la etapa de preparación del sitio hasta su operación por lo que todos deberán contar con la certificación correspondiente a fin de vincularse con esta Norma.

3.5.6 **NOM-045-SEMARNAT-2006.**

Se trata de una Norma de protección ambiental para vehículos en circulación que usan diesel como combustible, establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Como en el caso anterior todos los vehículos y maquinaria que utilicen diesel deberán cumplir los parámetros establecidos en esta Norma y verificados por una empresa autorizada.

3.5.7 **NOM-080-SEMARNAT-1994.**

Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

En este caso, los vehículos utilizados para este proyecto deberán cumplir lo establecido en esta Norma de acuerdo a la siguiente tabla:

Peso bruto vehicular (kg)	Límites máximos permisibles (db)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Por lo cual deberán contar con la verificación correspondiente.

3.5.8 **NOM- 081-SEMARNAT-1994.**

Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Esta norma oficial mexicana se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.

Aunque su objetivo principal está relacionado con el bienestar humano y su exposición a una fuente de ruido al que es considerado como contaminante, también aplica para las poblaciones de fauna silvestre ya que su emisión altera su hábitat.

La NOM define a la fuente fija como toda instalación establecida en un sólo lugar que tenga como finalidad desarrollar actividades industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera

En este caso, la fuente fija se considera como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir ruido que es emitido hacia el exterior al través de las colindancias del predio por el aire y por el suelo.



Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas, son los siguientes:

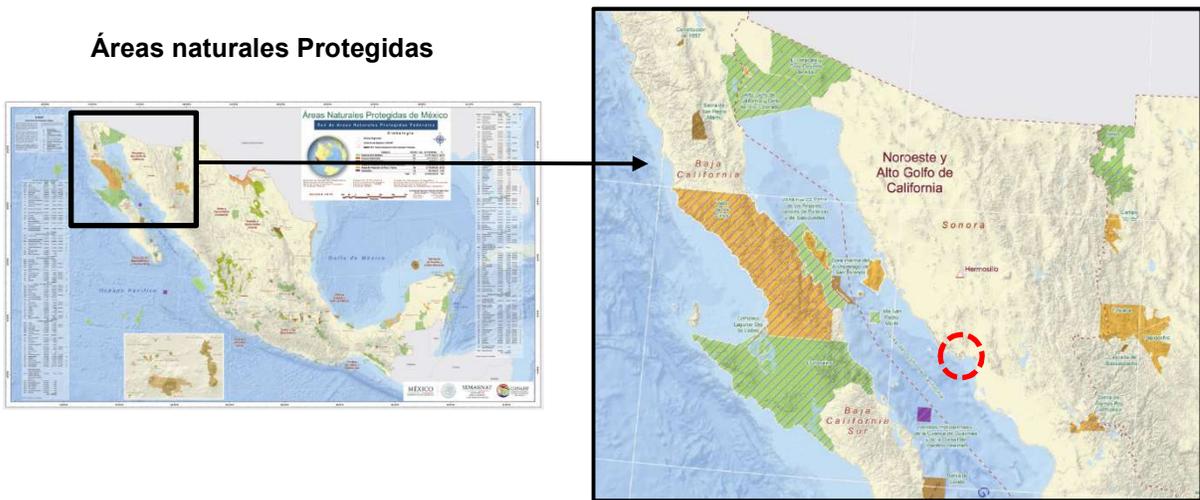
- 6:00 a 22:00 68 dB(A)
- 22:00 a 6:00 65 dB(A)

Por lo que la planta desaladora en su totalidad, deberá cumplir con esos límites.

3.6 Decretos y programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas

Consultados los Sistemas de Información Geográfica de la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y de Regiones Prioritarias de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) se encontró que el proyecto no se ubica dentro de ninguna zona especificada por estas instituciones.

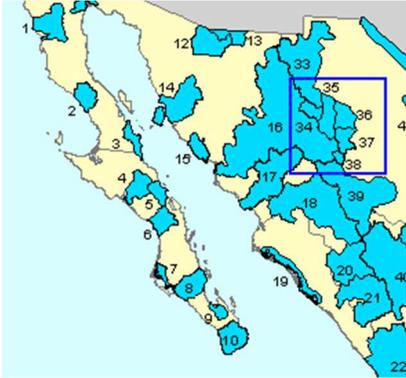
Áreas naturales Protegidas



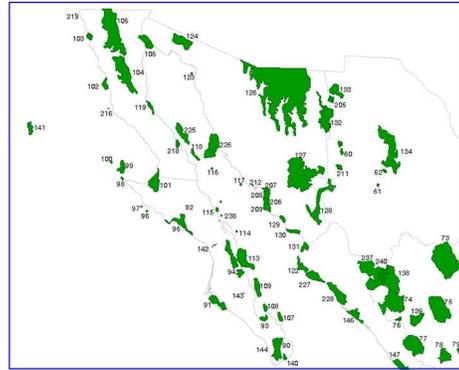
Regiones terrestres prioritarias



Regiones marinas prioritarias



Regiones hidrológicas prioritarias



Áreas de importancia para conservación de aves

4 Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática detectada en el área de Influencia del Proyecto

4.1 Delimitación del Área de Estudio

Para la porción terrestre de la zona del proyecto, no existe un Programa de Ordenamiento Ecológico, decretado y publicado, mientras que en la porción marina está decretado el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California que permite definir la zona marina del Sistema Ambiental (SA) como una franja que va desde la Bahía de Guaymas hasta la Bahía de Las Guasimas, es decir prácticamente toda la línea de costa de la playa Cochórit, por otro lado no existen criterios ecológicos diferentes a los establecidos en los ordenamientos ecológicos, toda vez que en la zona del proyecto no están presentes áreas naturales protegidas ni está considerada como región importante para la conservación, de acuerdo a la CONABIO, por lo anterior para definir el sistema ambiental se toma como criterios los considerados en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Hidráulico, modalidad Particular.

A pesar de que el título del proyecto se refiere a una extensión mayor (localidades de Guaymas y Empalme), su interacción con los componentes ambientales se reduce significativamente ya que los insumos y productos se acotan al nivel local, es decir toma agua de pozos playeros, la desaliniza y una porción de esa toma se envía a distribución como agua potable en bloque y otra se retorna al medio marino, en el proceso no se utilizan elementos que se puedan considerar como contaminantes por lo que no aumenta la presión de impactos al ambiente.

No utiliza recursos naturales de importancia para la conservación y los que se han detectado como afectados presentan una alta factibilidad de mitigación o anulación de esos impactos.

Por otro lado, en el aspecto social, el objetivo del proyecto tiene como finalidad cubrir un déficit de agua potable que actualmente no se está suministrando, en ese sentido el proyecto tampoco aumenta la presión sobre los recursos, sino al contrario los disminuye al convertirse en una fuente alterna de abastecimiento sin utilizar el acuífero subterráneo que se encuentra sometido a una presión de extracción significativa.

En cuanto a la uniformidad de las unidades ambientales en que se desarrolla el proyecto es significativa su homogeneidad, sobre todo respecto al tipo de vegetación que corresponde a matorral xerófilo, en donde la relación superficie del proyecto/cobertura vegetal es poco significativa.

Por lo anterior el Sistema Ambiental se ha definido como sigue:

El Municipio de Empalme está localizado al Sureste del Estado de Sonora, siendo su cabecera municipal la ciudad de Empalme que se sitúa en las coordenadas geográficas; en el paralelo 27° 51' de Latitud Norte, entre los meridianos 110° 30' de Longitud Oeste. Colinda al Norte con el Municipio de Guaymas, al Sur con el Mar de Cortés, al Este con la reservación Yaqui, Municipio de Guaymas y al Oeste con el estero el Rancho. Tiene una altitud de 3.5 m., sobre el nivel del mar. Sin embargo, cabe señalar que este dato varía según la fuente consultada, entre los cuales citan algunas 5 m o 7 m. A este

municipio se le conoce por la mayoría de sus habitantes como “la ciudad Jardín”, por su gran cantidad de árboles que existen en la localidad.

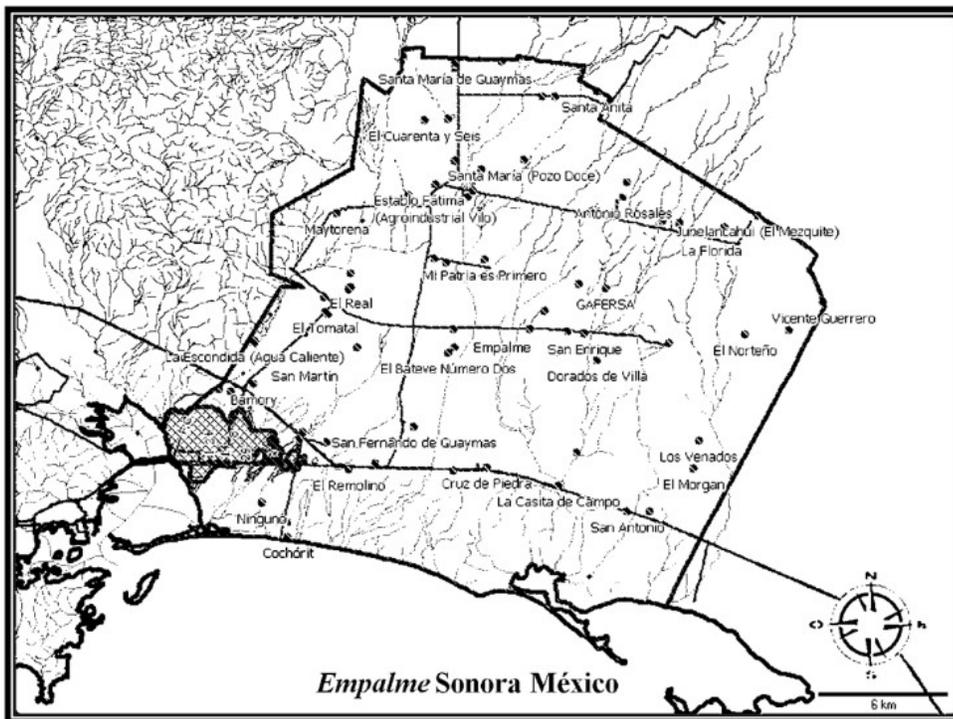


Figura 36. Localización del Municipio de Empalme, Sonora (Fuente: Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018)

El predio de interés se encuentra localizado en la zona costera central de Sonora, en el Municipio de Empalme. se ubica entre las Playas Cochórit y del Sol en la misma zona litoral del Municipio de Empalme a aproximadamente 3.0 Km al este de la localidad Cochórit, en línea recta, y se accede actualmente por un camino de terracería de aproximadamente 4.5 Km, en el futuro el acceso será por medio de un camino de aproximadamente 3.75 Km a partir de la carretera Federal 15 tramo Guaymas-Ciudad Obregón, se trata de un predio de 20 Ha cuyas coordenadas centrales son las siguientes: 525,348.00 E y 3,087,813 N.

Todo lo anterior se muestra en la siguiente figura:



Figura 37. Ubicación del predio entre Playa Cochórit y Playa del Sol, Empalme, Sonora

4.2 Descripción y Análisis de los Componentes Ambientales del Sistema

4.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

Tipo de clima

El clima predominante en la costa de sonora o sistema ambiental según la clasificación de Köppen, modificado por García (1998), corresponde a clima desértico (BW). Este se caracteriza por ser un clima muy seco y cálido con temperaturas máximas de 37.7° C en los meses de Julio, a agosto y septiembre y una media mínima de 10 °C en el mes de enero, durante los meses de invierno pueden presentarse heladas ocasionales. Los



vientos dominantes son del este y en menor intensidad del Sur y suroeste en verano. La zona presenta una precipitación anual de 232.3 mm, siendo durante los meses de agosto y septiembre los que registran los valores más elevados, siendo 47.7 y 33.0 mm. Durante el mes de septiembre existen mayores posibilidades de un ciclón, aunque para la región la incidencia ciclónica es poca.

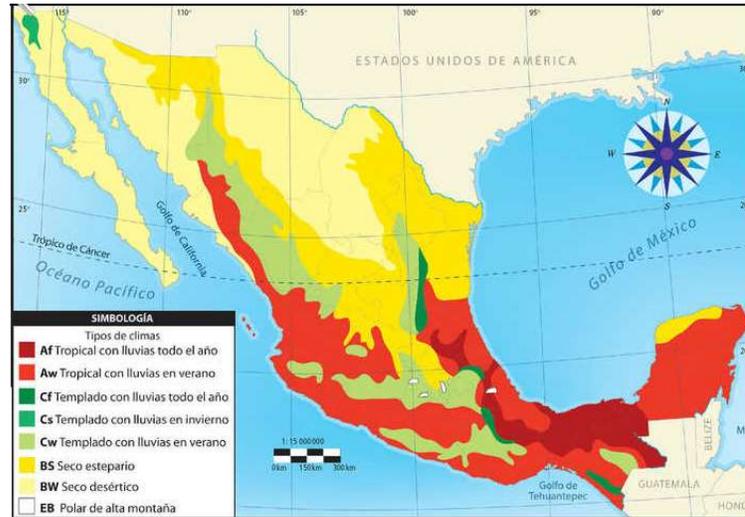


Figura 38. Clasificación de climas en México según Köppen

Utilizando el mismo sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por la Dra. Enriqueta García la clasificación climática de la zona de estudio es BW(h')hw(e') que corresponde a un clima Seco Desértico con régimen de temperatura de tipo cálido. Tiene una temperatura media anual mayor a 22°C, el mes más frío es menor a 18°C y el mes más cálido (aunque no hay un límite de temperatura definido para este clima) es mayor a 30°C. El régimen de lluvia es en verano, tiene un porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y 10.2%. La oscilación térmica es muy extremosa. No presenta canícula y marcha de la temperatura de tipo Ganges. Por lo tanto, la estación tiene un clima muy seco por su grado de humedad (árido) y por su temperatura de tipo cálida, como se observa a continuación:



Figura 39. Climas en la Zona de Estudio

La temperatura media mensual del mes más cálido se presenta en el mes de agosto con 31.3°C, la temperatura media mensual del mes más frío es en enero con 17.4 °C; así la temperatura media anual es de 24.4°C. La precipitación media mensual del mes más húmedo es de 64.6 mm, en septiembre; la del mes más seco es de 0.4 mm, en mayo; y la precipitación media anual es de 236.3 mm. El índice de humedad de Lang (P/T) es igual a 9.69. El porcentaje de lluvia invernal es de 9.90%. La oscilación anual de la temperatura media mensuales es de 13.8. La estación se localiza en la zona extratropical por lo que solo presenta un máximo y un mínimo de marcha anual de la temperatura.

En la siguiente figura se observa la marca de la distribución temporal de la estación a lo largo del año, las barras en verde indican la lluvia, la línea roja la temperatura media y la línea verde indica el umbral de lluvia mayor a 50 mm (para climas secos), donde indica los meses que pueden tener un superávit de agua en el suelo, llamado también capacidad de campo.

La intersección de las curvas de temperatura y precipitación muestran la condición de déficit hídrico (área en amarillo) en los meses de julio a febrero y una sequía relativa (área en coral) principalmente en los meses de marzo a junio. El mes de septiembre es el que presenta una ligera condición húmeda (área en verde) por ser el mes que tienen mayor precipitación; pero esta no es suficiente y marca la condición del clima muy seco que existe en sitio de estudio.

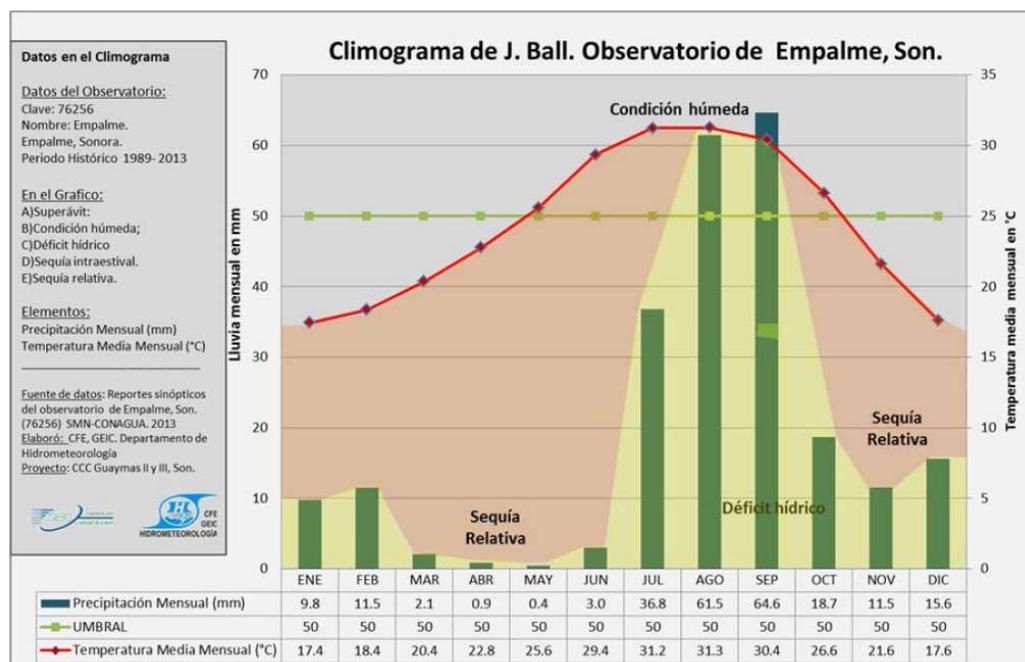


Figura 40. Diagrama Umbrotérmico

Eventos Meteorológicos Extremos

En el estado de sonora desde 1921 hasta el 2010, 49 ciclones de origen tropical han tocado tierra, de estos, 5 se registraron en el periodo de 1997-2004, generando 347, 280 damnificados, en 55 municipios, más de 115, 400 ha. Y más de 1000 millones de pesos

en daños, en los sectores de comunicaciones, vivienda, salud, educación, agricultura, ganadería, pesca, energía eléctrica, infraestructura hidroagícola, urbana, agua potable y alcantarillado de acuerdo con el compendio de identificación de asentamientos humanos en cauces federales.

Según el atlas de Riesgos de México, en México, entre los meses de mayo a noviembre, se presentan en promedio 23 ciclones tropicales con vientos mayores a 63 Km/h. Del orden de 14 ciclones tropicales ocurren en el océano Pacífico y 9 en el golfo de México y el más Caribe. De ellos, 4 inciden cada año sobre territorio nacional o se acercan a menos de 100 Km, 2 desde el Pacífico y 2 desde el Atlántico y el Mar Caribe.

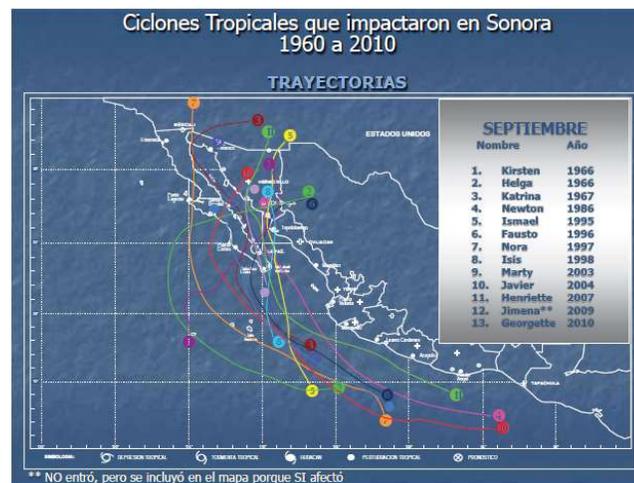


Figura 41. Ciclones Tropicales que Impactaron en Sonora, 1960 a 2010

Fuente: Atlas Nacional de Riesgo.gov.mx

De acuerdo con lo publicado en el 2012 por el CENAPRED el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales para la zona donde se ubicara el proyecto es muy bajo. Si bien antes se describió la incidencia de ciclones y huracanes dentro del estado de sonora a lo largo de 50 años. El sitio específico donde se planea llevar a cabo la desaladora presenta condiciones que le aseguran un muy bajo índice de peligro.



Figura 42. Clasificación de peligrosidad por ciclones tropicales en México.



Asociado a los fenómenos hidrometeorológicos vienen las lluvias, el municipio de Empalme se ha visto afectado por las inundaciones causadas por la combinación de estos dos factores, en donde los daños provocados generalmente se traducen en habitantes damnificados, viviendas afectadas, obras de infraestructura y áreas agrícolas inundadas.



ORGANISMO DE CUENCA NOROESTE
COORDINACIÓN DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS Y CONSEJOS DE CUENCA
BRIGADA PIAE

EMERGENCIAS HIDROMETEOROLÓGICAS REGISTRADAS EN EL ESTADO DE SONORA, PERIODO 2000-2010

FECHA	FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS	LOCALIZACIÓN				CENTROS DE POBLACIÓN			DAÑOS		MONTO \$ MILLONES	
		CORRIENTE	CUENCA	MUNICIPIO	LOCALIDAD(ES)	DAMNIFICADOS	DECEOS	VIVIENDAS	HAS.	Q. DE INFRAEST.		
22-24 Oct/2000	Lluvias extraordinarias	Río Sonora y San Miguel	Río Sonora	14 Municipios Ribereños	Hermosillo, Ures, Aconchi, Aripa, etc.	300	0	60	1,241	HIDROAGRICOLA, COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
29, 30 Sept., 1 de Oct. de 2001	Ciclón Trop. "Juliette"	Río Mátape Yaquí	Río Mátape Yaquí	Guaymas y Empalme	38	23,122	5	4,604	1,262	HIDROAGRICOLA, COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	748.6	
				San Ignacio R.M., Bácum, Benito Juárez, Cajeme y Quitiego	126	36,850		6,130	2,551			
		Mayo	Mayo	Huatabampo, Etchojoa, Álamos y Navojoa	180	26,704	1	3,220	5,966			
	SUBTOTAL.-				344	86,676	6	13,954	9,779			
23-24 Sept/2003	Ciclón Tropical "Marty"	Mátape	Mátape	Guaymas y Empalme		9	1,514	0	380	*	SERVICIOS	*
15-jul-04	Lluvia extraordinaria	Arroyo Nogales	Santa Cruz	Nogales	Nogales	215	0	43	0	COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
19-20 Sep/2004	Ciclón Tropical "Javier"	A. El Zanjón	Río Sonora	Hermosillo	Est. Zamora, Tazajal y San Pedro	230	0	45	*	COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
Agosto de 2005	Lluvia extraordinaria	Arroyo Nogales	Santa Cruz	Nogales	Nogales				0	HIDRAULICA Y SERVICIOS	*	
24-ago-06	Lluvia extraordinaria	Arroyo Nogales	Santa Cruz	Nogales	Nogales	60	0	13	0	COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
07-sep-06	Lluvias 135.0 mm			Hermosillo	Kino Viejo	1,250	0	270	0	SERVICIOS	*	
07-sep-06	Lluvias 169.0 mm	Mátape	Mátape	Empalme	Empalme	3,200	0	800	0	COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
29-jul-07	Lluvia extraordinaria	A. Yucuitbampo	Río Yaquí	Cajeme	Yucuitbampo y Tezopobampo	800	0	160	*	COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
05/Sept/2007	C. Tropical "Henriette"	Río Mátape	Río Mátape	Guaymas y Empalme	3	500	0	100	*	COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
		Mayo	Mayo	Huatabampo y Etchojoa	4	1,255	0	280				
16/Sept/2007	Lluvia extraordinaria	A. Cocoraque	A. Cocoraque	Navojoa, Benito Juárez y Cajeme	12	94	0	12	*	HIDROAGRICOLA, COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
09/Jul/2008	Lluvia extraordinaria	A. Cedros	Río Mayo	Quitiego	Los Bajíos, El Frijolar, Bactusa, Tepahu y Quitiego	910	0	52	0	HIDROAGRICOLA, COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
25/Ago/2008	Ciclón Tropical "Julio"	Mátape	Mátape	Guaymas y Empalme	Guaymas y Empalme	2,025	0	350	*	COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
8/Sept/2008	Ciclón Tropical "Lowell"	Río Mayo	Río Mayo	Navojoa, Etchojoa y Huatabampo	16	23,400	1	5,250	*	HIDROAGRICOLA, COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
11/Oct/2008	C. Tropical "Norbert"	A. La Aduana	Río Fuerte	Álamos	6	3,815	4	610	*	COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	
		A. Promontorios	Río Mayo	Navojoa y Huatabampo	9	1,200	0	250				
03/Sept/2009	Ciclón Tropical "Jimena"	Mátape	Mátape	Guaymas y Empalme	5	43,000	2	8,600	*	HIDRAULICA, COMUNICACIÓN Y SERVICIOS	*	

Por su posición geográfica el sitio de estudio del proyecto, es afectado por fenómenos meteorológicos con las siguientes características.

Las masas de aire marítimo tropical son el sistema meteorológico más frecuente e importante que afecta al sitio de estudio durante todas las épocas del año, con poco más del 95 % de días de afectación, se llega a presentar en forma simultánea con la corriente en chorro, en una proporción de tres a uno. Además, estos sistemas son los causantes de la temporada de lluvias durante los meses de julio a agosto, periodo en el cual la lluvia precipita entre 15 a 20 días, y en la temporada invernal la precipitación es esporádica asociada a masas de aire marítimo polar, acumulando un valor de precipitación media anual de 236.3 mm en este sitio. Dichos sistemas favorecen ambiente muy caluroso en



los meses de abril a octubre, con temperaturas máximas mensuales que van de los 30.7 a los 36.2 °C, la temperatura máxima extrema que se ha registrado a la fecha fue de 46.0 °C en el mes de junio del año 2011.

Por otra parte, en la temporada invernal durante los meses de Noviembre a abril se tiene la baja afectación de frentes fríos, acompañados de sus respectivas masas de aire frío; también el sitio es afectado esporádicamente por tormentas invernales; los efectos de dichos sistemas sobre el sitio son: descenso de temperatura, vientos de moderados a fuertes de componente norte y noroeste con lluvias escasas, de acuerdo al climograma de J. Ball se presenta en esta temporada un déficit hídrico de octubre a febrero, con una sequía relativa de marzo a junio. Además, en esta temporada durante las mañanas el ambiente es de frío a fresco con temperaturas mínimas mensuales que van de 9.8 a 14.8 °C, la masa de aire frío que acompañó al frente frío No. 21 provocó que la temperatura mínima extrema en el mes de enero del 2013 fuera de 0.5 °C.

Los ciclones tropicales que afectan a la zona de estudio llegan a aportar una cantidad importante de lluvia, principalmente en los meses de agosto y septiembre, en los cuales se presenta un mes con condición húmeda en el suelo, de acuerdo a la clasificación climática del sitio (caso particular del huracán “Jimena” del año 2009).

Los ciclones tropicales que se forman en la cuenca del Océano Pacífico Nor-oriental, principalmente al sur de las costas de Chiapas hasta Jalisco durante los meses de agosto a octubre, son los que llegan a afectar al sitio de estudio, frecuentemente en su etapa de disipación. De un total de 923 ciclones tropicales registrados en nuestra base de datos de 1949 a 2013, sólo 6 han afectado directamente al sitio de estudio, de los cuales dos lo hicieron como huracán categoría 1 en la escala de huracanes Saffir-Simpson, dos más incidieron en una etapa de tormenta tropical y los últimos dos como depresión tropical, ocasionado lluvias acumuladas en periodos cortos, desde fuertes a intensas y vientos fuertes, siendo el Huracán # 11 de 1958 el sistema que acercó más al sitio de estudio y lo afectó con categoría 1 en la escala de huracanes Saffir-Simpson. Por lo tanto, menos del 1% del total de ciclones tropicales ha afectado el sitio de estudio en forma directa, aunque el porcentaje no es relevante, los efectos en su momento son significativos, principalmente en cuestiones de inundaciones y deslaves de terreno. Por otro lado, los ciclones que provienen del Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México no afectan al sitio de estudio.

Los vientos dominantes para la zona de estudio provienen del S-SW con una velocidad que va de 0.4 a 20 Km/h. Excepto cuando el sitio es afectado o influenciado por un ciclón tropical, frente frío o corriente en chorro. El viento máximo registrado en el Observatorio de Empalme, Son., alcanzó los 72 Km/h, asociados con un sistema invernal en febrero de 1994.

b) Geología y geomorfología

Fisiografía

De acuerdo al INEGI³, el Estado de Sonora comprende 4 provincias fisiográficas: Llanura Sonorense, Llanura Costera del Pacífico, Sierras y Llanuras del Norte y Sierra Madre Occidental (Figura 9). La zona de estudio se ubica dentro de la provincia Llanura Sonorense, específicamente en la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses, la cual se extiende sobre la costa del estado, desde Guaymas hasta Sonoyta. La subprovincia está formada de sierras de poca altura, separadas por llanuras. En la porción oriental, las sierras son estrechas (< 6 Km de ancho) y tienen elevaciones que van de los 700 a los 1,400 m.s.n.m.; en la porción occidental, las sierras son más amplias (13-24 Km de ancho) y tienen elevaciones más bajas, menores o iguales a 700 m.s.n.m. Las rocas que afloran en mayor cantidad son ígneas intrusivas ácidas, aunque también son importantes, en la parte central de la subprovincia, rocas lávicas, metamórficas, calizas antiguas y conglomerados del Terciario⁴.

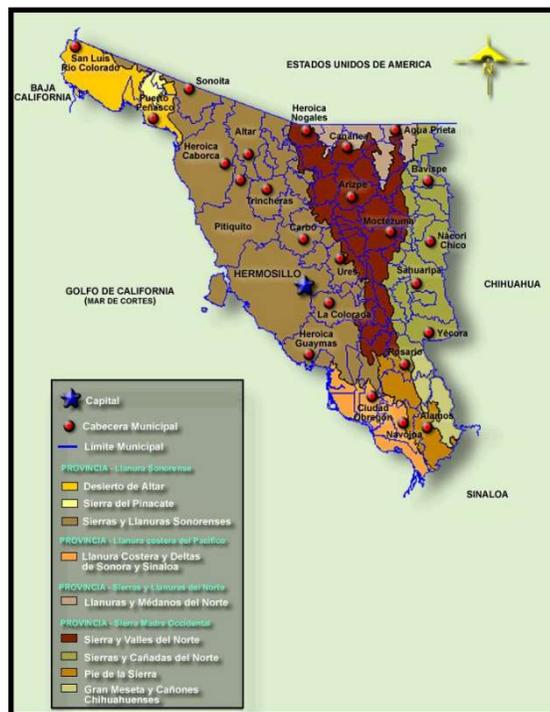


Figura 43. Provincias fisiográficas de Sonora

Las elevaciones en esta área varían de los 0 m.s.n.m. en la costa hasta los 1,000

³ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1993, Estudio hidrológico del Estado de Sonora: México, D.F., Secretaría de Programación y Presupuesto, 81 p.

⁴ Morales Montañón M., Martínez Retama, S., Castillo Gurrola, J., Ríos Angulo, M.A., Flores Luna, C., 2009, Estudios Geofísicos e Hidrogeológicos para identificar sitios permeables para el diseño e instalación de obras de infiltración para el acuífero del Valle de Guaymas, Comisión Estatal del Agua (Proyecto: CEA - NC - IH- EST - 08 - 243), 73 p., (Resumen en línea), en , acceso libre.

m.s.n.m. en las sierras al Este y Oeste, mientras que hacia la parte sur se encuentran cerros de poca elevación (100 a 200 m.s.n.m.).

Geomorfología

El municipio cuenta al norte con la Sierra de San Antonio, al Oeste con la Sierra de Santa Úrsula y al Este con la Sierra del Bacatete. En este se pueden identificar tres valles, el valle de Agua caliente, la cuenca del río Yaqui y el Valle de San José de Guaymas.

Estas características dan forma al Graben (fosa tectónica) de Empalme que se interpreta como una estructura formada durante la apertura del Golfo de California. Tiene una anchura promedio de 25 km y una longitud aproximada de 50 km, y está delimitado por dos fallas de rumbo general N-S, la primera localizada en la porción oriental de la Sierra de Santa Úrsula y la segunda en la porción oeste de la Sierra del Bacatete. Ambas sierras consisten de rocas volcánicas félsicas a intermedias de edad miocénica (11–23 Ma), que cubren discordantemente a rocas intrusivas del Cretácico tardío (63 Ma), y a su vez están cubiertas por coladas de basalto con una edad de 8.5 Ma. Diques y pequeños troncos de composición riolítica (14 Ma) con textura granofírica intrusionan a una parte de la sección volcánica en los bordes del graben.

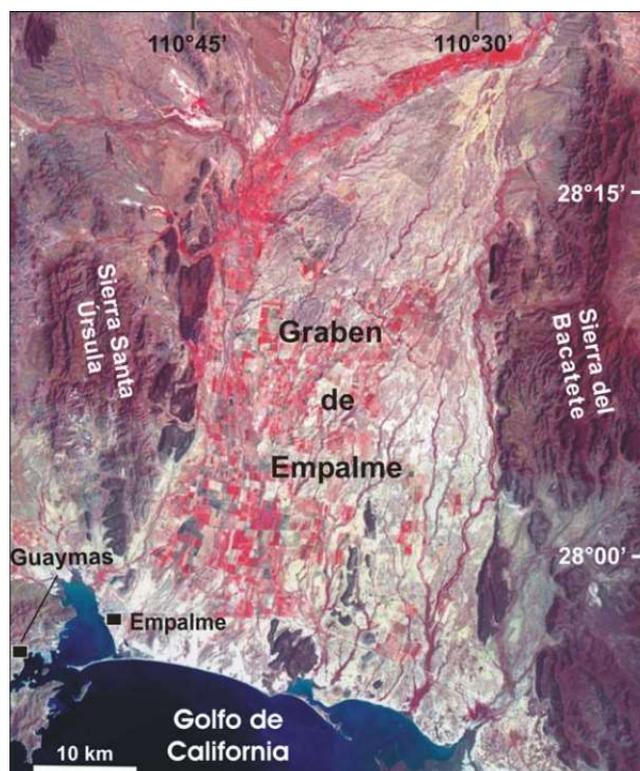


Figura 44. Principales rasgos fisiográficos del Graben de Empalme⁵

⁵ Jaime Roldán-Q., Mora-K. G. , T Calmus, Valencia-Moreno M y Rufino Lozano-S., 2004, El graben de Empalme, Sonora, México: magmatismo y tectónica extensional asociados a la ruptura inicial del Golfo de California, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 21, núm. 3, 2004, p. 320-334

Por lo anterior, en el municipio de Empalme se presentan tres formas de relieve: Zonas accidentadas que se marcan en un 2 por ciento de la superficie; zonas semiplanas que abarcan un 13 por ciento y el resto zonas planas que comprenden un 85 por ciento de la superficie total.

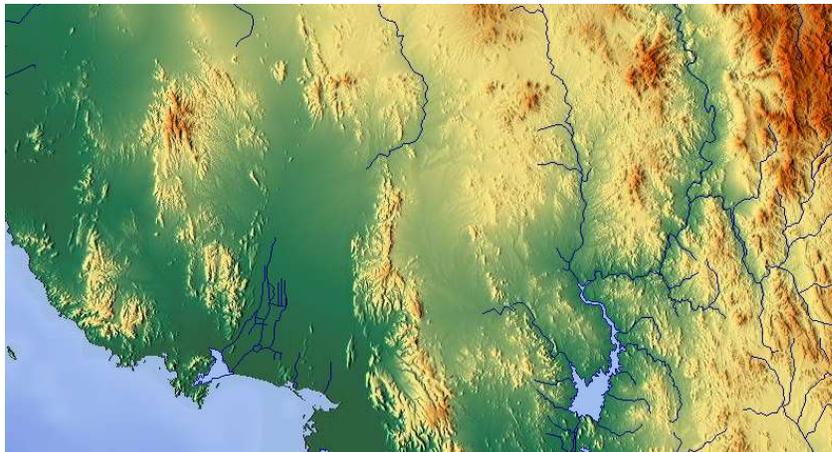


Figura 45. Relieve en el sistema ambiental.

Geología Regional

La secuencia estratigráfica de las rocas que afloran en el área de estudio, forman una columna cuyas edades abarcan desde el Mesozoico hasta el Reciente. Esta columna está formada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. De éstas, las sedimentarias pertenecen al Cuaternario y ocupan la mayor superficie, mientras que las rocas ígneas son el complemento de esta superficie, como se puede observar en la siguiente figura.

En el periodo cuaternario la unidad conformada por boleos, gravas, arenas, limos y arcillas constituye, desde el punto de vista geohidrológico, la unidad geológica más importante del área, ya que en ella se aloja el principal sistema acuífero de la cuenca.

Los sedimentos correspondientes a este periodo se encuentran formando la mayor superficie de afloramientos de la zona de estudio. Consisten en sedimentos clásicos no consolidados, como boleos, gravas, arenas, arcillas y limos, derivados de las formaciones geológicas preexistentes que han sido erosionadas, transportadas y depositadas por corrientes fluviales en las antiguas depresiones que actualmente constituyen las calles de Guaymas y San José. Forman por tanto la planicie aluvial y fluvial de la cuenca, pudiéndose distinguir en ellas diversas estructuras secundarias, como conos aluviales, llanuras de inundación, dunas, barras, etc.

El depósito de estos materiales se inició en el Pleistoceno y continúa en el Reciente, habiéndose acumulado en este tiempo espesores promedio de 160 metros.

La distribución de estos materiales en el subsuelo, consiste de arenas, gravas, arcillas y horizontes de caliche en capas interdigitadas, la mayoría de las cuales, no muestran continuidad horizontal, a causa de los diversos medios ambientales de depósito que han prevalecido del Pleistoceno al Reciente. No obstante, dentro de esta errática distribución

espacial, es posible distinguir en el Valle de Guaymas-Empalme, una capa de arcilla café continental, cuya continuidad se detectó en la porción Sur del valle, dentro de los límites del municipio.



Figura 46. Geología Regional de la Zona de Estudio

Morfología y Sismicidad

Las regiones geomorfológicas del territorio de Empalme se encuentran representadas por el valle de origen aluvial que abarca la mayor parte del municipio; por las prominencias topográficas que contienen dicho valle en sus extremos Este y Oeste y por una serie de sierras poco elevadas, ubicadas sobre terrenos bajos al sureste del territorio, las cuales se encuentran acompañadas de lomeríos y cerros que dividen la llanura aluvial característica de este municipio.

Respecto a la sismicidad de la zona, CENAPRED ubica en Atlas Nacional de Riesgos al municipio de Empalme en un área clasificada como Media. Esto hace que no se descarte la posibilidad de que se presenten estos fenómenos debido a la cercanía que se tiene con la falla de Desgarre del Golfo de California, la que podría generar movimientos telúricos en la zona a causa del movimiento divergente y de transcurrancia entre la placa oceánica del Pacífica y la Continental de Norteamérica (Wintergerst, 2010)

Principales Rasgos Superficiales

Los principales rasgos superficiales del sitio se describen a continuación, mientras que en las siguientes figuras se muestra un esquema general de la zona.



Figura 47. Rasgos superficiales 1 de la Zona de Estudio



Figura 48. Rasgos superficiales 2 de la Zona de Estudio

La topografía en el predio es sensiblemente plana (pendiente menor al 1%) con una vegetación constituida por árboles y matorrales tipo desértico.



Figura 49. Topografía del Predio del proyecto

La zona noroeste del predio se encuentra cercana al Estero Cochórit en donde se detectaron materiales superficiales más blandos respecto de los observados en la mayoría del predio.

c) Suelos

El análisis de las características del suelo del Municipio de Empalme se realiza en base a la interpretación de la cartografía temática proporcionada por la SIDUR, con apoyo en la Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica del INEGI.

Dentro del Municipio de Empalme se identifican siete tipos diferentes de suelo, así como una zona clasificada como urbana, correspondiente al área en donde se encuentra la ciudad de Empalme. El tipo de suelo predominante dentro del territorio es el Vertisol, el que abarca el 60.31% de la superficie del municipio. Este tipo de suelo se extiende desde el límite norte, hasta unos 10 Km antes del litoral, a la altura de la localidad de San Fernando de Guaymas, en lo que es el Valle de Empalme. Este suelo tiene como primer tipo de unidad al Vertisol, así como un subtipo crómico, de igual forma se caracteriza por tener una clase textural que va de media a fina y una fase química entre salina y fuertemente salina.

En las partes de la Sierra Santa Úrsula con este suelo, la fase física es del tipo pedregosa, a diferencia del resto del territorio.

En predominancia le sigue el suelo Litosol, que abarca el 14.68% del municipio. Este tipo de suelo se extiende sobre las elevaciones ubicadas dentro del área de estudio, entre las que se encuentra el Cerro Boca Abierta, Cruz de Piedra, Sierra San Francisquito y Sierra Santa Úrsula, los tres últimos con unidades menos predominantes de Regosol éutrico.

El tercer tipo de suelo predominante en el Municipio de Empalme es el Solonchak, el que abarca el 12.92% de la superficie del territorio. Este tipo de suelo se encuentra en toda la franja costera del municipio, exceptuando la del Estero El Rancho; presenta una subunidad de suelo denominada órtico, una clase textural media y una fase química fuertemente sódica. En la porción Sureste del municipio, este tipo de suelo se extiende desde la costa hacia el Norte, hasta la Sierra San Francisquito; igualmente dentro del Valle de Empalme se identifican manchones de este tipo de suelo, los que se encuentran enclavados dentro del suelo Vertisol. Uno de estos manchones se ubica al oriente de la Carretera Estatal 88 y aproximadamente a kilómetro y medio al Norte de la localidad de San Fernando de Guaymas.

Otro tipo de suelo también identificado dentro del municipio es el Yermosol, el que abarca el 9.58% del territorio municipal. Este suelo se presenta en dos áreas definidas del municipio, una de éstas se encuentra contenida entre la carretera al Cochórit y el Cerro Cruz de Piedra, la segunda área con este tipo de suelo se encuentra al Este del municipio, a la altura de la Sierra San Francisquito. Ambas porciones del territorio cuentan con una subunidad de suelo cálcico, así como una clase textural media y una fase química fuertemente salina.

Los tres tipos de suelo restantes son los que se encuentran en menor proporción en el territorio, el primero de éstos es el suelo Xerosol, que abarca el 0.99% del municipio y se

extiende sobre la franja costera este del estero El Rancho. Le sigue el suelo tipo Fluvisol, que abarca el 0.45% del territorio y se encuentra en el cauce del río que descende al este del Cerro Las Bolas y Cerro Prieto (Cerro Bola) proveniente de la Sierra Santa Úrsula. Por último, el suelo Regosol representa el 0.09% del municipio y se encuentra en una superficie poco significativa localizada en el límite Norte del municipio, en las faldas de la Sierra Santa Úrsula a la altura de Santa María de Guaymas.

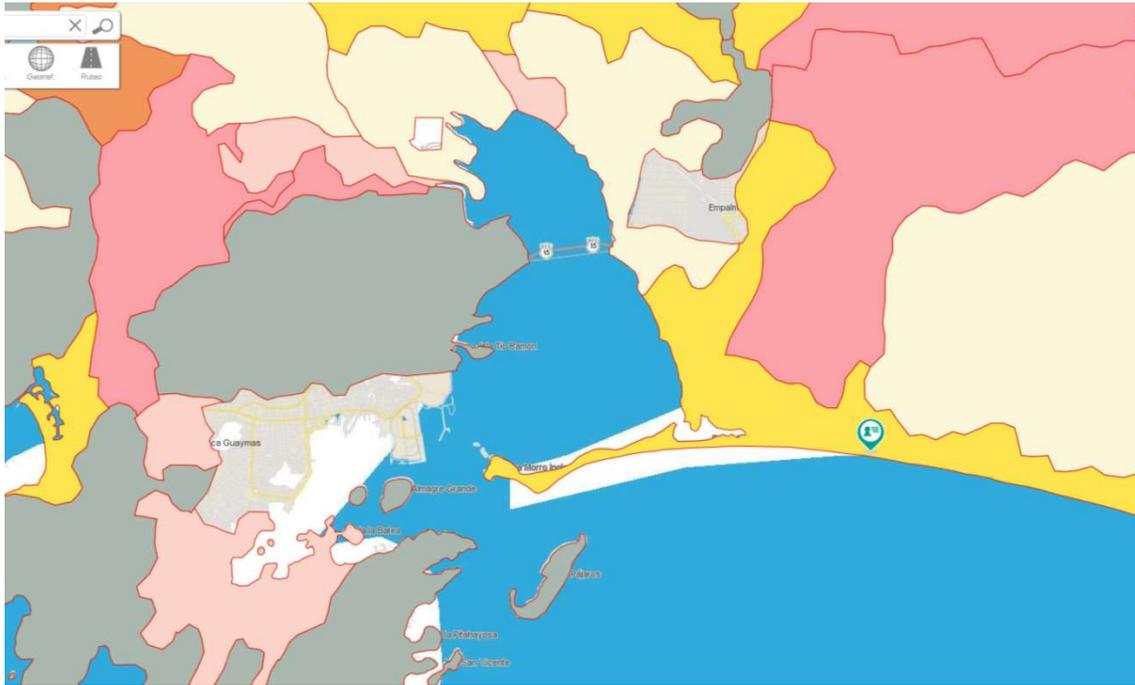


Figura 50. Mapa de Suelos en la Zona de Estudio

d) Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

El área de estudio se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-9, denominada Sonora Sur, correspondiente a la vertiente del Pacífico y a la cuenca del Río Mátape. Esta cuenca tiene como principal escurrimiento al Río Mátape, cuyo cauce o “cajón principal” abarca la parte centro-oeste del municipio. Este río se origina a una altitud de 1,200 msnm cerca del poblado que lleva el mismo nombre, presenta un rumbo general al Sur y al pasar por la presa Punta de Agua (Ignacio Alatorre) ubicada en el Municipio de Guaymas, cambia de nombre a San Marcial. El período de escurrimiento de este río es de Julio a Septiembre, durante el resto del año prácticamente no reporta escurrimientos, salvo aquellos provocados por lluvias temporales en invierno. Se estima que los escurrimientos generados en época de lluvias en verano aportan en promedio 81.6% del total anual.



Figura 51. Mapa de Hidrología



Figura 52. Cuenca del Río Mátape

La porción del valle de Empalme, como se mencionó anteriormente, ha sufrido un levantamiento debido al acarreo de material de arrastre, lo que ha generado que este río haya perdido su capacidad de labrado, dificultando la identificación de un cauce definido, a lo que se le suma la conformación de las zonas agrícolas y sistemas de captación y



control del agua, como bordos y repesos, los que han contribuido a romper la continuidad de dicho escurrimiento.

De acuerdo al análisis de imágenes satelitales, al recorrido de campo y a entrevistas con la población residente en el área, se identificó como cauce principal del Río San Marcial el escurrimiento que corre en dirección suroeste, a partir de la presa Punta de Agua hasta la localidad de Ortíz, área en donde se encuentra el bordo que lleva el mismo nombre.

Posterior a esta barrera para controlar las avenidas de agua, el cauce del Río San Marcial continúa hacia el sur paralelo a la Sierra La Ventana – Santa Úrsula, hasta el bordo Maytorena, para después continuar su trayecto en esta dirección, formando un delta hasta desembocar en el mar. A medida que la llanura abierta que conforma este cauce, se aproxima a la costa, ésta va adquiriendo mayor extensión, hasta desembocar en el área del Estero El Rancho, Estero Cóchore, playas Cochorit y playas del Sol, después de cruzar la Carretera Federal 15 y su libramiento y de atravesar la ciudad de Empalme.

Cabe destacar, que el Río Mátape o San Marcial es el escurrimiento más importante de la región por su aporte hídrico, aspecto que ha sido aprovechado por los campos agropecuarios ubicados en el valle. Para tal fin se tiene en esta cuenca una serie de infraestructura hidráulica que sirve como puntos de captación del agua, así como para brindar protección a dichas zonas productivas, a las localidades rurales y a la estructura urbana de la ciudad de Empalme. Debido a esto, este río presenta una disminución de su fuerza y caudal conforme se aproxima a la costa.

Dentro de la cuenca del Río Mátape también se identifican otras corrientes superficiales de tipo intermitente, muchas de las cuales se infiltran antes de llegar al mar, debido a los suelos de origen aluvial y eólico con alto contenido de arenas característicos del territorio. Entre los más importantes está el Arroyo los Cuates, ubicado en la porción Oeste del municipio, el cual mantiene una dirección paralela a la Sierra Santa Úrsula y La Ventana, cruza el libramiento de la Carretera Federal 15 y pasa entre los cerros Piedra Volada y La Cruz para desembocar en el Estero El Rancho. Este escurrimiento pertenece a la subcuenca hídrica conocida como “Río Mátape-Empalme”, la que abarca el 23.03% de la superficie del municipio.

Otro arroyo importante es el Guaymas, el cual corre de Norte a Sur pasando por la parte central del valle, en la subcuenca también denominada Guaymas, la que abarca la mayor superficie del municipio, equivalente al 59.71%.

También en el municipio se ubica la subcuenca del Arroyo Chicuro, que abarca la porción noreste, equivalente al 9.89% del total del territorio, esta cuenca contiene escurrimientos originados principalmente en la Sierra el Bacatete, los que desembocan en la Bahía de las Guásimas en el Golfo de California.

Un escurrimiento que también se debe tener en cuenta, a pesar de que se localiza fuera del territorio municipal, es el del Arroyo San José, el cual es el principal colector de una serie de escurrimientos generados en el Valle de San José que conforman una gran subcuenca que no cuenta con obras hidráulicas ni para aprovechamiento agrícola, ni para control de avenidas. Debido a esto, los aportes de este arroyo son muy grandes en épocas de lluvias intensas, los cuales al desembocar en el Estero El Rancho, generan

inundaciones en la ciudad de Empalme, principalmente en las zonas costeras, con daños que varían dependiendo de la intensidad de las precipitaciones.

Hidrología subterránea.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), dentro del área de estudio se identifica la zona de explotación de agua subterránea del acuífero del Valle de Guaymas, la que se extiende desde la presa Ignacio Alatorre, abarcando parcialmente al Municipio de Guaymas, hasta la zona costera de Empalme y tiene como principal escurrimiento al Río Mátape o San Marcial. Cabe destacar que este acuífero representa la principal fuente de abastecimiento de la zona productiva agropecuaria del municipio de Empalme y Guaymas, a través del Distrito de Riego 084.

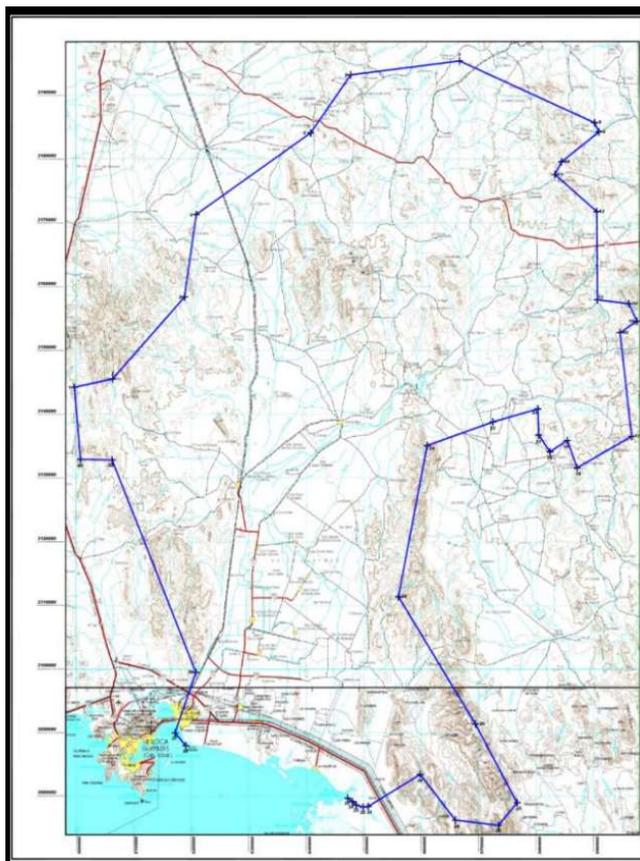


Figura 53. Polígono oficial del acuífero Valle de Guaymas.

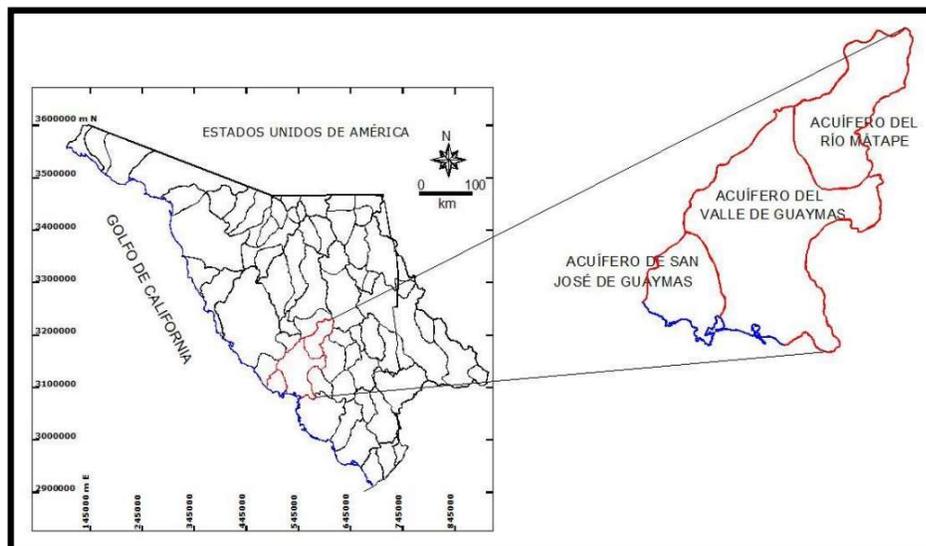


Figura 54. Acuíferos del Río Mátape

Entre las principales problemáticas que presenta este acuífero es el desequilibrio entre las extracciones de volúmenes de agua y la recarga de los acuíferos, lo que ha generado una sobreexplotación y un déficit importante. Las recargas de este manto provienen de retornos de riego (40%), de alimentación subterránea en la parte norte (30%), del acuífero interior (20%) y por infiltración vertical de lluvia (10%), principalmente en la parte alta del valle.

Debido a la sobreexplotación de este acuífero se decretó una veda indefinida para el alumbramiento de aguas del subsuelo el 28 de noviembre de 1956, con una veda adicional para el distrito de riego 084 Valle de Guaymas en 1967, así como una ampliación del área protegida por Decreto Presidencial el 11 de septiembre de 1978. En la actualidad, aun cuando se han disminuido las extracciones en el acuífero, se presenta un descenso en los niveles estáticos.



Figura 5. Condiciones de los Acuíferos de la UTB Guaymas Empalme

ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		Cifras en Millones de Metros cúbicos anuales				
VALLE DE GUAYMAS	100.0	0.0	104.295400	117.4	0.000000	-4.295400

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

Fuente: CONAGUA (2009), Actualizaciones de la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Valle de Guaymas,

Figura 6. Aprovechamiento de los acuíferos por municipio

Municipio	No. De Aprovechamientos	Volumen (Mm ³)
Empalme	221	69,600,154.40
Guaymas	549	52,862,110.60

Fuente: Programa de gestión del agua para la cuenca del río Mátape

Figura 7. Aprovechamientos por uso y por municipio.

	Agrícola		Pecuario		Público Urbano			
	No.	Vol. (Mm ³)	No.	Vol. (Mm ³)	No.	Vol. (Mm ³)		
Empalme	106	68,693,000.00	9	267,001.00	98	524,513.40.		
Guaymas	151	44,540,903.00	84	526,274.35	239	5,139,770.25		
Total	257	113,233,903.00	93	793,275.35	337	5,664,283.65		
	Industrial		Múltiple		Doméstico		Servicios	
	No.	Vol. (Mm ³)	No.	Vol. (Mm ³)	No.	Vol. (Mm ³)	No.	Vol. (Mm ³)
Empalme	1	6,570.00	7	190,070.00				
Guaymas			70	2,650,107.10	3	876.00	2	4,180.00
Total	1	6,570.00	77	2,840,177.10	3	876.00	2	4,180.00

Fuente: Programa de Gestión del agua para la cuenca del río Mátape (Flores, 2008),

La situación del abatimiento de los niveles freáticos y la intrusión salina de algunos acuíferos han puesto en peligro el desarrollo sustentable de la región, amenazando la economía de un importante sector de la población.

Figura 8. Calidad del agua en los acuíferos con intrusión salina

Acuíferos con intrusión salina	Calidad del agua (Sólidos Totales Disueltos)	Subregión	Extracciones (hm ³)	Condición Geohidrológica
Valle de Guaymas	400 - 3,000	Yaqui - Mátape	19	Sobreexplotado

Fuente: Actualización del Diagnóstico Región Hidrológica Administrativa II, Noroeste (2006).

Estos niveles de salinidad rebasan la norma para el agua potable (500 mg/l de STD), con niveles por encima de 1,000 mg/l, sólo se pueden cultivar especies de manejo especial. Esto resulta preocupante para los acuíferos del Valle de Guaymas-Empalme, pues es en éstos donde la intrusión salina avanza con rapidez afectando la fuente principal de abastecimiento.

Otro componente de la cuenca del Río Mátape y de la Región Hídrica 9 es el sistema Empalme, el que se caracteriza por cuerpos costeros muy someros y de muy bajo hidrodinamismo. Éste está integrado por tres zonas: la Bahía de Empalme, el Estero El Rancho y el Estero Cóchorit, con una extensión total de 2,493 Ha. La Bahía de Empalme, también conocida como La Laguna, se comunica con la Bahía Interior y la Bahía Guaymas en su porción Suroeste y tiene una profundidad promedio de 3.6 m. El Estero El rancho es una prolongación de la bahía que se extiende hacia el norte y excepto por algunos canales angostos, casi gran parte del estero queda expuesto durante las mareas más bajas del año. La comunicación entre estos dos cuerpos de agua ha disminuido por la presencia del Puente Douglas, construcción que permite la comunicación terrestre entre Guaymas y Empalme (Carretera Internacional No. 15) y la vía del Ferrocarril del Pacífico (CONAGUA, 2009).

4.2.2 Medio biótico.

a) Vegetación

Vegetación terrestre

A nivel municipal se identifica como cubierta vegetal natural predominante al Mezquital desértico, el que se extiende sobre el 24.01% de la superficie municipal. Este tipo de vegetación es visible en las áreas desocupadas del Valle de Empalme, a excepción de la porción Centro-Sur. En predominancia le sigue la cubierta vegetal denominada Matorral Sarcocaula, la que abarca el 17.42% del territorio y se extiende sobre todas las elevaciones del municipio, como es el caso de la Sierra Santa Úrsula, los Cerros Cruz y Piedra Volada al Oeste y el Cerro Cruz de Piedra, Boca Abierta, Sierra San Francisquito, La Sierrita y otros de elevaciones menores ubicadas al Sureste del municipio.

La cubierta vegetal de interés para el presente estudio, también predominante en el municipio, es la Halófila, la que se encuentra en el 15.83% del territorio. Este tipo de vegetación es identificable a partir de los límites de la zona agrícola de riego hasta el litoral del municipio y presenta manchones intercalados y dispersos de Mezquital y Matorral Desértico Micrófilo, este último tipo de vegetación representa el 9.83% del municipio y también se encuentra en la zona contenida entre el entronque de la carretera F15 y su libramiento y la mancha urbana consolidada de la ciudad de Empalme; así como en la parte Este del municipio, en los alrededores de la Sierra San Francisquito.

Las dos clasificaciones restantes son menos significativas en el territorio, la primera corresponde a los sectores con Vegetación de Dunas Costeras, equivalentes al 0.54% del municipio y que se encuentra concentrada en la Barra del Morro Inglés y en la Península de la Bahía Las Guásimas. La segunda clasificación corresponde a Áreas sin Vegetación Aparente, equivalentes al 0.50% del territorio, ubicadas en porciones intercaladas de la planicie costera del municipio.



Figura 55. Tipos de vegetación en la zona de estudio

Dentro de la vegetación halófila se encuentran los manglares que por su importancia para la conservación ya que son especies protegidas por la ley y para el caso particular del sitio de estudio se encuentran ausentes y aunque se encuentran presentes en las zonas aledañas las distancias entre el sitio del proyecto y los manglares son de 4 km al Norte y 10 Km al Sur como se puede observar a continuación en estos mapas generados por la CONABIO.



Figura 56. Distancias entre el proyecto y vegetación de manglar

El área del presente proyecto queda comprendida dentro de la subdivisión del Desierto Sonorense denominada como Costa Central del Golfo⁶, que en forma inicial fue definida

⁶ Shreve, F.E. y I.L. Wiggins. 1964. Vegetation and Flora of the Sonoran Desert. Stanford University Press. E.U.A.



como desierto sarcocaulés debido a la dominancia bastante común de elementos de tallos suculentos.

Los principales elementos florales de esta subdivisión son arbustos muy espaciados de *Jatropha*, *Euphorbia*, *Fouquieria*, *Larrea tridentata*, y árboles pequeños de *Cercidium*, *Olneya tesota* y *Bursera*.

Para la región circundante al área del proyecto se presentan varios tipos de vegetación entre los que se encuentran: Matorral sarcocaulé/matorral subinerme, Matorral desértico/matorral espinoso y áreas con mezquital que se describen a continuación.

- **Matorral sarcocaulé/matorral subinerme**

Los matorrales sarcocaulé: se caracterizan por ser una comunidad vegetal dominada por arbustos de tallos carnosos, algunos de corteza papirácea. Se presentan sobre terrenos rocosos y suelos delgados. Dentro de éste matorral se encuentran especies como el lomboy (*Jatropha cinerea*), los torotes (*Bursera microphylla* y *B. odorata*).

- **Matorral desértico/matorral espinoso.**

El matorral desértico micrófilo: se caracteriza por elementos arbustivos de hojas pequeñas, que se encuentra generalmente en terrenos aluviales.

Algunas de las plantas más conspicuas de este tipo de vegetación son la gobernadora (*Larrea tridentata*), el hojaseñ (*Flourensia cernua*), hierba del burro (*Franseria dumosa*), uña de gato (*Mimosa spp.*) chaparro prieto (*Acacia spp.*), como principales.

El uso más frecuente de la vegetación es dedicarla a la ganadería, ya que existen muchas especies que el ganado puede ramonear. Frecuentemente en estas zonas, cuando los suelos son buenos, la población se dedica a la agricultura.

En la región circundante al área de estudio se presentan también pequeñas áreas de mezquital, la cual es una comunidad dominada por mezquites (*Prosopis spp.*), especie que desarrolla un fuste bien definido, y que en la mayoría de los casos sobrepasa los 4 metros de altura. Por lo general se desarrolla en suelos profundos, motivo por el cual muchas veces se elimina, para poder dedicar los suelos a la agricultura.

En cuanto al renglón de flora, para la región de Guaymas, Sonora⁷, existen aproximadamente 46 especies de plantas incluidas en 20 familias como se muestra en el anexo listados de flora y fauna.

Vegetación terrestre en la zona del proyecto.

Para la totalidad de la zona en donde se ubica el proyecto se han identificado tres tipos de vegetación con individuos aislados que no representan parches sólidos a excepción de las porciones expuesta y protegida de la duna en donde sí se presentan parches, estos tipos de vegetación son:

⁷ Turner R. M., J.E. Bowers y T. L. Burgess. 1995. Sonoran Desert Plants. An Ecological Atlas. The University of Arizona Press. Tucson Az.

- Dunas
- Pastizales (salitrales)
- Matorral xerófilo (desértico microfilo)

Así mismo se identificaron tres estratos de crecimiento de la vegetación y se dividen Estrato menor a 50 cm con una asociación florística *Jouvea pilosa-Sesuvium portulacastrum*, son las especies dominantes, además se encuentran las siguientes que incluye a humedales:

Allenrolfea occidentalis

Salicornia pacifica

Palafoxia arida

Batis marítima

Atriplex spp

Croton californicus

Batis marítima

Salicornia pacifica

En las áreas abiertas y en la duna se pueden encontrar los pastos salados, *Jouvea pilosa*, *Sporobolus virginicus* y *Distichchlis spp*

En el estrato de 50 cm a 1 m se encontraron las siguientes especies:

Allenrolfea occidentalis

Encelia farinosa

Cylindropuntia fulgida

Tamarix sp

Específicamente en las dunas se identificaron las siguientes especies:

Jouvea pilosa

Sesuvium portulacastrum

Finalmente, en el mayor estrato, de hasta tres metros correspondientes al matorral desértico estuvieron presentes las siguientes especies:

Olneya tesota

Encelia farinosa

Prosopis velutina

Carnegia gigantea

Pachycereus pringlei

Stenocereus thurberii pitahaya

Jatropha cinérea

Stenocereus gummosus

Lycium sp

Vegetación terrestre en el predio del proyecto.

De manera particular para el predio de interés, se realizó el muestreo mediante el método del releve para cuatro estratos de vegetación encontrándose 15 especies de 9 familias, de las cuales 6 son arbustivas, 6 son cactáceas, 2 arbóreas y una herbácea.

Como se lista a continuación:

Tabla 18. Lista de especies vegetales presentes en el predio del proyecto

Familia	Especie	Nombre	Estrato	Estatus de protección
Amaranthaceae	Atriplex sp	Saladillo	Herbácea	
Burseraceae	Bursera microphylla	Torote	Arbórea	
Cactaceae	Carnegia gigantea	Sahuaro	Cactácea	A
	Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	Cactácea	
	Lophocereus shootii	Cina	Cactácea	
	Mammillaria grahamii	Cabeza de viejo	Cactácea	
	Opuntia fulgida	Choya	Cactácea	
	Opuntia thurberi	Sibiri	Cactácea	
Celastraceae	Maytenus phyllantoides	Mangle dulce	Arbustiva	
Chenopodiaceae	Suaeda maritima	Suaeda	Arbustiva	
Euphorbiaceae	Jatropha cordata	Jatropa	Arbustiva	
Fabaceae	Acacia cochliacantha	Acacia	Arbustiva	
	Prosopis juliflora	Mezquite	Arbórea	
Leguminosae	Caesalpinia palmeri	Palo piojo	Arbustiva	
Solanaceae	Lycium andersonii	Lycium	Arbustiva	

A continuación, se presentan imágenes de la vegetación en el predio del proyecto:

- **Dunas.**



Figura 57. Zona expuesta de la duna (barlovento)



Figura 58. Zona protegida (sotavento)



Figura 59. Cresta de la duna (sin vegetación aparente)

- **Pastizales (salitrales).**



Figura 60. Salitrales, lavados por efecto del huracán Newton (septiembre de 2016).



Figura 61. Matorral xerófilo, al este de la zona del proyecto.



Figura 62. Vista norte-sur donde se ubicará la planta desaladora dentro del predio Sitio 2.



Figura 63. Otra vista norte-sur donde se ubicará la planta desaladora dentro del predio Sitio 2.



Figura 64. Otra vista norte-sur donde se ubicará la planta desaladora dentro del predio Sitio 2.



Figura 65. Vista este-oeste donde se ubicará la planta desaladora dentro del predio Sitio 2.

Vegetación acuática

De acuerdo a los trabajos de campo que consistieron en una prospección submarina en dos transectos perpendiculares a la línea de playa No se encontraron praderas de pastos marinos ni mantos de sargazos de los cuales la CONABIO⁸ reporta a aproximadamente 15 km del sitio del proyecto en el corredor pesquero Bahía Guasimas-Estero Lobos al cual identifica como sitio prioritario con bosque de macroalgas (*Sargassum sinicola*).

En el sitio del proyecto los resultados de la prospección detectaron organismos aislados vegetales que de ninguna manera representan una comunidad vegetal, por otro lado, no se pudieron identificar debido a que se encontraron en proceso de decaimiento, como se muestra a continuación:

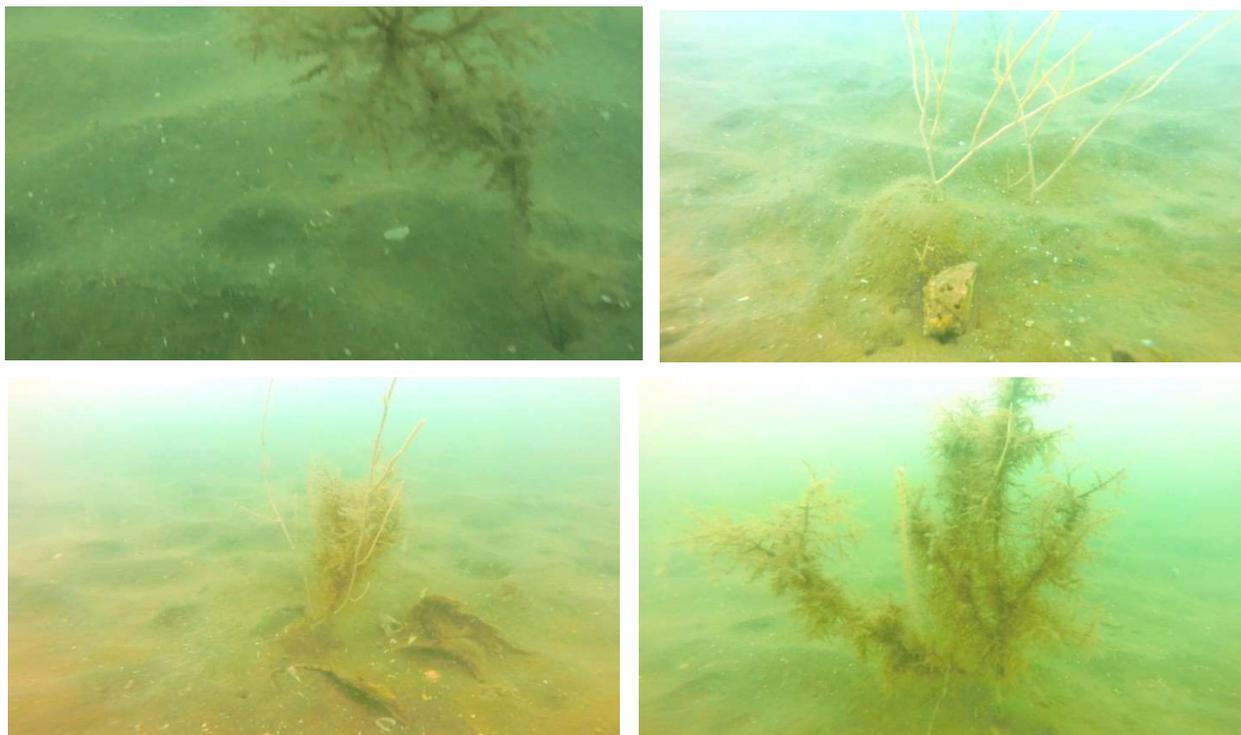


Figura 66. Vegetación no identificada y aislada probablemente *Jania sp.*

b) Fauna.

Fauna terrestre

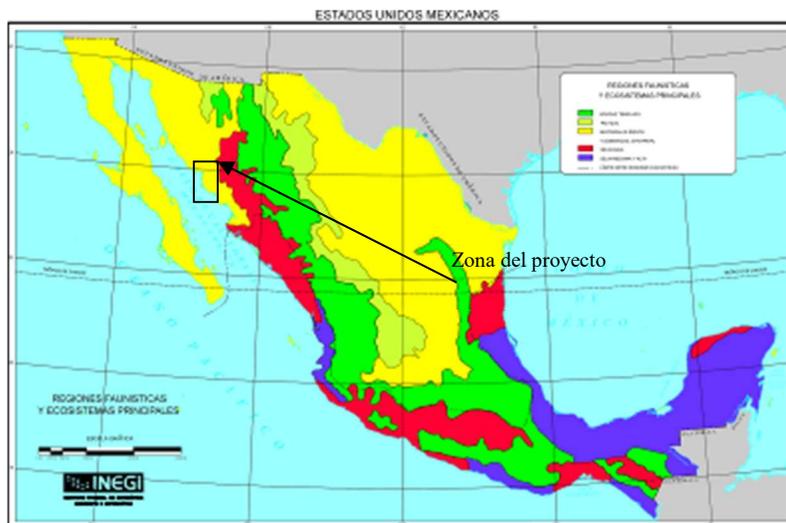
De acuerdo al mapa de regiones faunísticas y ecosistemas principales del INEGI, la zona del proyecto se encuentra completamente dentro de la región neártica.

⁸ http://www.conabio.gob.mx/gap/images/3/30/23_Corredor_Pesquero_Guasimas_Lobos.pdf

La región neártica abarca la mayor parte de Norteamérica, incluso las zonas áridas y semiáridas de los Estados Unidos y el centro y norte de México, así como las zonas templadas y frías de las sierras Madre Oriental y Occidental; y las sierras volcánicas del centro del país.

Los principales ecosistemas a los cuales se asocia la fauna en la zona son Matorrales desérticos, chaparral, pastizal y matorrales semiáridos.

Algunas especies características de la zona neártica son Oso Negro (*Ursus americanus*), Tejón de Norteamérica (*Taxidea taxus*), Lince (*Lynx sp.*), Lobo (*Canis lupus*), Venado Cola Negra o Bura (*Odocoileus hemionus*), Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis*), Berrendo (*Antilocapra americana*), Rata Canguro (*Dipodomys spp.*), Perro de la Pradera (*Geomys spp.*), Correcaminos (*Geococcyx spp.*), Camaleón o Tepayatzin (*Phrynosoma spp.*).



Por lo que toca al municipio de Empalme, donde se ubica el proyecto, el gobierno municipal indica que están presentes las siguientes especies: sapo, sapo toro, tortuga del desierto, perrita, cachora, porohui, camaleón, achorón, huico, coralillo, chicotera, víbora de cascabel, venado cola blanca, berrendo, puma, lince, jabalí, mapache, tejón, liebre, conejo, zorra gris, tlacuache, ardilla, zorrillo manchado, juancito, ratón de campo, rata cerdosa algodонера, tórtola, churea, lechuza, tecolote, tecolotito, carpintero veloso, cuervo cardenal, tordo negro, tordo ojos amarillos, aura, halcón negro, gavián negro, gavián gris, aguililla cola roja, halcón pollero y guilota.

Anfibios y Reptiles

En el área existe una especie de anfibio, el sapo toro *Bufo alvarios* y son comunes las siguientes especies de reptiles: huicos *Cnemidophorus sonora* y *C. inornatus*, cachoras *Uma notata* y *Uta stansburiana* (A), camaleón *Phrynosoma ditmarsii*, culebras nocturnas *Hypsiglena torquata* y *H. tanzeri*; la chirrionera o chicotera *Masticophis flagellum*, víbora sorda y coralillo Elopidae, víboras de cascabel *Crotalus scutulatus* y víbora alicante *Pituophis melanoleucus*.

Aves

Las especies de aves más comunes son: zopilote *Cathartes aura*, cuervo *Corvus corax*, lechuza *Tyto alba*, correcaminos o churea *Geococcyx californicus*, tapacaminos *Chordeiles minor*, paloma de alas blancas *Zenaida asiatica*, *Zenaida macroaura*, *Columba flavirostris*, gorrión doméstico *Passer domesticus*, tórtola *Columbina inca*, tecolote cornudo *Bubo virginianus*, codorniz *Callipepla gambelii*, halcón cola-roja *Buteo jamaicensis*, quelele *Polyborus plancus*, halcón peregrino *Falco peregrinus*, gorrión



común *Carpodacus mexicanus*, pájaro carpintero *Melanerpes uropygialis* y cardenal *Cardinalis cardinalis*.

De las especies de aves registradas, tres están incluidas en alguna de las categorías establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial; ellas son, el halcón peregrino (amenazada), el búho carnudo (amenazada) y el halcón cola roja (protección especial).

Mamíferos

Se encuentran roedores, tales como: ratones *Perognatus penicillatus*, *P. baileyi*, *P. permix* y *Peromyscus eremicus*; ardilla *Citellus teritecandus*, juancitos *Ammodontomys harrisi* y *Neotoma varia*, ratas de campo *Neotoma lepida* y *N. Albigola*. También se encuentran murciélagos *Leptonycteris samborni*, *Myotis vives* y *Macrotus californicus*; liebre *Lepus alleni*, conejo *Sylvilagus audobonii*, zorrillo *Spilogale putorius* y coyote *Canis latran*.

Fauna Acuática

En el caso de la fauna de los mares mexicanos, se distinguen tres grandes regiones:

- a) la zona del Golfo de México y el Caribe, con amplias plataformas continentales, aguas cálidas y abundantes arrecifes de coral;
- b) la del Pacífico Sur, de aguas profundas y cálidas; y
- c) la del Pacífico Norte y el Golfo de California, de aguas frías.

Las dos primeras son bastante similares entre sí, salvo por la existencia en el Golfo de una proporción mayor de especies asociadas a los ecosistemas de arrecife y plataforma. En ambas el número de especies es muy grande, aunque los individuos no son muy abundantes en cada caso.

La región del Pacífico Norte y Golfo de California es, por el contrario, menos abundante en especies y más abundante en número de individuos. A esta región llegan especies migratorias como la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y en sus costas viven los leones marinos (*Zalophus californianus*).

De acuerdo a Juan P. Gallo⁹, las 19 diferentes especies de mamíferos marinos que ocurren en el área del Golfo de California cercana a la ciudad y Ppuerto de Guaymas (Fig. 66) se encuentran distribuidas de acuerdo a factores oceanográficos y a la topografía del fondo. Dentro de los primeros se encuentran las zonas de surgencia de aguas frías de las zonas profundas más allá de la plataforma continental y que por efecto de los vientos dominantes durante el invierno y la primavera se presentan enfrente de Guaymas, fertilizando la zona marina y promoviendo una gran productividad primaria que se traduce en abundancia de plancton el cual a su vez es utilizado por la trama alimenticia

⁹ [Http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/pelagicos/MamMarinosDrJPabloGallo_2003.pdf](http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/pelagicos/MamMarinosDrJPabloGallo_2003.pdf)

incluyendo a las ballenas filtradoras o misticetos, hasta llegar a los grandes depredadores como los delfines y los cachalotes.

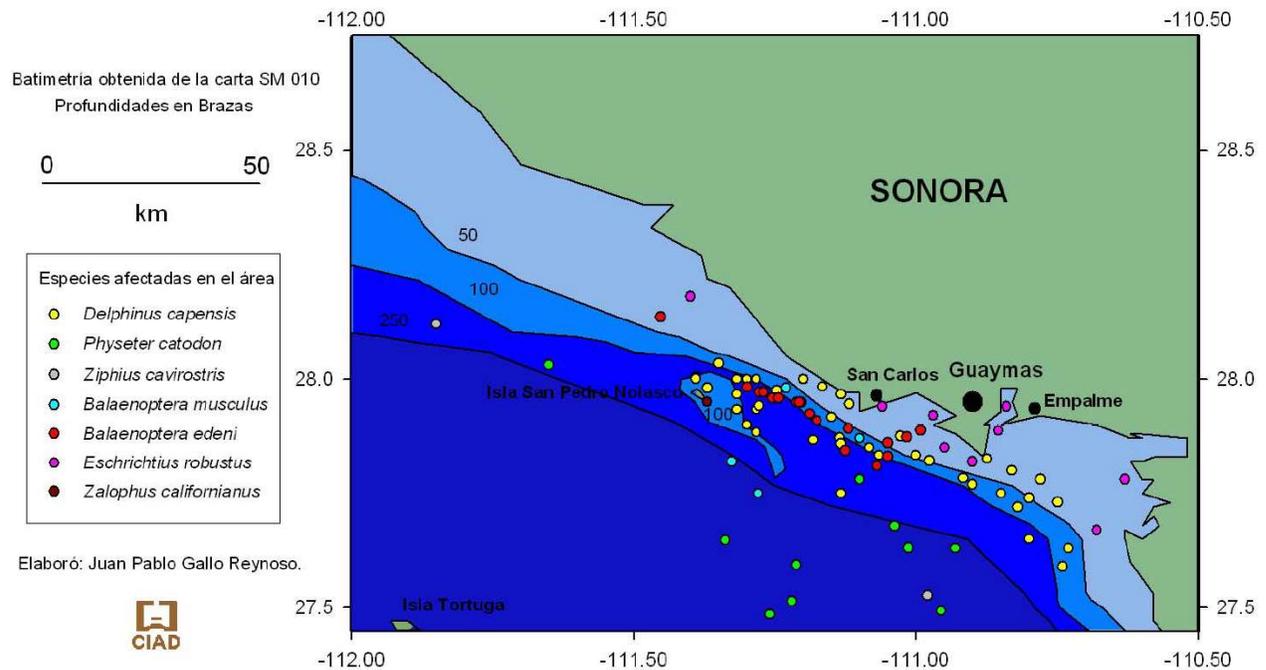


Figura 67. Distribución de las diferentes especies de mamíferos marinos en la zona de Guaymas. (fuente: J.P. Gallo, 2003)

Otras especies como la ballena de aleta, las toninas y el delfín común se distribuyen cerca de la costa, por lo general sobre la plataforma continental ya que es la zona en donde suceden las surgencias y hay una gran abundancia de alimento en la forma de grandes agrupaciones de eufáusidos, bancos de anchoveta y sardina y la mayoría de los peces costeros.

Tabla 19. Lista de mamíferos marinos en las cercanías de Guaymas (zona de estudio)

Familia	Especie	Nombre común	Hábitat		
			Costero	Pelágico	Isla
ESCHRICHTIIDAE	<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris			
	<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena sardinera			
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorcual común			
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul			
	BALANOPTERIDAE	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada		
PHYSETERIDAE	<i>Physeter catodon</i>	Cachalote			
	<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano			
	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo			
ORCININAE	<i>Orcinus orca</i>	Orca			
DELPHINIDAE	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderón de aletas cortas			
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca			



	<i>Feresa attenuata</i>	orca pigmea			
	<i>Grampus griseus</i>	Delfín gris			
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Delfín gris			
	<i>Steno bredanensis</i>	Delfín dientes rugosos			
	<i>Tursiops truncatus</i>	Tonina delfín nariz de botella			
	<i>Delphinus capensis</i>	Delfín comun			
ZIPHIDAE	<i>Mesoplodon peruvianus</i>	Zifio menor			
OTARIIDAE	<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino de California			

Por último, algunas especies se distribuyen en la zona en donde la plataforma continental se hunde formando el talud continental, en esta zona es típico encontrar a los cachalotes, los cachalotes enanos y pigmeos, las ballenas picudas y otras especies que se especializan en peces de aguas profundas y calamar.

Dentro de las especies que viven en la zona pelágica se encuentra el lobo marino de California que habita por lo general en las islas del Golfo de California. Actualmente la población de esta especie se encuentra en alrededor de los 20,000 individuos pero se distribuye en lugares distantes unos de otros. La colonia reproductora de lobo marino en la Isla San Pedro Nolasco, que se encuentra 17 millas al NW de San Carlos tiene una población promedio de 721 individuos, produciendo hasta 165 crías al año. Los lobos marinos se encuentran todo el año en la isla con la excepción de los machos adultos y subadultos los cuales abandonan las loberas después de la temporada de reproducción (Mayo-Agosto), para volver a ella al año siguiente, en cambio las hembras permanecen todo el año en la colonia reproductora, solamente salen a viajes cortos en las cercanías de la isla para alimentarse y producir la leche para sus crías.

De acuerdo a lo anterior son nueve las especies costeras de interés para el presente estudio, sin embargo, de acuerdo a los resultados de 6 monitoreos de mamíferos marinos, indicaron la observación de una sola familia de delfines compuesta por entre 12 y 18 delfines de la especie *Tursiops truncatus*; al parecer es una familia residente; se le observo alimentándose de un banco de sardinas en las cercanías de la playa Cochórit.





Figura 68. Primer Monitoreo de Mamíferos Marinos





Figura 69. Segundo Monitoreo de Mamíferos Marinos

Otra fauna acuática registrada se compone de 26 especies de peces como *Mugil cephalus*, *Eucinostomus entomela*, *Calamus brachysomus*, *Lutjanus jordan*, *Centropomus nigrescens* y *Cheilotrema sp* (Vicencio, 1979). Ninguna posee categoría de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Entre la fauna bentónica de importancia económica para las comunidades pesqueras de la región se encuentran los camarones peneidos (*Litopenaeus vanamei* y *Litopenaeus stylirostris*), entre los cangrejos las jaibas (*Callinectes sp.*) y entre los moluscos están los ostiones (*Crassostrea sp.*) y la pata de mula (*Anadara tuberculosa*).

Fauna bentónica

Específicamente en el área del proyecto, para determinar la fauna bentónica que pudiera ser afectada por el proyecto respecto de la colocación del tubo emisor se llevó a cabo una caracterización que consistió en la evaluación de dos sitios comparativos, el primero de ellos frente a la localidad Cochórit (sitio 1) y el segundo frente al predio del proyecto (sitio

2), la distancia entre ambos sitios es de aproximadamente tres kilómetros como se describe a continuación.

- **Sitio 1**

En cuanto al sitio 1, se ubica en la localidad Cochórit en la zona litoral del Municipio de Empalme en un predio de 34 Ha cuyas coordenadas centrales son las siguientes: 521,971.00 E y 3,088,583 N.

- **Sitio 2**

El sitio 2, definitivo, se encuentra entre las Playas Cochórit y del Sol en la misma zona litoral del Municipio de Empalme a aproximadamente 3.0 km al este del sitio 1, en línea recta, y se accede actualmente por un camino de terracería de aproximadamente 4.5 Km, en el futuro el acceso será por medio de un camino de aproximadamente 3.75 Km a partir de la carretera Federal 15 tramo Guaymas-Ciudad Obregón, se trata de un predio de 20 Ha cuyas coordenadas centrales son las siguientes: 525,348.00 E y 3,087,813 N.

Lo anterior se muestra en la siguiente figura:



Figura 70. Ubicación de los sitios de caracterización

- **Tipo de sustrato**

En su totalidad, la revisión de los videos y fotografías del fondo marino arrojaron como resultado un solo tipo de fondo marino compuesto por arenas con abundante contenido de conchas de moluscos en proceso de desintegración y sin la presencia de un componente biótico abundante que pudiera definir la dominancia de algún grupo biológico, por lo anterior se consideran como fondos marinos desérticos con escasa presencia de moluscos y organismos aislados de vegetación sumergida.



Lo anterior se confirma al obtener los resultados de composición del sustrato en donde los valores de materia orgánica y carbonatos son realmente bajos con un porcentaje de entre 0.73 y 0.95 para el primer caso y de entre 6.84 y 9.24 en el segundo.

Por otro lado, el tipo de fondo, en su totalidad, es franco-arenoso con contenidos de arena nunca menores al 75.47%, aumentando los valores de limos y arcillas en la zona más cercana a la playa para el sitio 1 y al contrario en el sitio 2, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20. Caracterización del Sustrato

Sitio	Muestra	Origen	% Limo	% Arena	% Arcilla	M.O. %	Carbonatos %	Textura
1	-5 m	Cochórit	15.15	75.47	9.38	0.85	7.62	Arena franca
	-10 m	Cochórit	5.35	84.67	9.99	0.95	8.83	Arena franca
2	-5 m	Del Sol	8.27	89.32	2.41	0.73	6.84	Arena franca
	-10 m	Del Sol	4.37	82.47	13.16	0.94	9.24	Arena franca

- **Caracterización de asociaciones bentónicas**

- **Macrobentos.**

Los resultados se determinan con base en un esfuerzo de muestreo de 3.0 km por 5.0 m de ancho por lo que la superficie muestreada es de 1,500 m² identificándose hasta el taxón posible los organismos presentes, dividiéndose los transectos en someros entre la cota -0.50 m y hasta 5.0 m, y profundos entre la cota -6.0 m y hasta los 12.5 m aproximadamente.

La zona de playa y marina adyacente es una prolongación de la plataforma continental, razón por la cual presenta una escasa pendiente y las profundidades mayores a -10 m se encuentran tan alejadas como 3.0 km de la zona de rompientes.

Los resultados de la revisión de los videos (videos anexos) indicaron la siguiente identificación taxonómica:

Tabla 21. Listado taxonómico moluscos

Familia	Genero	Especie	Nombre Común	Nombre Ingles	Sitio 1	Sitio 2
VENERIDAE	<i>Megapitaria</i>	<i>squallida</i>	Almeja chocolate prieta	Squalid callista	X	X
		<i>aurantiaca</i>	Almeja chocolate roja	Golden callista		X
MURICIDAE	<i>Hexaples</i>	<i>nigrinus</i>	Caracol chino	Black murex	X	X
PINNIDAE	<i>Pinna</i>	<i>rugosa</i>	Callo de hacha	Pen Shell	X	X
CONIDAE	<i>Conus</i>	<i>sp1</i>	Conito		X	X
		<i>sp2</i>	Conito		X	X

Tabla 22. Listado taxonómico crustáceos

Familia	Género	Especie	Nombre común	Nombre Ingles	Sitio 1	Sitio 2
Portunidae	<i>Callinectes</i>	<i>arcuatus</i>	Jaiba azul	Arched swimming crab	X	X
	<i>Callinectes</i>	<i>bellicosus</i>	Jaiba café	Warrior swimming crab		X



Diogenidae	<i>Calcinus</i>	sp	Cangrejo ermitaño	Hermit crab	X	X
------------	-----------------	----	-------------------	-------------	---	---

Tabla 23. Listado taxonómico peces

Familia	Genero	Especie	Nombre Común	Nombre Ingles	Sitio 1	Sitio 2
SERRANIDAE	<i>Paralabrax</i>	<i>humeralis</i>	Baqueta	Peruvian rock seabass	X	X
	<i>Diplectrum</i>	<i>pacificum</i>	Cabicucho	Inshore sand perch		X
CLUPEIDAE	<i>Ophistonema</i>	<i>bulleri</i>	Sardina	Slender thread herring	X	
HAEMULIDAE	<i>Haemulopsis</i>	<i>leuciscus</i>	Roncacho	White grunt	X	X
CHANIDAE	<i>Chanos</i>	<i>chanos</i>	Sabalote	Milk fish		X

Por otro lado, la abundancia se registró en un total de 224 organismos contados, de los cuales 83 correspondieron al sitio 1 y 141 al sitio 2, corresponden a 3 grupos funcionales en donde los moluscos aportaron un total de 84 organismos o el 37.5%, el de crustáceos 13 organismos para aportar el 5.8% y finalmente, el grupo de peces con 127 organismos y el 56.7%, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 24. Abundancia por grupo taxonómico y especie

Nombre Común	Sitio 1	Sitio 2	Total	Abundancia relativa	Abundancia absoluta
Moluscos					
Almeja chocolate prieta	6	25	31	24.4%	13.8%
Almeja chocolate roja	2		2	1.6%	0.9%
Caracol chino	6	14	20	15.7%	8.9%
Callo de hacha	1	5	6	4.7%	2.7%
Conito	22	31	53	41.7%	23.7%
Conito	6	9	15	11.8%	6.7%
Subtotal moluscos	43	84	127	100.0%	56.7%
Crustáceos					
Jaiba azul	2	6	8	61.5%	3.6%
Jaiba café	0	2	2	15.4%	0.9%
Cangrejo ermitaño	2	1	3	23.1%	1.3%
Subtotal crustáceos	4	9	13	100.0%	5.8%
Peces					
Baqueta	3	1	4	4.8%	1.8%
Cabicucho	6	5	11	13.1%	4.9%
Sardina	25	38	63	75.0%	28.1%
Roncacho	2	1	3	3.6%	1.3%
Sabalote	0	3	3	3.6%	1.3%
Subtotal peces	36	48	84	100.0%	37.5%
Total	83	141	224		100.0%

Para conocer los indicadores ecológicos de los datos muestreados se utilizó el software PAST¹⁰ con los siguientes resultados:

Tabla 25. Indicadores de diversidad

Indicador	Total	Sitio 1	Sitio 2	Definición	Valor de referencia
Taxa_S	14	12	13		
Individuals	224	83	141	Riqueza	
Dominance_D (1-Simpson)	0.1721	0.1857	0.1715	probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie	0 = todos los taxos están igualmente presentes 1= un taxón domina la comunidad completamente
Simpson_ (1-D)	0.8279	0.8143	0.8285	mide la equidad de la comunidad	de 0 a 1
Shannon_H	2.062	2.005	2.017	índice de diversidad que toma en cuenta tanto el número de individuos como el número de taxa	0-5
Margalef	2.402	2.489	2.425	estima la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.	Valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad.

○ **Meiobentos**

Se observó cuando menos tres grandes grupos de organismos que fueron moluscos, foraminíferos y poliquetos, siendo estos últimos los más abundantes y conspicuos.

En particular, los poliquetos fueron contados e identificados, hasta nivel de familia mediante las claves de Fauchald¹¹ (1977). La abundancia fue expresada en términos de densidad, como número de individuos por metro cuadrado. El valor de densidad se estimó

¹⁰ Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

¹¹ Kristian Fauchald. 1977. THE POLYCHAETE WORMS Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series 28. 198 pp.

por regla de tres, considerando la superficie muestreada y el número de individuos recolectados resultando en lo siguiente:

Tabla 26. Densidad de organismos por muestra

ESTACION	DENSIDAD Ind/m ²
Sitio 1 Muestra 1	8.30
Sitio 1 Muestra 2	11.50
Sitio 2 Muestra 1	10.80
Sitio 2 Muestra 2	27.10

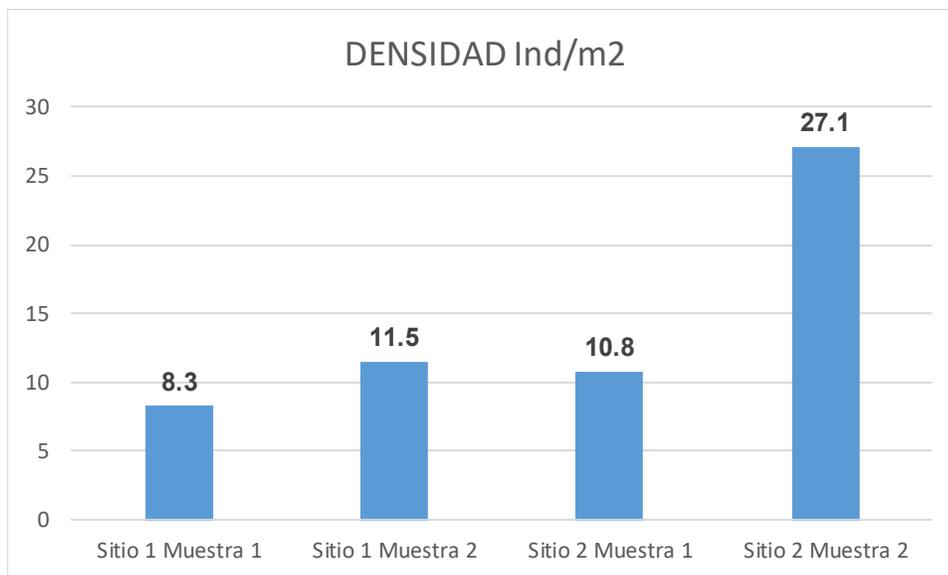


Gráfico 4. Densidad de individuos/estación/m².

Los trabajos de identificación seleccionaron por grandes grupos con lo cual se puede asegurar que la biodiversidad en la zona de estudio esta sostenida por el grupo de los poliquetos y a continuación los moluscos, dentro de estos grupos no se observaron especies relevantes o de interés para la conservación por lo que de acuerdo a sus formas reproductivas y de ciclo de vida, estos organismos encuentran como hábitat el espacio intersticial del fondo marino situación que será reproducida aun con el tendido de la tubería y no representa un impacto adverso significativo para las poblaciones de organismos presentes en la zona de estudio.

La definición del paisaje presenta serias dificultades técnicas puesto que en la mayoría de las metodologías utilizadas se incluye un factor subjetivo o de apreciación que introduce un fuerte sesgo en la evaluación del paisaje, por otro lado la integración o evaluación del paisaje involucra elaborados métodos matriciales y cartográficos que abarcan amplias áreas, sin embargo en el presente caso el ecosistema de interés está perfectamente definido por tratarse de humedales en donde la vegetación específica aunada a áreas de inundación e intercambio de masas de agua continentales y marinas delimitan la zona en donde los diferentes componentes ambientales integran la unidad paisajística principal y permite diferenciarla claramente de las colindantes, por lo anterior



el análisis presentado se realiza con base en la micro localización del sitio ya que el análisis de los componentes geológicos, litológicos y topográficos son relativamente homogéneos y los puntos geográficos en donde se presenta la inflexión o cambio se encuentran distantes del proyecto analizado, cabe aclarar que, como es de esperarse, muchos de los componentes que intervienen en la sustentabilidad o fragilidad del paisaje se encuentran precisamente en la parte alta de la cuenca paisajística, sin embargo, su análisis escapa a los alcances del presente estudio.

En este sentido, se identifican cuatro unidades paisajísticas, en orden de importancia creciente la primera de ellas es la unidad terrestre sus componentes son:

- Praderas de matorral espinoso con amplias áreas sin cobertura aparente de vegetación y residuos de sales por inundación y posterior evaporación de agua marina que deja los salitrales.
- Área de aguas abiertas del Golfo de California con apreciación de diferentes colores de las masas de agua diferenciándose en cercanías de la playa y al interior del Golfo de California.

4.2.3 Paisaje

El análisis del paisaje clasifica de manera sistematizada los elementos geológicos, geomorfológicos, edafológicos y de la cobertura vegetal, así como el uso de suelo que caracterizan las diferentes unidades de paisaje. La evaluación del paisaje se basa en características subjetivas (Pascual *et al.* 2001) calificando *la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad*, de cada una de las unidades ambientales encontradas al interior del predio que se modificará, así como del entorno inmediato (zona de influencia del proyecto). Estas tres características subjetivas son evaluadas para considerar como podrían ser afectadas por la operación del proyecto.

- *Visibilidad*

La visibilidad con mayor valor paisajístico es de tierra-mar, caracterizada esta zona como un paisaje costero con una amplia llanura semidesértica constituida por matorrales lo que le otorga una amplia visibilidad hacia el mar.

Esta visibilidad crea un escenario de valor paisajístico alto, debido a que el terreno presenta una baja densidad de vegetación y de pendiente suave hacia la costa.

Su visibilidad es alta ya que se pueden apreciar la mayoría de estas características desde cualquier punto en esta zona, mientras que la calidad visual del entorno inmediato varía para cada una de los componentes listados siendo los que le otorgan la elevada calidad paisajística ya que el fondo escénico está conformado por las grandes masas de agua marina y la Bahía de Guaymas, hacia el oeste, el paisaje está dominado por la localidad portuaria Guaymas en donde el paisaje es predominantemente urbano.

- *Calidad paisajística*

Esta visibilidad crea un escenario de valor paisajístico alto, debido a que el terreno presenta una baja densidad de vegetación y de pendiente suave hacia la costa.

La calidad paisajística se enmarca en el escenario de faldas de cerros, la amplitud del cauce de las escorrentías menores y los parches de vegetación.

El suelo presenta gran transformación por actividad humana.

Finalmente, y más importante, la tercera unidad paisajística se trata de las aguas abiertas del Golfo de California cuyos componentes principales son:

- El cuerpo de agua oceánico
- La diversidad faunística, principalmente aves y reptiles
- Grandes masas de agua cuyo abanico cromático cambia en ciclos diarios y estacionales por influencia del movimiento de mareas y de la temporada de lluvias.
- *Fragilidad*

La fragilidad es la susceptibilidad del ambiente de ser transformado por elementos naturales o humanos, sobre todo transformaciones significativas y permanentes. El sitio donde se realizarán las obras portuarias pesqueras está deteriorado por las actividades antropogénicas principalmente la mancha urbana.

Analizando el contexto general del sistema paisajístico, se concluye que actualmente existe una alta afectación debido a las actividades humanas.

4.2.4 Medio socioeconómico.

Antecedentes

De acuerdo con la Comisión Estatal de Agua del Estado de Sonora (CAE Sonora), la zona de influencia del proyecto son las ciudades de Guaymas y Empalme, localizados en el Estado Sur del Estado de Sonora.

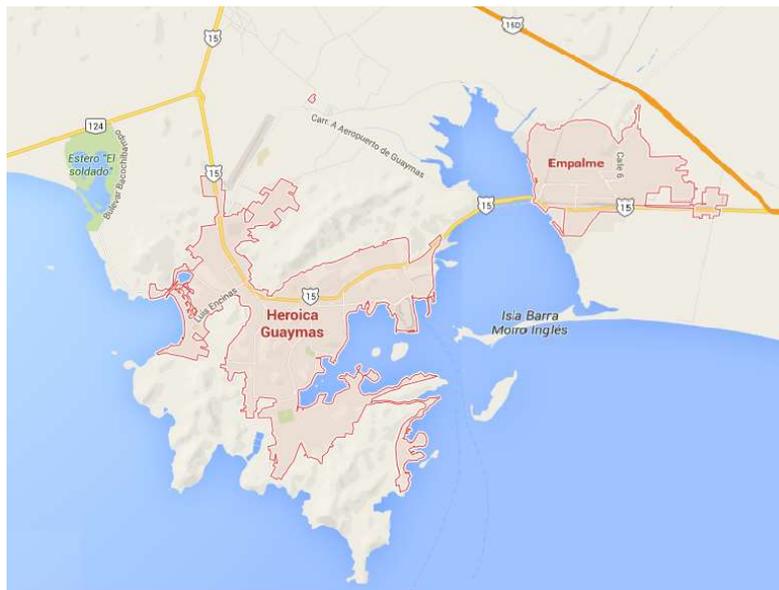


Figura 71. Mapa de localización del municipio de Guaymas y Empalme.

Municipio de Guaymas

Guaymas está localizado a 117 Km al Sur de Hermosillo, capital del Estado de Sonora. Cuenta con 175 kilómetros de litoral donde se forman bahías importantes como la de Guaymas, Lobos, San Carlos y la Herradura, por ello la pesca es la actividad más importante y principal fuente de ingresos, se realiza el 70% de la producción pesquera total estatal, siendo las principales especies capturadas, la sardina, el camarón y el calamar.

La agricultura en Guaymas se desarrolla en una superficie total de 42,291 hectáreas de las cuales 22,000 hectáreas se ubican en las comunidades Yaquis y el valle de Guaymas cuenta con 17,296 hectáreas de riego y 2,995 hectáreas de humedad o temporal. Los principales cultivos son: trigo, soya, cártamo, maíz, algodón y algunas hortalizas y frutales como la calabaza y la sandía.

La industria manufacturera de producción de alimentos de origen pesquero, tanto para consumo humano como animal, sobresale como la principal rama de actividad. Así mismo, el Puerto de Guaymas ha tenido un importante crecimiento en el sector maquilador del ramo aeroespacial ubicando a Sonora como el tercer mayor proveedor para dicha industria, al igual que la industria aeroespacial también la región ha tenido un importante crecimiento en inversión automotriz y médica, por su cercanía con la frontera Guaymas se ha convertido en un lugar muy atractivo para la inversión extranjera en los últimos años

La zona turística de playa, se ubica al noroeste del puerto, siendo la región de la Bahía de San Carlos (México) y sus alrededores y en menor medida la Bahía de Bacochibampo o Miramar. Además tiene algunos atractivos arquitectónicos como el Templo del Sagrado Corazón, Iglesia de San Fernando (siglo XIX), Plaza de los Tres Presidentes, la Plaza de Armas, el antiguo Banco de Sonora, el monumento al pescador, monumento a Benito Juárez, el Palacio Municipal, entre otros. Entre los atractivos ecoturísticos se encuentran las reservas Estero del Soldado, Isla San Pedro Nolasco, Cajón del Diablo y Cañón de Nacapule con especies endémicas.

Municipio de Empalme

El municipio se localiza en la porción sureste del Estado de Sonora y tiene una altura sobre el nivel del mar de 3,5 msnm. Posee 708,53 kilómetros cuadrados, que representa 0.32 por ciento del total estatal y el 0.04 por ciento con relación al nacional además de una densidad de población de 70,55 habitantes por kilómetro cuadrado, muy superior a la densidad media del estado. Las localidades más importantes además de la cabecera, son: José María Morelos y Pavón, La Palma, Santa María, Maytorena y Mi Patria es Primero.

El municipio de Empalme tiene un clima muy seco, muy cálido, con una temperatura media máxima de 29 grados centígrados en agosto y septiembre y una media mínima de 17° en enero y febrero.

Las principales actividades económicas son agricultura, ganadería, industria, pesca y comercio.

Agricultura: la superficie agrícola está destinada principalmente a la producción de trigo, cártamo, melón, sandía, pepino y calabacita. La infraestructura hidráulica se integra con pozos y canales de riego.

Ganadería: este municipio posee una población animal de 9,683 cabezas de ganado bovino, 840 cabezas de porcinos, 474 cabezas de equinos, 780 cabezas de caprinos, diversas aves y 876 cabezas de ganado ovino.

Industria: con aproximadamente 65 establecimientos, entre pequeña y mediana industria, con características de empresa de tipo familiar. Existen dos parques industriales en Empalme en los cuales se ubican 26 empresas, que incluyen al grupo de maquilas Teta Kawi que se ha convertido en la principal fuente de empleo en el municipio, con 10,443 puestos de trabajo, hasta septiembre del 2000.

Pesca: cuenta con 2 tramos de litoral, el primero corresponde al estero el Rancho y el segundo ocupado por las playas del Cochorit y las playas del Sol. Las principales especies marinas que se capturan son camarón, cabrilla, tiburón, lisa, jaiba, callo de hacha, pulpo y medusa bola de cañón.

a) Demografía

Población

De acuerdo con las estimaciones realizadas por parte del Consejo Nacional de Población (CONAPO), para 2016 la población de las localidades de Guaymas y Empalme es de 225,664 habitantes.

Tabla 27. Estimaciones de población 2011-2015

Población Guaymas	2010*	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Heroica Guaymas	149,299	155,243	157,655	159,986	162,254	164,465	166,627
Empalme	54,131	55,895	56,476	57,087	57,722	58,374	59,037
Total	203,430	211,138	214,131	217,074	219,977	222,839	225,664

Fuente: *2010 XII censo de INEGI, 2011-2016 Estimaciones de población del CONAPO 2010-2030.

Lo anterior es una estimación por lo que de acuerdo a los datos del XII Censo General de Población y Vivienda del 2010 realizado por el INEGI los municipios de interés están poblados por un total de 203,430 habitantes lo que representaba en ese año el 7.64% del total del Estado de Sonora.

De esta manera el municipio de Guaymas contribuye con el 73.39% y el de Empalme con el 26.61% restante, con una participación por genero de aproximadamente el 50% para hombres y mujeres.

En cuanto a la población de interés para el presente estudio, en las dos localidades (Guaymas y Empalme) para el 2010 estuvieron habitadas por un total de 156,318 personas, lo que significó que el 76.84% de la población de estos municipios se encuentran en localidades urbanas.

En ambos casos la mitad de la población tiene 27 años o menos, mientras de ese rango y hasta 39 años sea el 38% del total, debido a lo anterior por cada 100 personas en edad



productiva (15-54 años) hay 53 en edad de dependencia ya sean menores de 15 años o mayores de 64.

Vivienda

Según cifras del XIII CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA, el municipio de Empalme contaba en el año 2010, con alrededor de 14,289 viviendas particulares, que representaban el 2.03 % del total de viviendas en el estado, viviendas en donde habitaban alrededor de 54,131 personas, promediando un total de 3.78 habitantes por vivienda. Según resultados publicados por el INEGI, en el año del 2010, las características de las viviendas en el municipio de empalme, es como sigue:

		Viv. Particulares	Viv. Particulares Habitadas	Viv. Particulares deshabitadas	Viv. Particulares temporales	Viviendas Particulares Habitadas				
						% con Energía Eléctrica	% con Agua	% con Drenaje	% con Piso de Tierra	Promedio habit. x vivienda
GUAYMAS	Heroica Guaymas	39623	31633	6708	1282	98.95	95.32	97.11	2.17	3.55
	La Manga	88	49	11	28	4.08	0.00	59.18	16.33	2.98
	La Salvación	106	81	15	10	98.77	98.77	92.59	3.70	3.37
	San Carlos	3471	766	317	2388	97.91	96.48	97.65	0.52	2.94
	San Germán	17	11	6	0	100.00	100.00	100.00	18.18	2.18
	San José de Guaymas	368	299	54	15	92.98	95.32	78.93	10.70	3.60
	Santa Clara	587	435	107	45	95.63	88.97	81.61	18.85	4.03
EMPALME	Cochorit	38	6	11	21	100.00	100.00	100.00	16.67	3.33
	Cruz de Piedra	249	233	7	9	92.70	95.71	31.76	18.88	3.93
	Ejido Empalme El Águila	46	30	7	9	90.00	93.33	3.33	26.67	3.43
	Empalme	13497	11389	1781	327	98.58	96.58	94.93	4.26	3.71
	San Fernando de Guaymas	231	193	31	7	91.71	93.78	25.91	19.69	3.59
TOTAL ZCGESC		58321	45125	9055	4141	98.60	95.50	95.55	3.09	3.39

Los requerimientos de vivienda para ascenderán a 9,494 viviendas y se requerirá un total de 151.904 hectáreas de suelo urbanizable destinado a la vivienda para el 2030.

Municipio	Requerimiento de suelo neto para vivienda en hectáreas (lote promedio 160m ²)				
	2010	2015	2020	2025	2030
Guaymas	605.009	601.664	594.899	585.304	572.422
Empalme	190.777	181.299	171.558	161.787	151.904

Actividad económica Empalme

Actualmente en el Municipio de Empalme las actividades económicas se centran principalmente en el sector terciario (comercio y servicios) y en el sector secundario (industria) y en menor medida el sector primario (agricultura, ganadería y pesca). El sector



comercio y servicios en conjunto es un sector que aporta a la población económicamente activa ocupada el 52 % según cifras del INEGI. Aún por su aportación a la PEA, si a este sector le quitamos la aportación del sector servicios, la aportación del comercio dentro de la economía es muy bajo, encontrándose el comercio muy limitado en cuanto a su nivel de ventas y liquidez, ya que presenta constantes problemas para repuntar dentro de la economía municipal, manejando a la vez bajos sueldos en su personal activo. En cambio, el sector industrial en los últimos años se ha fortalecido en el municipio a través del grupo Maquilas Tetakawi, ya que actualmente su planta laboral es de alrededor de 8,100 empleos directos. Siendo la aportación del sector industrial al PIB del municipio del orden del 88.03 %, que comparados con el 11.79 % que aporta el sector comercios y servicios, y el 0.18 % del sector primario, es una diferencia muy marcada en cuanto a la generación económica de uno a otro sector de la economía.

Aportación de los sectores productivos al PIB municipio de empalme

	AÑO 2013	AÑO 2003
Sector primario	0.18%	0.91%
Sector secundario	88.03%	75.86 %
Sector terciario	11.79%	23.23%

Fuente: Censo economico 2013 (INEGI)

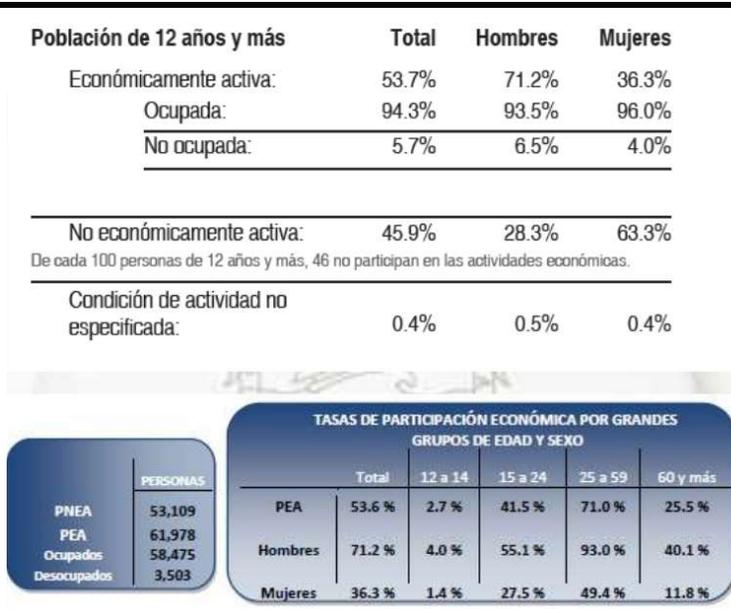
Población ocupada por sector de actividad año 2013

Sector primario	19%
Sector secundario	29%
Sector terciario	52%

Para el 2010 en el municipio de Empalme se reportó al 39.8 % como personas de económicamente activas (21,548 personas) de las cuales 20,279 personas eran población económicamente ocupada y 1,269 se reportaron como personas desocupadas dentro de la PEA.

Actividad económica Guaymas

De cada 100 personas de 12 años o más, 54 participan en las actividades económicas, mientras que de cada 100 de estas personas, 94 tienen alguna ocupación y 46 no participan y que corresponde a estudiantes, dedicadas a las actividades domésticas, jubilados, pensionados o dedicadas a otras actividades no económicas.



b) Factores socioculturales

El territorio que hoy ocupa el municipio de Empalme estuvo ocupado desde tiempos prehispánicos por la etnia Yaqui que habitaron la ranchería del Cochórit, actualmente solo se reportan 1,018 personas indígenas de las cuales el 80% viven en 16 localidades rurales y de ellas solo se reporta una pequeña cantidad en la localidad Cruz de Piedra a 20 km al este del sitio del proyecto, por lo anterior el proyecto no inside sobre los factores culturales indígenas.

Tampoco es un sitio de reunión para festividades o ceremonias culturales de la población municipal por lo que no ocupa espacios que compitan con cualquier factor cultural de la zona.

4.2.5 Diagnóstico Ambiental

Inicialmente se puede decir que la zona de estudio presenta las características semidesérticas, razón por la cual el proyecto adquiere importancia relevante al permitir las condiciones para incrementar el abasto de agua a la población utilizando una fuente alterna a las utilizadas hasta la fecha y que se encuentran bajo una fuerte presión ambiental.

De manera general, el Sistema Ambiental, constituido por los espacios físicos de las ciudades de Guaymas y Empalme y sus alrededores que incluyen al acuífero de San José Guaymas, presentan alteraciones en algunos de sus componentes tales como vegetación, fauna y suelo tanto en el medio terrestre y marino debido a actividades antropogénicas, esta tendencia al deterioro se observa como crónica por lo que en el futuro se espera que continúe toda vez que se observó un desarrollo acelerado de las actividades productivas.

Esta tendencia de crecimiento de las actividades productivas no es extraña si se considera que en particular para esta zona las acciones de conservación ambiental son

bajas representadas por la carencia de zonas reservadas a la conservación tales como áreas naturales protegidas o regiones prioritarias para la conservación, en cualquier modalidad, razón por la cual se ha considerado a esta área en particular como apta para el desarrollo de actividades industriales en los planes municipales.

En particular el proyecto, tiene poca importancia en relación con el funcionamiento del sistema ambiental, aunque sus efectos son más bien a nivel local sobre los componentes:

- Vegetación
- Reservas de agua
- Calidad del agua marina
- Calidad del suelo
- Paisaje

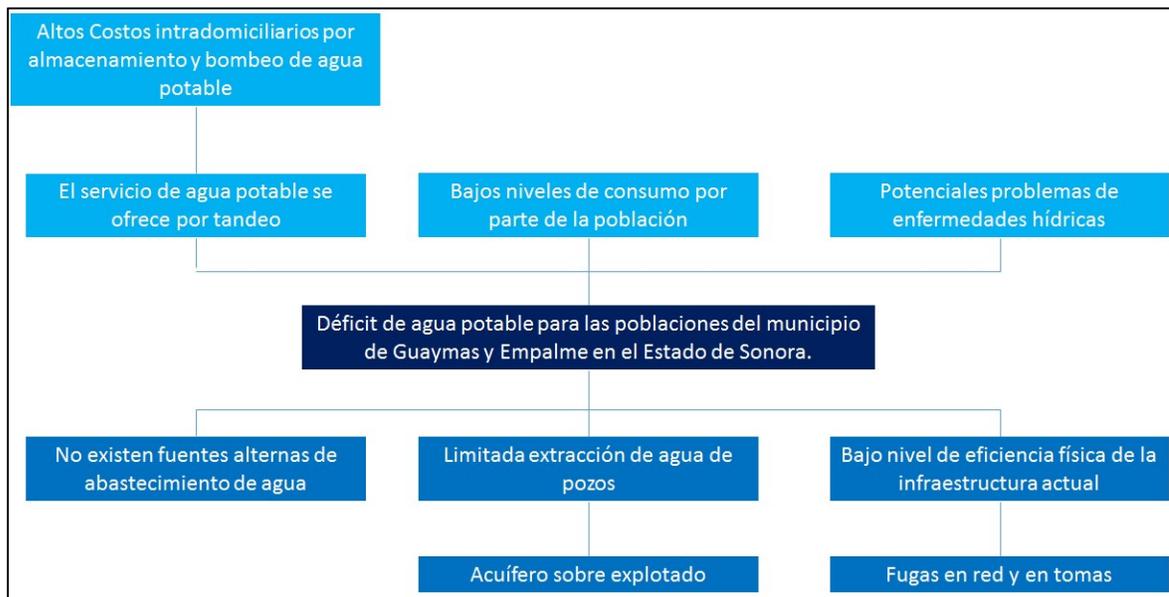
Como las principales, aunque los efectos negativos pueden ser mitigados si se ejecutan medidas preventivas, de mitigación y compensación como se tendrá que hacer en el capítulo correspondiente.

Problemática identificada

De acuerdo con la CEA Sonora, tanto el municipio de Guaymas así como el municipio de Empalme; tienen hoy en día un déficit de dotación de agua potable que no permite cubrir las necesidades de uso y consumo de los usuarios domésticos, comerciales, industriales y públicos pertenecientes a dichas localidades. Por otra parte, las fuentes actuales de abastecimiento de agua registran fuertes problemas de abatimiento, contaminación y sobre explotación de volúmenes muy superiores a la recarga y a los concesionados, lo que ha traído en consecuencia la reducción de los caudales extraídos de un año a otro, teniendo que mantenerlos en operación a pesar de que se siguen abatiendo el nivel freático del acuífero San José Guaymas; pues las únicas fuentes de abastecimiento para estas zonas se realiza a través de pozos, lo que genera un estrés hídrico alto y que su vez, provoca la escasez del recurso hídrico. Así mismo, la CEA Sonora reporta que existen pérdidas importantes de agua por la baja eficiencia física (52%) de la infraestructura con la que se cuenta actualmente para dotar a la población el vital líquido.

En la siguiente figura se muestra un diagrama de causas y efectos que sustentan las problemáticas.

Diagrama de causas y efectos



De conformidad al diagrama de Causa-Efecto anterior, se tiene:

Causas:

- No existen fuentes superficiales, ni pozos particulares en Guaymas y Empalme, por lo que el suministro de agua por fuentes alternativas como el abastecimiento de agua en pipas no existe.
- De acuerdo a la CEAS, actualmente la principal fuente de abastecimiento para las localidades de Guaymas y Empalme es la extracción de agua de pozos proveniente del acuífero denominado San José Guaymas (aunque son tres las fuentes de captación, Boca Abierta, Maytoarena y San José), el cual presenta una sobre explotación del 75.5% ya que la recarga media anual de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 20 de abril de 2015 es de 4.5 (m³/s) mientras que el volumen concesionado de agua subterránea es de 18.42(m³/s).
- Además de lo anterior, de acuerdo con información de la CEA Sonora para las localidades de Guaymas y Empalme se tiene un nivel de pérdidas físicas promedio para el sistema de abastecimiento del orden del 52.01%, por lo que poco de la mitad del agua que se extrae del acuífero se pierde en fugas de redes y tomas, disminuyendo así de manera importante el gasto efectivamente entregado a la población para su consumo.

Efectos:

- Los bajos niveles de gasto entregados a la población provocan inherentemente que el servicio de agua potable que se suministra a la población, se realice de forma discontinua, es decir, vía tandeo, a fin de racionalizar el agua extraída del acuífero San José Guaymas.
- La población se ha visto en la necesidad de instalar sistemas de almacenamiento de agua tales como cisternas para resarcir en cierta medida los tandeos de agua que



viven actualmente, lo que provoca altos costos intradomiciliarios por el almacenamiento y bombeo de agua a los tinacos de las viviendas, comercios, industrias y establecimientos públicos.

- Por otra parte, dicha escases de agua potable trae como consecuencia problemas potenciales a la salud de los habitantes tales como infecciones estomacales, caries, daños a los riñones, entre otras, por la falta del vital líquido para realizar sus tareas diarias como la cocción de y desinfección de alimentos, consumo de agua, higiene personal, limpieza, lavado de ropa, entre otras actividades.

En conclusión, el principal problema que se presenta en las localidades de Heroica Guaymas, San Carlos y Empalme es el déficit de agua potable ya que la extracción del agua es insuficiente para satisfacer las necesidades de la población. De conformidad con la CONAGUA, el consumo óptimo estimado por el CIDE tomando en cuenta sus características climatológicas y de temperatura promedio, debería estar en el orden de 190 litros por habitante al día, mismo que considerando el nivel de hacinamiento que registran las localidades, éste representaría un consumo aproximado de 20.81 m³/toma/mes.

5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El impacto ambiental constituye una herramienta de planeación que permite detectar posibles modificaciones o alteraciones al medio ambiente, previo a la construcción y consolidación de actividades u obras de desarrollo. Este instrumento de política ecológica se basa en la predicción de impactos dada la naturaleza de una actividad proyectada y el medio circundante donde ésta se realizará, por lo que tiene un alcance preventivo que permite consolidar obras y actividades con mínimas modificaciones negativas al ambiente. Para que este instrumento cumpla ampliamente con los objetivos para los que se ha concebido, es necesario utilizar técnicas de identificación y evaluación, que garanticen que se está considerando todos los atributos ambientales potenciales a ser afectados y todas aquellas actividades que puedan generar impactos en el ambiente.

En ese orden de ideas, la identificación de los impactos potenciales se basó en:

Referencias documentadas de casos similares, revisión de la normatividad vigente en materia de dragados y obras similares, experiencia multidisciplinaria del equipo de trabajo, la información aportada por el promovente y visitas de verificación de campo.

Como primera etapa para la evaluación de impacto ambiental se procedió a identificar las posibles interacciones que causarán los impactos ambientales que se pueden generar por la implantación del proyecto “Planta Desaladora Para las Ciudades de Guaymas y Empalme, Sonora”, tomando como instrumento de análisis una lista de chequeo (check list), elaborada a partir de la información ambiental que debe ser tomada en cuenta en este tipo de proyectos.

Tomando en cuenta la lista de chequeo señalada e identificado el marco de referencia en donde se desarrollará el proyecto “Planta Desaladora Para las Ciudades de Guaymas y Empalme, Sonora”, se desarrollará en los siguientes apartados, un modelo de Identificación de Impactos Ambientales, basado en el método de las matrices causa - efecto, derivadas de la matriz de Leopold, y del método propuesto por Conesa Fernández y Vitora Vicente, con resultados cualitativos.

5.2 Indicadores de Impacto

La característica principal de este proyecto es de incrementar el abasto de agua potable para las ciudades de Guaymas y Empalme utilizando una fuente de abastecimiento alterna como es el agua de mar, a través de la construcción de una planta desaladora de agua marina proveniente de pozos playeros, conducirla hasta el tanque de distribución de la CEA y descargar las aguas de rechazo a la zona marina colindante del Golfo de California; por lo que en ese sentido se puede predecir un impacto ambiental positivo representando como indicador principal la porción medible del incremento del caudal disponible de agua para satisfacer las necesidades de las ciudades de Guaymas y Empalme, sin embargo para lograr este efecto positivo es necesario pasar por las tres etapas principales de un proyecto que son Preparación del Sitio, Construcción y Operación por lo que a pesar de que la expectativa es lograr un efecto benéfico durante



el proceso es posible que se puedan generar impactos negativos a los componentes ambientales presentes tales como la atmósfera, la calidad del agua, la vegetación, la fauna, el paisaje y los aspectos socioeconómicos, por ello es necesario seleccionar como mínimo a los componentes ambientales ya mencionados como indicadores de impacto de tal manera que se pueda identificar claramente los componentes en los cuales es esperado un cambio (positivo o negativo) que funcione como un indicador de la totalidad de los impactos resultado de la ejecución del proyecto.

Para comprender los problemas de cambio en un ecosistema, debemos observarlo y analizarlo como sistema o conjunto de subsistemas interrelacionados. Es importante remarcar la condición de sistema que presenta el ecosistema terrestre, puesto que los cambios efectuados en uno solo de sus componentes o elementos, puede difundirse y extenderse al resto del mismo, a través de una inmensa red de interrelaciones.

En la caracterización y análisis de los ecosistemas, se consideran los siguientes componentes:

- a. Tierra
- b. Agua
- c. Aire
- d. Vida

Por lo anterior, un ecosistema consta de una serie de componentes o elementos básicos interrelacionados, que están ligados o coordinados por leyes de funcionamiento que tienen una lógica interna y que aquí se denominan procesos.

- a. Procesos geológicos
- b. Procesos geomorfológicos
- c. Procesos climáticos
- d. Ciclos biogeoquímicos
- e. Productividad
- f. Sucesión

Así mismo, se deberá tener en cuenta que los ecosistemas se configuran como una serie de procesos interactivos que operan en una amplia gama de escalas espaciales y temporales.

Para entender la estructura y funcionamiento del ecosistema es necesario marcar los límites del ecosistema en estudio, analizando las interacciones, en el espacio y tiempo, con otros ecosistemas. Para ello se utiliza información cartográfica escala 1:50,000 1:250,000 y 1:1,000,000 editada por el INEGI.

Posteriormente se definen los principales componentes del ecosistema y las interrelaciones existentes entre ellos. Se analizan los procesos de funcionamiento del sistema y sus equilibrios internos, que se denominan leyes o normas que vinculan u



orientan el funcionamiento del ecosistema. Se usaron también los levantamientos topográficos, con que cuenta la dependencia.

A partir de lo anterior, se definieron los principales cambios que se observan en la estructura y procesos que regulan el funcionamiento del ecosistema, por efecto de las acciones humanas, cambios que en el ámbito local (en el ecosistema) o global (afectando a otros ecosistemas).

5.3 Lista indicativa de los indicadores de impacto

PREPARACION DEL SITIO		
Obras y acciones del proyecto	Componente ambiental afectado	Descripción de la probable interacción
Desmante y despalme del área donde se ubicará el proyecto	Vegetación y suelo	Retiro de la capa de suelo y su cobertura vegetal
Trazado de las obras de la planta desaladora, línea de conducción hidráulica, línea del emisor de salmuera y línea de energía eléctrica	Atmósfera Fauna terrestre y marina	Incremento temporal local de la generación de gases y ruido como resultado de la utilización de maquinaria y equipo. Molestias temporales a la fauna terrestre por emisión de contaminantes y ruido Molestias temporales a la fauna marina por presencia humana
Contratación de mano de obra	Población	Contratación temporal de mano de obra local Incremento del consumo local
CONSTRUCCION		
Construcción de la planta desaladora	Calidad del aire Suelos Fauna terrestre Atmósfera Población Paisaje	Incremento temporal local de la generación de gases y ruido producto del uso de motores de combustión interna Contaminación de suelos con residuos sólidos y líquidos Contaminación de suelos con grasas, aceites y pinturas Molestias temporales a la fauna terrestre por emisión de ruido y presencia humana Contratación temporal de mano de obra local Incremento del consumo local Cambio en la topografía
Construcción de pozos	Atmósfera Suelos Fauna terrestre Población	Incremento temporal local de la generación de gases y ruido producto del uso de motores de combustión interna Contaminación de suelos con residuos sólidos y líquidos



	Paisaje	Contaminación de suelos con grasas y aceites Molestias a la fauna terrestre por emisión de ruido y presencia humana Contratación temporal de mano de obra local Incremento del consumo local Cambio en la topografía
Construcción de la línea de conducción	Calidad del aire Suelos Fauna terrestre Atmósfera Población Paisaje	Incremento temporal local de la generación de gases y ruido producto del uso de motores de combustión interna Contaminación de suelos con residuos sólidos y líquidos Contaminación de suelos con grasas, aceites y pinturas Molestias a la fauna por emisión de ruido y presencia humana Beneficio por contratación temporal de mano de obra local Beneficios por incremento del consumo local Cambio temporal en la topografía
Construcción del emisor de salmuera	Calidad del aire Suelos Fondo marino Fauna terrestre Fauna marina Atmósfera Población Paisaje	Incremento temporal local de la generación de gases y ruido producto del uso de motores de combustión interna Contaminación de suelos con residuos sólidos y líquidos Contaminación de suelos con grasas, aceites y pinturas Contaminación de agua en la zona marina suelos con grasas y aceites Cambio temporal del fondo marino por enterramiento de la tubería del emisor Molestias a la fauna terrestre por emisión de ruido y presencia humana Molestias a la fauna marina por emisión de ruido y presencia humana Contratación temporal de mano de obra local Incremento del consumo local Cambio temporal en la topografía terrestre y fondo marino



		Incremento de la biodiversidad por aumento de la oferta de hábitat de las estructuras estabilizadoras del tubo submarino
Construcción de la línea de energía eléctrica	Calidad del aire Suelos Fauna terrestre Atmósfera Población Paisaje	Incremento temporal local de la generación de gases y ruido producto del uso de motores de combustión interna Contaminación de suelos con residuos sólidos y líquidos Contaminación de suelos con grasas, aceites y pinturas Molestias a la fauna por emisión de ruido y presencia humana Contratación temporal de mano de obra local Incremento del consumo local Cambio permanente en la topografía
OPERACIÓN		
Operación de la planta	Calidad del agua marina Población Reservas de agua	Incremento de la salinidad por vertido de la salmuera Incremento de la población en el sitio Aumento de la circulación vehicular Generación de empleos permanentes Incremento de caudal de abasto de agua potable para Guaymas y Empalme Estabilización y disminución de la presión de extracción de caudales del acuífero San José Guaymas

El empleo de maquinaria, los impactos a la atmósfera, sus indicadores seleccionados fueron: EMISION DE GASES, EMISION DE RUIDO y EMISION DE POLVOS. Los dos primeros son mitigables con la aplicación correcta de la normativa.

Con relación al componente biótico, aunque no existe de manera dominante dentro del área del proyecto, se consideró la VEGETACION ACUATICA y TERRESTRE, y aunque la FAUNA ACUATICA, conformada por los organismos que integran la comunidad bentónica, es la principal afectada, y la FAUNA TERRESTRE se encuentra fuertemente disminuida, se consideraron ambos indicadores, así como ESPECIES PROTEGIDAS.

Desde el punto de vista benéfico, los componentes donde se reflejarán los impactos es el socioeconómico, donde se consideraron la generación de EMPLEO PERMANENTE y TEMPORAL, que se manifestaran en CAMBIOS DE ESTILO DE VIDA. Encontrando que existe la posibilidad de CAMBIOS DE DENSIDAD POBLACIONAL.

Desde el punto de vista ambiental la utilización de fuentes de agua cruda alternas, como el agua de mar, incide positivamente en la tendencia a aumentar la extracción del acuífero San José Guaymas al disponer de esta fuente alterna, inclusive se debería disminuir la

presión de extracción para permitir un aumento en la recarga natural del acuífero que le permita recuperarse.

Posiblemente esta sea la consecuencia ambiental más importante ya que el aumento de las reservas hídricas del acuífero impedirá a su vez el avance de la cuña salina hacia tierras adentro.

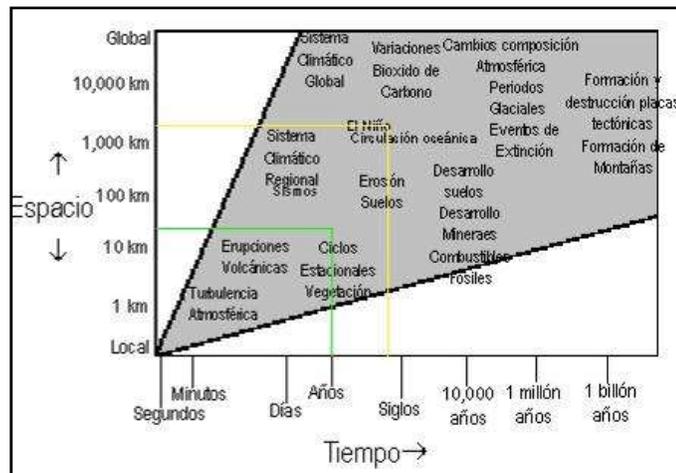
5.4 Criterios y metodología de evaluación

Criterios

Los criterios de evaluación de impactos ambiental correspondientes a este proyecto se basan en aplicar la metodología que permita detectar las interacciones adversas o benéficas que se producirán en los aspectos ambientales, sociales y económicos durante las diversas etapas del proyecto centrandolo la atención en evaluar los efectos adversos o benéficos que se producirán en la hidrológica, el suelo, la flora la fauna y en lo socioeconómico.

Los criterios de jerarquización o calificación son los siguientes:

- **El sentido del impacto** (adverso o benéfico)
- **La temporalidad**, de acuerdo a las escalas de espacio tiempo el proyecto se ubica en el espacio de decenas de kilómetros (dimensión del proyecto) y en temporalidad anual (ciclos vegetacionales) como se puede observar en la línea verde de la siguiente figura, en comparación el estado actual de la laguna o humedal se encuentra en un proceso de recepción de erosión de suelos en la temporalidad de siglos y en el espacio que cubre la cuenca que es de miles de kilómetros representado por la línea amarilla en la siguiente figura:



Lo anterior debido a que el componente ambiental que tiene la máxima temporalidad es el de reposición de la vegetación impactada por lo que en el caso del presente proyecto no se ha considerado temporalidades fuera de esa escala.

- **El efecto**, directo, indirecto o sinérgico



Resultado de lo anterior en la matriz de impactos ambientales las interacciones se representan de la siguiente manera:

Propuesta de Simbología empleada en la matriz de impactos

TIPO DE IMPACTO	SÍMBOLO
Sin efectos esperados	O
Efectos desconocidos	?
Efecto adverso significativo	ads
Adverso no significativo	adns
Benéfico significativo	bs
Benéfico no significativo	bns
Riesgo al ambiente	ra

- **O.-** Cuando en la relación actividad/componente ambiental o causa-efecto no se produzca cambio alguno.
- **?.-** Cuando en la relación actividad/componente ambiental o causa-efecto se desconozca el posible efecto.
- **ads.-** Cuando en la relación actividad/componente ambiental o causa-efecto el efecto sea la desaparición o modificación drástica del componente ambiental.
- **adns.-** Cuando en la relación actividad/componente ambiental o causa-efecto el efecto sea la modificación parcial ya sea en espacio o tiempo y sea reversible, compensable con alguna actividad de mitigación o autocompensable por el propio sistema ambiental.
- **bs.-** Cuando en la relación actividad/componente ambiental o causa-efecto el efecto sea la modificación de la situación actual revirtiendo los efectos que conducen a un deterioro ambiental y por lo tanto al socioeconómico, se diferencia del **bns** debido a que la temporalidad es mayor o persistente en el tiempo.
- **bns.-** Cuando en la relación actividad/componente ambiental o causa-efecto el efecto sea la modificación de la situación actual en alguno de los componentes ambientales, generalmente es el socioeconómico resultado de la derrama económica local producida por las obras.
- **ra.-** El símbolo de riesgo al ambiente representa aquellos procesos o aspectos de la operación que en condiciones normales no tienen efectos sobre el medio ambiente, pero si no se toman las precauciones adecuadas pueden afectarlo de manera negativa.

5.5 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Existen una serie de metodologías para la evaluación de impactos ambientales, cuya efectividad depende del proyecto, de la cantidad de información ambiental y sobre todo,

de la identificación de los principales componentes en los que incidirá el proyecto en cada una de sus etapas de desarrollo, sin embargo a través de la práctica en la evaluación ambiental se ha desarrollado un método general que se aproxima con un gradiente de acercamiento o de detalle y que consiste esquemáticamente en 3 pasos o escalones:

1. Identificación de posibles impactos
2. Valoración o evaluación de los impactos identificados
3. Cuantificación de los impactos esperados

En el primer caso se utiliza una lista de acciones y factores o Check List, en el se vierten en forma de columnas y renglones las acciones para cada una de las etapas del proyecto que se han diferenciado en:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación

De acuerdo al orden cronológico de aparición.

En el segundo caso se utiliza un modelo matricial en donde se invierte el orden de columnas y renglones usados en el check list y se califica de acuerdo a criterios establecidos en ese apartado pero que incluyen el efecto del impacto (sobre que componente ambiental se produce), la temporalidad del impacto (la duración del impacto) y el sentido del impacto (positivo, negativo o nulo).

Finalmente, y dado que se dispone del material cartográfico necesario se sobrepone la imagen del proyecto sobre las imágenes de los componentes ambientales impactados, todos ellos referenciados al sistema de coordenadas UTM, con la finalidad de cuantificar, en volumen, superficie, etc, tales impactos y que vendrá a arrojar las necesidades de prevención, mitigación o restitución necesarias.

Cabe aclarar que esta metodología es una mezcla de metodologías entre las que se incluyen:

- Listas de control (Check List)
- Matrices interacciones causa-efecto (Leopold de cribado)
- Superposición de capas de información

Y que son recomendadas por la Semarnat¹²

¹² Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, HIDRAULICO, Modalidad particular, primera edición diciembre de 2002, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Lista de acciones y factores (Check list)

Con base en la información contenida en el Capítulo II y la información del entorno natural y socioeconómico del Capítulo IV, se efectuará la identificación de los posibles impactos (negativos y positivos). Esta es la primera visión de la relación Proyecto-Entorno.

Con este método se revisarán las acciones y efectos, sin detallarlos. La expectativa es identificar nominalmente las consecuencias sobre los parámetros ambientales por la ejecución del proyecto y definir los factores que serán los más afectados. Así se decidirá cuales factores se deberán analizar con más atención y con otras técnicas.

El primer paso es la elaboración de un listado con las acciones que van a actuar sobre el medio debido a la ejecución del proyecto y, a continuación, se hará un listado similar que contenga los factores del medio que pueden verse afectados por aquellas. De esta forma se llena una tabla con dos columnas. Es importante hacer notar que las columnas no están relacionadas de manera directa, es decir, no indica que efecto corresponde con cada acción.

Como es lógico, cada entorno y cada proyecto tendrán sus factores medioambientales y sus acciones específicas, de manera que no se puede confeccionar una lista de acciones y factores de forma general, aunque sí hay parámetros que aparecen repetitivamente en la mayor parte de los casos. Un método usual es confeccionar una lista tipo, a las que se añadirán o suprimirán parámetros según los casos, en función del tipo de proyecto u obra (construcción de presas, carreteras, canteras, industrias con vertidos, etc.).

Por lo tanto, esta primera relación de acciones-factores nos proporciona una percepción inicial de aquellos efectos que pueden resultar más sintomáticos debido a su importancia para el entorno que nos ocupe. Estos factores y acciones serán posteriormente dispuestos en filas y columnas respectivamente y formarán la base de la matriz de impactos.

Modelo matricial.

Una vez identificados los impactos ambientales de forma preliminar se procederá a evaluar las características de los mismos cualitativa y, cuando sea posible, cuantitativamente, para así poder planear y diseñar las medidas de mitigación, compensación y/o monitoreo de los mismos. El modelo matricial que se empleará contendrá las actividades detalladas en el proyecto ejecutivo y los elementos del medio que se considere puedan interactuar con ellos, siendo estos los siguientes:

A partir de esta fase del proceso, comienza la Valoración Cualitativa propiamente dicha. La matriz de impactos, que es del tipo causa-efecto, consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y, dispuestas en filas, los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos.

Para su ejecución será necesario identificar las acciones que puedan causar impactos, sobre una serie de factores del medio, o sea determinar la matriz de identificación de efectos.



Esta matriz nos permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del Proyecto en el Medio, para posteriormente, obtener una valoración de los mismos.

Propuesta de matriz de identificación de impactos ambientales.

	ETAPAS DEL PROYECTO			
	Actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto			
Elementos del medio natural y socio económico	A1	A2	A3	A4
		↓	↓	↓
E1	←←←		Impacto de las actividades a realizar sobre los componentes del medio natural y socioeconómico.	
E2				
E3				

5.6 Impactos Ambientales Generados.

5.6.1 Lista de acciones y factores.

La lista de factores impactantes y factores impactados que corresponde con las características del proyecto de obras se presenta a continuación, se trata de la información correspondiente a la etapa de construcción. Como se puede ver, en los listados aún no se hace referencia a la importancia relativa de los factores presentes ni la magnitud del impacto generado.

Acciones impactantes y factores impactados en la fase de construcción.

Acciones impactantes	Factores impactados
<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de maquinaria. • Desmonte y despalme • Transporte de materiales. • Obra civil • Tendido de tubería terrestre • Tendido de tubería marina • Emisión de polvo. • Uso maquinaria. • Presupuesto económico de la obra. • Operación de las obras. 	<p>Medio natural</p> <p>Atmósfera (clima, contaminación por ruido, olores).</p> <p>Suelo (pérdida de suelo inundado por sepultamiento, contaminación por derrames líquidos de maquinaria).</p> <p>Marino (dinámica litoral, salinidad, temperatura, batimetría, corrientes, turbidez, materia orgánica, nutrientes, sólidos en suspensión, turbulencia, contaminación por aceites y cuerpos flotantes derivados de petróleo, drenaje de aguas grises y/o negras, contenido en oxígeno, DBO).</p> <p>Flora (estabilidad, biomasa, vegetación litoral, diversidad, fotosíntesis, alteraciones fitoplancton, alteraciones hábitat, reversibilidad).</p>



	<p>Flora (vegetación matorral xerófilo, flora bentónica, fotosíntesis, fitoplancton, alteraciones hábitat, reversibilidad).</p> <p>Fauna (terrestre, mamíferos pequeños y herpetofauna, reptiles terrestres, aves, zooplancton, alteración hábitat, reversibilidad).</p> <p>Medio Perceptual (paisaje natural, valores estéticos, elementos singulares).</p> <p>Usos del territorio (zonas pesqueras, zona acuícola, zona urbana/rural).</p> <p>Culturales (valores históricos, indigenismo).</p> <p>Infraestructura (urbanización, comunicaciones).</p> <p>Economía y Población (empleo temporal, bienestar, valor del suelo, economía local, renta per cápita).</p>
--	--

5.6.2 Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales.

Con la información anterior se procede a realizar la matriz que relaciona los componentes ambientales con las acciones de las obras que constituyen el proyecto, aplicando una calificación cualitativa con base en la duración, intensidad y dirección (adverso-benéfico) de la acción como se muestra a continuación.



Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales

Componentes ambientales	Preparación del sitio		Etapa de Construcción				Etapa de operación		
	Trazado de las obras	Desmonte y despalme	Planta desaladora	Pozos	Línea de conducción hidráulica	Emisor de salmuera	Planta desaladora	Operación de pozos	Emisión de salmuera
Medio físico									
Calidad del agua							bs	bs	ads
Dinámica costera						adns			
Estado del suelo		adns	adns	adns	adns	adns			
Calidad del suelo		adns	adns	adns	adns	adns			
Calidad del aire	adns	adns	adns	adns	adns	adns	adns	adns	
Ecología									
Flora: Vegetación de dunas		ads				ads	bs		
Flora: Matorral xerófilo		ads		adns	ads	ads	bs		
Fauna marina	adns					adns			bs
Fauna terrestre	adns		adns	adns				adns	
Avifauna	adns								
Flora y fauna bentónicas						adns			adns
Uso del suelo									
Habitación			adns						
Conservación		ads			ads	bs	bs		
Servicios									
Transporte terrestre		adns		adns	adns	adns	adns	adns	
Transporte vía acuática									adns
Reservas de agua					bs	bs	bs		
Desarrollo futuro							bs	bs	bs
Calidad de vida									
Amenidad									
Paisaje			ads	adns	ads				
Factores socioeconómicos	bs	bs	bs	bs	bs	bs	bs	bs	bs
Comunidad local	bs	bs	bs	bs	bs	bs	bs	bs	bs



5.6.3 Cuantificación de los impactos identificados

5.6.3.1 Impactos adversos

De acuerdo a la matriz de impacto e interacciones del proyecto con los diferentes componentes ambientales se encontró que en total se identificaron 80 impactos de los cuales 47 son adversos y 33 benéficos, particularizando, de los impactos adversos se encontraron de dos tipos que son los adversos significativos (10) que representan el 12.50% del total de los impactos y el 21.28% del total de los impactos adversos, mientras que los impactos adversos no significativos, se encontraron 37, es decir el 46.25% del total de los impactos y el 78.72% de los impactos adversos, por otro lado, los impactos por etapa del proyecto se presentan, en su mayoría, en la etapa de preparación del sitio y construcción para un total de 40 impactos de los cuales 9 son significativos y 31 no significativos, su temporalidad es de dos años y todos ellos desaparecen al término de esas etapas. De los 7 impactos adversos identificados en la etapa de operación solamente es significativo y los restantes 6 son no significativos.

Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla y gráfico:

Tabla 28. Identificación de impactos generados

Etapa	Concepto	Tipo de impacto					Total
		ads	adns	ra	bs	bns	
Preparación del sitio	Trazado de las obras	0	4	0	2	0	6
	Desmonte y despalme	3	4	0	2	0	9
Subtotal		3	8	0	4	0	15
Construcción	Planta desaladora	1	5	0	2	0	8
	Pozos	0	7	0	0	0	7
	Línea hidráulica	3	4	0	3	0	10
	Emisor de salmuera	2	7	0	4	0	13
Subtotal		6	23	0	9	0	38
Operación	Planta desaladora	0	1	0	8	0	9
	Pozos	0	3	0	8	0	11
	Emisor de salmuera	1	2	0	4	0	7
Subtotal		1	6	0	20	0	27
Total		10	37	0	33	0	80

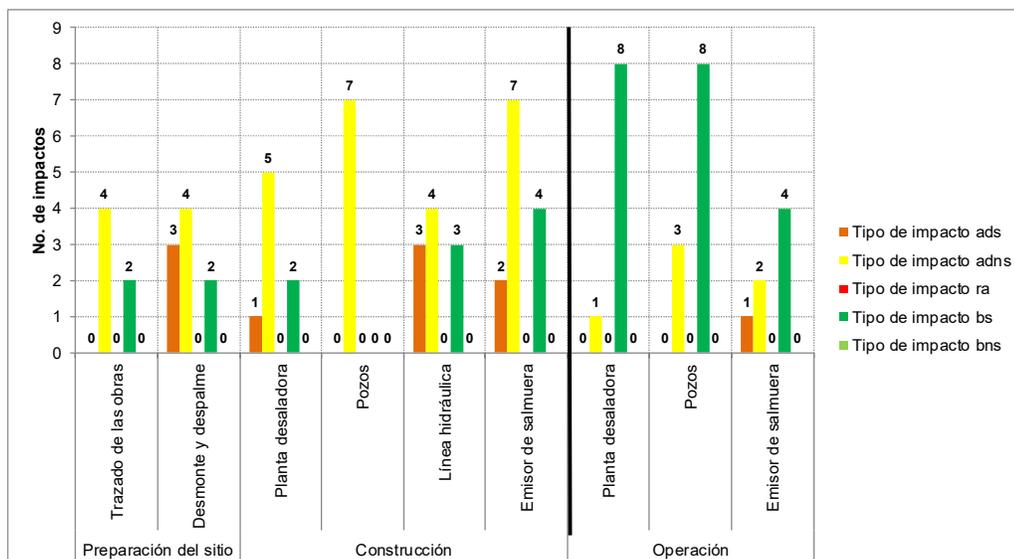


Figura 72. Distribución de impactos por etapa y tipo.

5.7 Evaluación de los impactos ambientales

El cambio provocado por el proyecto, durante sus diferentes fases tiene como objetivo dotar de agua potable a las localidades de Guaymas y Empalme como una solución alternativa para enfrentar la crisis de abasto que existe actualmente, en términos ambientales significa la generación de 47 impactos ambientales adversos para los cuales se presenta la posibilidad de aplicar medidas preventivas, de mitigación e inclusive de compensación, los impactos ambientales significativos son el cambio de uso del suelo en 27.389 Ha donde será removida la vegetación para dar paso a las instalaciones de la planta desaladora, este cambio puede ser compensado con medidas de reforestación y dedicando una porción del predio del promovente para su conservación, por otro lado la emisión de salmuera vertida en la porción marina puede ser mitigada en dos vías, la primera de ellas seleccionado un sitio de vertido en donde no se encuentren componentes ambientales relevantes por un lado mientras que por otro con la incorporación, a los difusores, de eductores que incrementen la dilución de la salmuera en un tiempo y espacio reducido de tal manera que la pluma de salmuera se reduzca significativamente.

En la etapa de preparación del sitio y construcción, los impactos adversos no significativos, son temporales ya que desaparecen al término de esas etapas, son en su totalidad mitigables, a través de medidas preventivas y de restitución a las condiciones originales de las afectaciones producidas por la ejecución de las obras en el tiempo y en el espacio se reducen a la localización física de la planta desaladora y sus componentes durante un tiempo de dos años.

En conclusión, los impactos ambientales son de magnitud pequeña, reversibles, de duración relativamente corta, y se pueden aplicar medidas de manejo para acelerar los procesos de mitigación y reversión, los beneficios son sustanciales tanto ecológica como socioeconómica mente.

Como se puede apreciar en la red de interacción, las actividades del proyecto que producirán los impactos más evidentes se derivan de la construcción de la planta y su operación incidirá sobre los factores ambientales que se listan a continuación.

Aire

- Calidad del aire
- Ambiente sonoro

Agua

- Calidad

Suelo

- Topografía
- Vegetación
- Fauna

Factores sociales

- Empleo
- Actividades Económicas

5.8 Importancia de los impactos

Una vez analizados los resultados de la Red de Interacciones esperadas se procedió a la evaluación de impactos ambientales.

5.8.1 Magnitud de los impactos

A continuación, se definen los indicadores ambientales para cada interacción evaluada, lo cual permitirá conocer la magnitud de los impactos esperados de acuerdo a la evaluación de la importancia o significancia previamente reportada.

Este procedimiento se realiza por componente ambiental afectado y se desarrollará para todas y cada una de las etapas que integran el proyecto, con la finalidad de que se tenga una clara idea de su comportamiento durante la construcción y operación del proyecto.

5.8.1.1 Aire

Calidad del aire

Indicador: Concentración de partículas, humos y gases contaminantes.

Durante las etapas de preparación del sitio (caracterizada por el transporte de materiales, personal y equipo) y construcción se afectará la calidad del aire. Así, la circulación vehicular provocará la emisión de polvo, gases y humos. El impacto resulta adverso poco significativo por ser temporal y reversible. Aunque con alta probabilidad de ocurrencia cuenta con medidas de mitigación.



5.8.1.2 Agua

Calidad del agua

Indicador: Modificación visible de las condiciones físicas del cuerpo de agua.

En la etapa de construcción, durante el tendido de tubería del emisor de salmuera se afectará negativamente la calidad del agua, por la suspensión de sólidos, con lo que se propiciará la disminución de la concentración de oxígeno y aumento en la presencia de materia orgánica, entre otros. El impacto será temporal y en el corto plazo la calidad del agua se recuperará, además de que existen medidas de mitigación para disminuir este efecto.

El uso de embarcaciones que utilizan combustible puede potencialmente generar un impacto adverso sobre la calidad del agua en los puntos de descarga y zonas aledañas si ocurre algún derrame. Se considera adverso de significación moderada, puntual y temporal, con baja probabilidad de ocurrencia y con medidas de prevención y mitigación en su caso.

Cantidad de agua

Indicador: Reservas de agua.

La utilización de una planta desaladora para abasto de agua potable representa un incremento importante en las reservas de agua para abasto de la población siendo importante porque utiliza una fuente alterna a las utilizadas hasta y que al ser considerada una fuente infinita garantiza la sustentabilidad del abasto de agua potable.

Indicador: Recarga de acuíferos.

El desarrollo actual y futuro de las localidades de Guaymas y Empalme tiene como condición principal el abasto de agua, el cual ha sido logrado a través de la extracción de agua del acuífero de San José Guaymas, el cual se encuentra sobreexplotado y ha permitido el avance de la cuña salina hacia el continente, por esta razón es obligatorio disminuir las extracciones para estar en posibilidades de aumentar su recarga, resulta obvio que la ejecución del presente proyecto no sustituye ese abastecimiento pero si contribuye cuando menos a no aumentar la presión de extracción sobre el acuífero.

5.8.1.3 Suelo

Perdida de suelo

La ocupación de las instalaciones incide necesariamente en el suelo el cual es transformado desde su vocación natural hacia una edificación, este impacto no puede ser mitigado sino compensado para un área de 4.45 Ha.

Contaminación del suelo

Indicador: Cambio en las características fisicoquímicas del suelo

Las características fisicoquímicas del suelo podrían verse afectadas durante la operación de maquinaria y vehículos, concretamente al momento de la carga y trasvase de combustible. La cantidad que se requiere será suministrada por pipas y con carga directa,



por lo que, al no requerirse de almacenes, se considera que un eventual derrame ocurrirá precisamente durante alguna de las operaciones de carga de combustible. El impacto se considera con baja probabilidad de ocurrencia, puntual, temporal y con medidas de prevención y mitigación en su caso por lo que se considera de baja significancia.

5.8.1.4 Vegetación

Pérdida de cobertura vegetal

Indicador: Superficie total a retirar y capacidad de restitución del área

Como se puede apreciar en la descripción del proyecto, el proyecto afecta zonas con vegetación y por lo tanto se modificará la cobertura vegetal. En ese sentido, todos los impactos que se pudieran producir sobre este componente ambiental, serán directos y ocurren al momento de construir la planta y en el tendido de las tuberías, se ha colocado en la etapa de preparación del sitio ya que es cuando se realiza el desmonte y despalme. El impacto se considera adverso, con una ocurrencia segura, por lo que deberá contar con medidas de compensación.

5.8.1.5 Fauna

Pérdida y desplazamiento de fauna

Indicador: Tipo de especies de distribución probable

La ejecución del proyecto ocasionará el desplazamiento de la fauna. Todas las actividades relacionadas al movimiento y operación de maquinaria, así como el movimiento constante de vehículos y personal provocarán el alertamiento de la fauna local, que tenderán a huir o refugiarse en otros sitios.

Las aves y reptiles tendrán más probabilidad de desplazarse, ya que la zona que no será afectada, podrá ser un espacio suficiente donde encuentren alimento y refugio.

De acuerdo a los estudios de campo realizados no se confirmó la presencia de especies protegidas específicamente en la zona de actividades del proyecto. Sin embargo, considerando la distribución regional de las especies en estos ambientes de transición (tierra-mar), no se descarta la presencia potencial de las especies referidas en el capítulo correspondiente

Ahora bien, por las actividades de la construcción y operación del proyecto, se considera de muy baja probabilidad la ocurrencia de alguna afectación a la fauna del lugar, ya que el frente de trabajo propiamente dicho está delimitado claramente, y ocupa una pequeña porción de la totalidad del predio (11.90% del total del predio del promovente). Se considera que se causará un impacto adverso de baja magnitud, puntual, temporal y con medida de mitigación.

Con relación a los organismos bentónicos, se afectará el hábitat en la superficie de tendido de la tubería del emisor de salmuera. El impacto de alta probabilidad de ocurrencia sin medida de mitigación y con afectaciones temporales dependiendo de la capacidad del propio sistema para reponer esta afectación, por lo que se considera un impacto adverso de moderada significación, dado que las poblaciones bentónicas son



bajas, es decir no se detectaron bancos de moluscos, por ejemplo. Adicionalmente, cabe mencionar que no se trata de un ecosistema único y que el resto de la superficie marina se mantendrá con la dinámica propia de un ecosistema costero.

Incremento de la biodiversidad en la zona marina

Indicador: Aumento de la oferta de hábitat

Aunque la tubería del emisor de salmuera se coloca enterrada en el fondo marino, una porción de los estabilizadores de concreto de la tubería sobresalen en el fondo marino proporcionando una superficie dura para el establecimiento de formas vegetales y animales, así como zonas de protección y sombra, funcionando así como arrecifes artificiales, este efecto deberá ser evaluado en el Programa de Vigilancia Ambiental.

5.8.1.6 Paisaje

Modificación del paisaje natural

Indicador: Valor estético de la vista

El proyecto incidirá en la modificación del paisaje natural. Así la construcción del edificio de la planta desaladora adiciona un componente no existente por lo que la afectación al paisaje presenta diferentes modalidades, una temporal durante la etapa de construcción y otra definitiva durante la operación por lo que desde el punto de vista arquitectónico se deberá procurar integrar al paisaje a esta edificación con colores semidesérticos y una paleta vegetal para reforestación, jardines y jardines con vegetación relevante del tipo matorral xerófilo.

5.9 Factores sociales

5.9.1 Empleo

Indicador: Tiempo de ocupación

El proyecto generará empleos temporales y permanentes durante sus diferentes etapas. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se espera generarán 24,086 jornadas, que de manera paulatina se irán incorporando durante los meses en que están programadas estas actividades. Por el tipo de actividades a realizar se espera la contratación de mano de obra local (tuberos, peones, lancheros, etc.), este impacto benéfico es temporal y funciona a lo largo las etapas de preparación del sitio y construcción. Para la etapa de operación se estima se generen cerca de 150 empleos permanentes, impacto benéfico que tiene una duración a lo largo del horizonte de evaluación del proyecto.

Por otro lado, las obras resultan benéficas para 225,664 habitantes de las localidades de Guaymas y Empalme.

El impacto se considera benéfico de gran magnitud en lo relativo a los empleos temporales y significativo para los empleos permanentes correspondientes a los operadores de la planta.

5.9.2 Abasto de agua potable

Indicador: Incremento del abasto

Medido en un incremento de 200 L/s para abasto de agua potable de las localidades de Guaymas y Empalme

5.9.3 Molestias a la población

Indicador: Dispersión del ruido en relación a la existencia de poblados cercanos

La generación de ruido y contaminación atmosférica ocasionarán molestias a la población de forma adversa poco significativa durante la etapa constructiva y operativa. El uso de maquinaria y equipo generará la emisión de ruido, pero considerando que el emitido puede ser aceptable en distancias mayores a 100 metros (el sonido disminuye de manera logarítmica en relación con la distancia), el impacto será de poca magnitud ya que las principales actividades relacionadas con los asentamientos humanos se desarrollan a una distancia mayor y en cuanto a la actividad agrícola y pesquera no se realiza en las cercanías del proyecto.

5.10 Evaluación Global de Impactos

Como se aprecia en la matriz de interacciones utilizada para la identificación de impactos, hay un número importante de impactos negativos, pero también en el proceso de evaluación se aprecia que la significancia de la mayor parte de ellos es de baja a moderada, con excepción hecha a la pérdida temporal de 4.45 Ha de vegetación de matorral xerófilo y que será compensada, por otro lado la emisión de salmuera es un impacto permanente en la zona marina en un área que va de entre 250 m y 1 Km alrededor del sitio de vertido.

La razón de esos resultados, además de los criterios y consideraciones para la evaluación del proyecto, es el hecho de que se trata de una obra con pocas acciones de verdadero impacto negativo y en un sentido amplio, se puede considerar como una medida de un amplio beneficio social.

No se han soslayado los impactos a la fauna acuática bentónica y aunque no hay una medida de mitigación a aplicar para el caso, se espera por experiencias en otros proyectos que haya una paulatina sustitución de las condiciones previas a las acciones de tendido de la tubería del emisor. No se encontraron especies con estatus especial de conservación en este grupo y para esa zona marina.

De esta manera se considera que el proyecto no producirá impactos ambientales que pongan en riesgo la estabilidad del sistema ni inducirá cambios que hagan sinergia con las condiciones que prevalecen en la región.

Como impactos ambientales residuales únicamente se considera la permanencia de los elementos artificiales creados con el material.



6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales que producirá la planta desaladora, se realizó el diseño de las acciones de mitigación el cual se ha elaborado de acuerdo al siguiente Objetivo General:

- Establecer las actividades necesarias para lograr la sustentabilidad del proyecto mediante acciones encaminadas a garantizar la protección de los factores abióticos, bióticos sociales y económicos que interactúan en el sistema ambiental definido, capaces de revertir, minimizar o compensar su probable alteración.

Para el cabal cumplimiento del objetivo descrito se han propuesto las siguientes líneas de acción:

1. Prevención y control de la contaminación del aire
2. Prevención y control de la contaminación de suelo y agua
3. Protección de especies de flora y fauna y restitución de áreas afectadas
4. Prevención de contingencias ambientales

Con la finalidad de presentar las medidas de mitigación propuestas en el presente estudio, se ha elaborado un cuadro donde se relaciona el tipo de impacto al que está dirigida la medida, descripción de la medida y su eficiencia esperada, responsable de su ejecución y la supervisión de su cumplimiento. Esta información se ha agrupado para cada acción, en donde se incluyen la o las medidas que se proponen para cada atributo ambiental susceptible de recibir un impacto.

Una vez definidas las medidas de mitigación, se resume el grado que estima será mitigado cada impacto. Cabe señalar de manera puntual dos aspectos inherentes al proyecto. Por un lado, tal como se desprende de la identificación y evaluación de impactos, los principales están relacionados con la vegetación y la disposición de la salmuera; por otro, no en todos los impactos identificados se pueden aplicar medidas de mitigación. Específicamente para este proyecto, la pérdida de hábitats bentónicos, de alta significancia no tiene medida de mitigación ni compensación, tal como se consignó en el capítulo correspondiente.

Finalmente, cabe destacar que, en el caso de la emisión de salmuera, el proyecto ejecutivo contempla de origen medidas que previenen y mitigan impactos de alta significancia, con la incorporación de eductores tipo venturi en las boquillas del emisor disminuyendo de manera importante las afectaciones al ambiente y a la actividad económica del sistema ambiental definido.

6.1 Medidas Preventivas

- La primera de las medidas preventivas es la creación de una zona de conservación ecológica al interior del polígono del predio del proyecto ya que es la base para realizar las demás medidas de mitigación de los impactos ya sean preventivas, de mitigación o de compensación, la ubicación de esta zona deberá ser presentada a



la SEMARNAT dentro del Programa de Vigilancia Ambiental y no deberá tener una extensión mínima equivalente al 10% del tamaño del predio (2 Ha).

- En la fase de construcción a todo lo largo de la duración del proyecto se identificó un riesgo ambiental generada por el manejo de combustibles para la operación de la maquinaria necesaria para ejecutar la obra. Las posibilidades de que ocurra un accidente deberán ser disminuidas al mínimo mediante un plan de manejo seguro de dichos combustibles como contenedores y abastecimiento con vehículos especializados (pipas de combustible), independientemente de lo anterior la empresa que se haga cargo de los trabajos deberá contar con un plan de contingencias en donde se contemple la capacitación del personal en esta materia y además contar con el equipo necesario para hacer frente a este tipo de contingencias.

6.2 Medidas de mitigación y restitución

- Con la finalidad de prevenir y mitigar la formación de una pluma de concentración salina diferente a la del modelo matemático que predice su comportamiento, es necesario que como medida preventiva/mitigación los difusores sean equipados con e ductores gigantes que provoquen un efecto Venturi de mezclado. El monitoreo de esta medida preventiva deberá ser considerada en el programa de Vigilancia Ambiental.
- En el caso de la vegetación a ser removida las medidas de mitigación de los impactos tiene dos fases, la primera de ellas es el rescate de organismos protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010, que en este caso es el sahuaro (*Carnegiea gigantea*) y que se definió en el Estudio Técnico Justificativo para el cambio del uso del suelo en 678 organismos los cuales deberán ser trasplantados o reforestados a la zona de conservación ecológica o a un hábitat semejante al de su rescate.
- El impacto negativo provocado por la alteración del medio bentónico por su retiro al tender la tubería del emisor no puede ser reducido ni mitigado. Sin embargo, considerando que, por tratarse de una zona de alta energía con sustrato no consolidado, que la abundancia de fauna en la zona marina es baja y que la productividad del sistema es baja también, se espera que la comunidad bentónica pueda restablecerse por sí misma sin mayor afectación al ecosistema por lo cual no se propone ninguna medida.
- En el caso de la fauna terrestre, son dos las acciones de mitigación y están relacionadas con los medios de locomoción de las especies potencialmente presentes, el movimiento de maquinaria y personal en la zona tendrá el efecto de ahuyentamiento, sin embargo, en el caso de la preparación del sitio y en particular las actividades de desmonte y despalme, previo a su realización, se deberá llevar a cabo una campaña de ahuyentamiento para las especies que por sus propios medios se reubiquen y rescate de especies de lento desplazamiento las cuales deberán ser colectadas y reubicadas al este del predio del proyecto en hábitats similares adonde fueron encontradas.
- Aunque en el diseño del proyecto se ha revisado a detalle el trazo de la tubería del emisor de salmuera es necesario considerar las siguientes medidas:



- En el caso de la resuspensión de sedimentos por efecto de la excavación para enterramiento de la tubería y con la finalidad de mitigar este impacto la actividad deberá ser realizada colocando un geotextil en el fondo marino y colocar una pantalla que abarque 50 m alrededor de la zona de actividades desde superficie y hasta el fondo marino con la finalidad de mitigar la dispersión de sedimentos y disminuir efectivamente la pluma de sedimentos.

6.3 Medidas de compensación

- Para el caso de la vegetación tipo matorral xerófilo a ser removida y que comprende un área de 44,700 m² correspondientes al edificio de la planta desaladora y la servidumbre de paso entre la planta desaladora y la carretera federal 15, impacto que no puede ser mitigado, entonces se propone una compensación equivalente al área afectada con reforestación y rescate de las especies afectadas, en este caso el indicado en el ETJ para el CUSTF establecido en 678 ejemplares.

El resto de los impactos adversos no significativos o son de una relativamente baja magnitud y duración por lo que se presentan una serie de medidas orientadas a mitigarlos o prevenirlos

6.3.1 Impactos por el personal en la zona del proyecto

- A. El acceso del personal y la maquinaria deberá realizarse únicamente por los caminos ya existentes, para no perturbar o desmontar áreas que puedan presentar una cubierta vegetal natural. Dado que la intensidad del tráfico vehicular en la zona del proyecto es baja, no se considera necesario establecer un horario de circulación. Sin embargo, para evitar perturbar a la fauna de hábitos nocturnos y reducir el riesgo de accidentes, por las condiciones de los caminos y para no perturbar a los residentes de la zona, se recomienda que la circulación de vehículos pesados se limite al horario diurno.
- B. La cocina donde se prepararán los alimentos para el personal deberá estar alejada de todo material combustible. Esto incluye tanto a la vegetación como al combustible para la maquinaria. Deberá designarse a un responsable del área de cocina, quien se asegurará de que está este limpia todo el tiempo y de que los restos de alimentos se manejen adecuadamente.
- C. En la zona donde se establezca el campamento se deberá destinar un lugar exclusivo para el depósito temporal de residuos sólidos (envolturas de alimentos, materiales de empaque, etc.), los cuales se deberán transportar a los sitios que las autoridades municipales hayan establecido para este fin. Por ningún motivo se deberá enterrar la basura en este sitio o depositarla directamente sobre el suelo. Además, para evitar que la fauna local disperse la basura, los botes en que se coloque la basura deberán contar con tapa y señalamiento para separar residuos orgánicos e inorgánicos.



6.3.2 Impactos por la maquinaria en la zona del proyecto

- A. Las zonas donde se realizará el acopio de maquinaria y material deberán mantenerse en buen estado, evitando derrames de combustible u otros materiales.
- B. Se considera que los efectos de la generación de emisiones a la atmósfera, producto de la combustión de los motores serán mínimos. Asimismo, se espera que el ruido producido no alterará la flora y fauna de la zona. En todo caso, la emisión de ruido y gases de combustión se deberá reducir en lo posible dando el mantenimiento apropiado a la maquinaria y los vehículos de acuerdo a lo establecido en las NOM's relacionadas.
- C. Para minimizar las emisiones de polvos y partículas a la atmósfera, durante el periodo de trabajo se deberá, mantener regadas las áreas de trabajo. Sin embargo, en ningún caso se debe utilizar aceite para controlar el polvo.

6.3.3 Impactos por el acopio y uso de combustibles

- A. Dado que para la construcción de las obras será necesario disponer de combustible en cantidad suficiente para la maquinaria empleada, es importante que este se maneje adecuadamente para evitar la contaminación en la zona. Además de la información de seguridad en el manejo del combustible se deben considerar los siguientes puntos:
 - Para contener los combustibles se debe utilizar tambos de 200 litros nuevos, sin fugas o fracturas.
 - Se debe construir una plancha de concreto pobre para colocar los tambos, con una capacidad para recuperar un derrame de por lo menos 5% de la capacidad del material almacenado. Esto con el fin de reducir el riesgo de derrames por colocar los tibores en superficies inestables. Esta plancha deberá ser removida al finalizar las obras.
 - La construcción de un techo rústico sobre la plancha para combustibles, para evitar el calentamiento y el aumento de vapores. Alrededor de la plancha deberá existir un perímetro de al menos 1.5 m libre de vegetación, como cordón de seguridad.
 - Señalizar de manera clara las áreas de almacenamiento de combustible y de sustancias volátiles y cuáles son las precauciones a seguir en esas áreas.
- B. Se deberá mantener un sistema de abastecimiento de combustible seguro y procurar siempre se siga un mismo patrón de operación, para evitar en lo posible los errores del personal.
- C. Como resultado de la cantidad de combustible y lubricantes para realizar los trabajos, es de esperar que se genere cierta cantidad de aceite usado como residuo. Esto incluye los volúmenes generados por el mantenimiento y servicio que se proporcione a vehículos y equipos pesados que por sus características no pueden ser trasladados a talleres para el cambio de aceite del motor y de los



sistemas de transmisión. Este tipo de residuos, al igual que los recipientes vacíos en que se almacenó, se consideran como peligrosos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Para evitar la contaminación de la zona marina, las lagunas y los suelos adyacentes se debe evitar la dispersión de estos residuos. La dispersión del aceite se puede prevenir mediante acciones sencillas que no requieren de equipos especiales. La mejor opción es enviar los residuos generados a un centro de acopio tan pronto como han sido generados. Esto es más práctico que almacenarlos temporalmente en el lugar, ya que la cantidad generada se supone baja y se retire a través de la colecta por medio de una empresa especializada en el manejo y disposición de estos residuos. Es muy importante insistir en que se debe evitar la aplicación de los aceites gastados para el control del polvo en las áreas de terracería. Si bien esta práctica no se ha llevado a cabo en la zona, se debe tener presente la importancia de evitar que los aceites contaminen el suelo ya que, por su persistencia, este tipo de sustancias eventualmente podría llegar a la zona de aguas abiertas marinas. Para prevenir que haya derrames es necesario colocar los contenedores en que se almacena el aceite sobre bandejas colectoras, que retengan todo el aceite que salpique o escurra. Cuando se manejen piezas aceitosas estas se deben colocar en charolas que atrapen el aceite y nunca directamente sobre el suelo. Si es necesario enjuagar algo que esté cubierto de aceite o que haya sido utilizado para contener aceite, se debe hacer en lavaderos especiales los cuales se deberán señalar de manera apropiada. Los solventes usados no se deben mezclar con el aceite. Los materiales desechables usados para limpiar partes grasosas son potencialmente peligrosos por estar contaminados con grasas y aceites. Las estopas sucias se deben almacenar en recipientes que no absorban el aceite y que no tengan fugas. Estos recipientes deben estar en las áreas de trabajo y no se deben utilizar para otro tipo de desperdicios. Los trapos y estopas parcialmente usados deben ser almacenados en un lugar separado. En caso de que ocurra un derrame accidental se debe retirar rápidamente el material contaminado y almacenarlo en un tabor vacío hasta que se pueda disponer de él adecuadamente. Un punto muy importante es mantener separado el aceite de otros residuos. Salvo las incompatibilidades que se puedan desprender de la norma oficial mexicana NOM-054-ECOL-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, no está prohibido mezclar otras sustancias con el aceite. Sin embargo, al mezclarlo se limitan las posibilidades de reciclar el aceite usado. Es recomendable reunir todo el aceite en tambos etiquetados claramente con la leyenda: "Únicamente Aceite". Como ya se señaló anteriormente, en el caso de este proyecto se recomienda enviar los residuos a un centro de acopio tan pronto como estos sean generados. Si por alguna razón esto no es posible en algún momento, a continuación, se señalan algunos puntos que deben seguirse para garantizar un buen manejo de los lubricantes y prevenir derrames accidentales.



- El aceite se debe almacenar en contenedores cerrados marcados con un letrero que indique claramente su contenido. No se debe mezclar residuos peligrosos con el aceite. Antes de agregar otras sustancias al aceite usado se debe consultar a los responsables del manejo final del aceite. Este es un punto muy importante que se recomienda sea estrictamente observado.
- Es importante inspeccionar los tибores periódicamente en busca de fugas o derrames. Para el vertido de aceite se debe utilizar embudos largos. Después de usarlos, estos se deben colocar en bandejas colectoras para evitar los escurrimientos. Se deben colocar bandejas colectoras bajo los vehículos o equipos que tengan fugas de aceite y repararlos lo más pronto posible.
- Durante el mantenimiento de los vehículos que por sus características deban recibir servicio en el sitio del proyecto se debe colocar las partes cubiertas de aceite en bandejas colectoras. Jamás se deben colocar directamente sobre el suelo. Las bandejas colectoras se deben vaciar regularmente. Se deben colocar donde no sean pisadas o volcadas. Es necesario utilizar bandejas diferentes para líquidos diferentes.
- La empresa que lleve a cabo los trabajos deberá estar inscrita en el padrón de empresas generadoras de residuos peligrosos y disponerlos de acuerdo en lo indicado para este tipo de empresas.

6.4 Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Medidas preventivas		
Impacto identificado	Medida propuesta	Grado de eficiencia y eficacia de la medida
Desmonte y despalme	Creación de zona de conservación	La medida garantiza contar con un espacio disponible como base para otras medidas
Manejo de combustibles	Plan de manejo de combustibles	La medida previene los eventos y en su caso cuenta con un plan de acción que permite disminuir los riesgos
Medidas de mitigación y restitución		
Impacto identificado	Medida propuesta	Grado de eficiencia y eficacia de la medida
Vertido de salmuera	Equipamiento de educutores	La medida disminuye significativamente el proceso de mezcla de la salmuera en el medio marino reduciendo a la concentración tolerable en los



		primeros 250 m alrededor del vertido
Desmonte y despalme	Rescate de 678 organismos de <i>Carnegiea gigantea</i>	La medida revertirá al 100% la posible afectación de esta especie protegida
Medio bentónico	ninguna	Considerando que, por tratarse de una zona de alta energía con sustrato no consolidado, que la abundancia de fauna en la zona marina es baja y que la productividad del sistema es baja también, se espera que la comunidad bentónica pueda restablecerse por sí misma sin mayor afectación al ecosistema por lo cual no se propone ninguna medida
Fauna terrestre	Ahuyentamiento Rescate	Se trata de dos campañas diferentes relacionadas con los medios de locomoción de la fauna presente, la primera de ahuyentamiento y la segunda de rescate, la medida se considera muy eficiente y evitará la afectación de organismos
Fauna marina	Geotextil en los trabajos de enterramiento del tubo emisor	La medida evitara la resuspension de sedimentos y por lo tanto la turbidez en el agua
	Rescate	Se detectaron especies comerciales (callo de hacha) que aunque no formaban bancos es necesario rescatar y reubicar fuera del trazo del tubo emisor en el caso de que estén presentes
Medidas de compensación		
Impacto identificado	Medida propuesta	Grado de eficiencia y eficacia de la medida
Desmonte y despalme	Reforestación de zona de conservación	Reforestación de la zona de conservación y áreas aledañas en un área equivalente a 4.47 ha de afectación de la cobertura vegetal



Prevención y control de la contaminación		
Impacto identificado	Medida propuesta	Grado de eficiencia y eficacia de la medida
Contaminación del aire por generación de polvos, gases y humos por la operación de la draga	<p>1.- Mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo para garantizar el buen estado de escapes y otros componentes mecánicos que generen ruido, gases y humo.</p> <p>2.- Garantizar el estricto cumplimiento de los parámetros establecidos en la normatividad aplicable.</p>	La medida revertirá al 100% la posible contaminación del aire por la operación de maquinaria y equipo, ya que existe la tecnología apropiada que permite cumplir con parámetros de calidad normados.
Prevención y control de la contaminación de suelo y agua		
Contaminación del agua por derrames accidentales de hidrocarburos durante el suministro de combustible a la maquinaria y equipo	<p>1.- Revisar las mangueras y bomba de suministro de la pipa transportista a la maquinaria y equipo.</p> <p>2.- Colocar aditamentos tipo "Oil Mop" alrededor de la maquinaria y equipo para evitar la dispersión de un eventual derrame</p> <p>3.- Colocar alrededor de la pipa transportista un dique portátil para reducir la dispersión de combustible ante un eventual derrame al suelo</p>	Este impacto se considera potencial y aplicando el procedimiento propuesto puede evitarse la contaminación por un eventual derrame en 100% para el agua y con una eficiencia menor para el suelo, dado que el dique portátil, que puede ser de madera o plástico de alta densidad, no garantiza evitar una posible infiltración en caso de derrame, especialmente en suelos arenosos, como es el caso.
Prevención de contingencias ambientales		
Probables accidentes durante el transporte y manejo de combustibles para el suministro de la maquinaria y equipo que puedan derivar en una contingencia ambiental	Elaboración de un Plan de Contingencias a través del cual se establezcan los procedimientos para actuar en caso de presentarse un evento no deseado durante el transporte o suministro de combustible a la maquinaria y equipo.	Esta medida tiene como propósito revertir al 100% la posibilidad de afectar las instalaciones turísticas y productivas existentes en la zona de estudio, asegurar la integridad del personal, evitar daños al entorno, las comunidades, la población civil y sus bienes. Sin embargo requiere de una capacitación del personal tanto de la maquinaria y equipo como transportista para su entrenamiento con la finalidad de que puedan instrumentar



		eficientemente los procedimientos ahí establecidos.
--	--	---

El ambiente social, durante la etapa de construcción no se detectaron impactos negativos toda vez que la zona del proyecto se encuentra a una distancia de 3 km de la localidad más cercana (Cochórit). Como es de esperar, el aspecto económico siempre resulta redituable para las actividades; aunque en la etapa de construcción los empleos, por ejemplo, siempre son de tipo temporal.

6.5 Impactos residuales

La totalidad de los impactos adversos no significativos desaparecen al término de la etapa de construcción por lo que no se detectan impactos residuales respecto de dichos impactos.

Una vez aplicadas las medidas de mitigación para los impactos adversos significativos, durante la etapa de operación, se espera un impacto residual en la zona marina producto de la emisión de salmuera, resulta en la elevación de la salinidad del medio marino en 4 unidades dentro de los primeros 250 m y de 2 unidades en los primeros 1,000 m alrededor del punto de emisión, la porción crítica es la de los primeros 250 m ya que de acuerdo a la literatura un incremento de 4 unidades es soportable por algunos organismos eurihalinos pero no por la vegetación, mientras que un incremento de 2 unidades es soportable por la mayoría de los organismos marinos. De cualquier manera, es importante recalcar que de acuerdo a los trabajos de campo en la zona de emisión de salmuera no están presentes ningún tipo de comunidades biológicas por lo que la emisión de salmuera solo afecta la calidad del agua y no a los organismos

Finalmente, dado que se trata de un proyecto que utiliza una fuente alterna de abastecimiento de agua cruda, diferente a la extracción del acuífero, es necesario considerar un nivel integral del funcionamiento del acuífero y considerar a la totalidad de las obras del proyecto como una medida de mitigación del sistema ante los impactos adversos acumulados históricamente en la extracción de volúmenes de agua del acuífero San José Guaymas, por lo que la etapa de operación es un impacto residual benéfico significativo.

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES

7.1 Pronostico del escenario

El ecosistema singular conocido como zona costera, aun los semidesérticos, constituye una frágil área de transición entre tierra y mar, que se particulariza por contar con una extraordinaria dinámica de flujos energéticos.

En virtud de que se trata de un ambiente dinámico y frágil, los mecanismos que regulan la circulación del agua, los sedimentos que la conforman, los elementos que lo componen y la materia orgánica que transporta y mantiene, constituyen los factores clave en cuanto a su protección, planificación y aprovechamiento, no obstante, el funcionamiento hidráulico o recurso agua constituye el recurso primordial y debe ser la preocupación central de toda estrategia de manejo.

Sí de antemano se reconoce, que toda obra o actividad desarrollada por el hombre, tendrá impactos sobre el ambiente y que estos podrán ser negativos o positivos, entonces la identificación y valoración real de los mismos, dará como resultado la factibilidad del desarrollo, permitiendo la implementación de medidas de mitigación, compensación y/o restauración, que contrarresten los efectos perjudiciales.

A pesar de que estas obras están destinadas a la inserción de actividades humanas, el presente proyecto trata de revertir el proceso de deterioro sinérgico negativo ocasionado por la tendencia de sobre aprovechamiento de aguas subterráneas y de la acumulación de impactos negativos provenientes de las localidades urbanas en que se inserta, actividades humanas que lo aceleran, por lo que la intención es regresarlo tanto como sea posible a sus condiciones naturales partiendo de la base que las condiciones que guarda actualmente son precisamente de un agotamiento crónico del acuífero San José Guaymas y una tendencia al crecimiento poblacional y desarrollo de actividades industriales por lo que estas tendencias no son posible considerarlas con base en la fuente actual de abastecimiento de agua cruda para potabilización. Por lo anterior, de entrada, el proyecto actual se inscribe en una fuente alterna cuyos costos ambientales son compensados con los beneficios a la población, a pesar de lo anterior se deben considerar las medidas necesarias para que, siendo importante el proyecto, no cause un impacto ambiental.

Los impactos que acusará la socio economía serán benéficos, lo que implica que hay que potenciarlos y realizar acciones que incrementen el efecto, como lo serían una vez que se aprecien los beneficios de esta fuente alterna, repetirla hasta disminuir significativamente la presión sobre la fuente actual de abastecimiento. Así habrá la posibilidad de hacer un aprovechamiento sustentable y ordenado del recurso agua. Del mismo modo, es posible ampliar los efectos benéficos de la creación de empleos durante el desarrollo de obra. Es claro que la mejoría en la cantidad y calidad del suministro de agua potable para Guaymas y Empalme, se traducirá en una mejoría de la calidad de y el mejoramiento global de los pobladores que dependen de este recurso para las necesidades básicas.



Los impactos que se ha anticipado ocurrirán sobre la atmósfera en lo relativo a la calidad del aire y ambiente sonoro tanto por la emisión de contaminantes y ruido, como por la suspensión de partículas, aunque de carácter adverso son temporales y los efectos cesan inmediatamente después de suspenderse la actividad que les da origen. Ello, adicionado a las características de la dinámica atmosférica que favorecen la dispersión de contaminantes permite asumir que la realización del proyecto no generará una modificación relevante en esta componente ambiental y que la condición atmosférica no presentará variaciones permanentes que pudiesen causar un efecto nocivo.

Los efectos sobre el suelo se han determinado, también, como adversos significativos, pero compensables y como adversos no significativos, además de potenciales y los que pueden evitarse en su totalidad si se aplican las medidas propuestas.

El agua es el componente ambiental que puede verse afectado por la suspensión de sedimentos en el momento del tendido de la tubería y las horas posteriores, lo que, como ha quedado asentado, afectará la calidad del agua para lo cual se ha propuesto la medida de mitigación que utiliza pantallas retenedoras de sedimentos. Por otro lado, en el corto plazo el impacto se revertirá una vez que el material en suspensión se sedimente nuevamente y con ello las condiciones ambientales en general mejoraran sensiblemente.

El respeto a la vegetación y a la fauna está íntimamente relacionado y, de hecho, determinados por el conocimiento que se tenga de su importancia; es por eso de la mayor relevancia la capacitación e información constante dirigida a los empleados sobre las características particulares de la flora y la fauna en el área de trabajo. Si se logran crear espacios de esparcimiento para los trabajadores y se les mantiene informado es muy poco probable que realizaran prácticas inadecuadas. No se espera que la presencia de trabajadores durante el desarrollo de las obras induzca, modificaciones permanentes en las condiciones naturales o sociales de la localidad.

La situación actual del sistema ambiental es la de un sistema en donde se dan procesos de deterioro debido a factores naturales y artificiales sobre todo una tendencia de crecimiento de la población importante que demanda servicios de los cuales el básico es el agua potable.

El escenario esperado sin las obras es el de un funcionamiento con deterioro crónico que terminará por obligar a buscar fuentes alternativas de abasto. Por ello el escenario esperado con proyecto es el de dar inicio al funcionamiento de esas fuentes alternas de abastecimiento en un caudal inicial de 200 L/s. El costo ambiental, de interés para el presente proyecto es bajo si se considera que con la aplicación de las medidas de mitigación se reduce significativamente.

El pronóstico del escenario se fundamenta en tres estudios principales que son la batimetría a detalle que permitió diseñar la cota a la cual se deberá efectuar el vertimiento, el modelo de dilución de la salmuera empleando el uso de eductores tipo Venturi y la ubicación del emisor de salmuera en el sitio que la caracterización física y biológica de la zona enfrente del proyecto donde no existieran componentes ambientales relevantes. Respecto del primero, los datos son producto de un modelado matemático, por lo que el monitoreo de la veracidad de estos resultados se deberá verificar durante la etapa de

operación del proyecto mediante el monitoreo de los valores reales de salinidad y deberá ser incluido en el Programa de Vigilancia Ambiental.

Lo anterior permitió que la identificación de impactos adversos se mantuviera en un nivel bajo en donde se pudieran aplicar medidas de mitigación.

La aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y compensación contribuyen para que los impactos detectados durante la etapa de construcción se neutralicen y finalmente sean compensados resultando en un incremento de la cobertura vegetal que funcionarán como una zona de importancia para la conservación y en particular para el grupo de mamíferos pequeños y reptiles.

Si se decidiera no realizar las obras, la actividad de abasto de agua potable seguiría dependiendo de la actual fuente de abasto que como ya se vio esta sobrexplotada lo cual pone en riesgo su sustentabilidad.

7.2 Programa de vigilancia ambiental

7.2.1 Objetivos

El presente Programa de Vigilancia Ambiental tiene como objetivo establecer las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo del proyecto en cuestión.

En general se recomienda el seguimiento de las condiciones ambientales en los sitios donde se desarrollarán actividades, supervisando el grado de avance de las distintas tareas de mitigación propuestas en este trabajo y cualquier otra información de interés desde el punto de vista ambiental que surgiera durante la ejecución del proyecto.

7.2.1.1 Objetivos generales del plan de vigilancia ambiental.

Con la finalidad de alcanzar las metas de protección ambiental se dará cumplimiento de los requisitos legales vigentes y las normas para el medio ambiente, la salud y la seguridad con el propósito de:

- Salvaguardar la salud de los empleados, a través de la promoción de un lugar de trabajo libre de accidentes.
- Promover métodos seguros de manejo, utilización y eliminación de productos mediante la adquisición y comunicación de información y la educación a los que estén relacionados con el proyecto.
- Reducir al mínimo el impacto de las operaciones en el medio ambiente, a través de la promoción de la protección del medio ambiente y la prevención de la contaminación.
- Monitorear y verificar que los valores arrojados de difusión salina por el modelado matemático de dilución de la salmuera se cumplan.



7.2.1.1.1 Objetivos específicos del plan de vigilancia ambiental.

- a. Controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, protección y prevención proyectadas como parte del presente trabajo.
- b. Realizar un seguimiento periódico de los distintos factores ambientales con el fin de establecer la afectación de los mismos en etapas tempranas que permitan la implementación de medidas correctivas no consideradas o modificaciones de las ya establecidas, incluido el comportamiento de la pluma salina a partir del emisor de salmuera.
- c. Facilitar a las autoridades pertinentes información respecto de la evaluación del grado de cumplimiento.

7.2.1.1.2 Lineamientos generales del plan de vigilancia ambiental.

El Plan de Vigilancia Ambiental se implementará desde el inicio de las actividades, continuando con el desarrollo de las diferentes etapas definidas, de acuerdo a un cronograma establecido con este propósito, hasta la conclusión del proyecto.

La Empresa constructora deberá observar e informar todas las actividades durante la fase de construcción del proyecto en relación a los siguientes aspectos:

1. Medidas de control de la erosión.
2. Medidas de protección a la flora y fauna.
3. Prácticas de manejo de residuos sólidos y sanitarios.
4. Protección de la calidad del aire.
5. Medidas de prevención, contención y control de derrames.
6. Prácticas de construcción.

7.3 Temporalidad de aplicación

Dado que la mayoría de los impactos adversos se presentan en la etapa de construcción que tienen una duración de 24 meses todas las medidas se aplican en este periodo, aunque con el detalle siguiente:

- Previo al inicio de obras
 - Elaboración del temario y contenido de talleres de protección de flora y fauna
 - Selección de personal responsable de supervisión ambiental
- Inicio de obras
 - Revisión del sitio para coleccionar la información necesaria para generar el programa de rescate de flora y fauna.
 - Elaboración de programas de rescate de flora y fauna
 - Aplicación de programas de rescate de flora y fauna

-
- Elaboración de programas de reforestación
 - Aplicación de programas de reforestación

El cronograma de acompañamiento a estas actividades se presenta a continuación.

7.4 CONCLUSIONES

Considerando la naturaleza del proyecto, su ubicación y su entorno ecológico, así como la normatividad ambiental y la evaluación de los impactos ambientales, se puede concluir lo siguiente:

- El proyecto se ha diseñado de acuerdo con los lineamientos de ingeniería y seguridad requeridos por la CONAGUA cabeza de este sector.
- La realización del proyecto tendrá efectos altamente benéficos dado que permitirá aumentar el caudal de abastecimiento de agua potable para las localidades de Guaymas y Empalme en 200 L/s.
- La mayoría de los impactos adversos identificados son inevitables, por ser inherentes a la naturaleza del proyecto, pero son de baja significancia ambiental, con la adecuada aplicación de las medidas de mitigación propuestas se reducirá el efecto negativo de los impactos adversos.
- Existen impactos ambientales residuales que deberán ser monitoreados en la etapa de operación con la finalidad de que cumplan con el modelado teórico.

Con base en lo anteriormente asentado se considera que el proyecto **Planta Desaladora Para las Ciudades de Guaymas y Empalme** es compatible con el entorno ambiental, así como con las instalaciones y uso de suelo actuales, por lo que se considera ambientalmente viable.

Los **beneficios sociales** serán **muy altos** porque no solamente beneficiarán a las poblaciones aledañas al sitio del proyecto, sino que trascenderán en principio a la Región y en seguida al Estado de Sonora.

En la construcción de este proyecto, uno de los aspectos más importantes es el suelo y la calidad del agua marina, son los **costos ecológicos** más Significativos. Sin embargo, esto será **significativamente remediado, rehabilitado y compensado** con las medidas propuestas.

De los impactos identificados, **la importancia** de los mismos en su mayoría es **irrelevante**, para algunos fue **moderada** y solamente en dos casos resultó ser **severa**. Esto significa que, de los impactos identificados, un porcentaje alto se pueden mitigar, compensar o inclusive inhibir. El **impacto severo** es el cambio de uso del suelo por la construcción de las instalaciones y sus accesorios, que no se puede mitigar, compensar o inhibir, pero esto es puntual y se espera su integración al paisaje con la aplicación de las medidas de mitigación.

Por todo lo anterior expuesto, la información que sustenta a la presente **MIA-P** y el beneficio que representa el **proyecto “Planta Desaladora Para las Ciudades de Guaymas y Empalme”**, se concluye que el mismo es **ecológicamente viable, socialmente aceptable y económicamente factible**.

Finalmente se concluye que: **el presente estudio de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular**, es un documento producto de una interacción bien coordinada de los profesionistas que participaron en su elaboración, quienes

pusieron además de su trabajo, la ética profesional que avala la información del documento.



8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

8.1 Documentos legales

ANEXO LEGAL: PROPIEDAD DEL PREDIO Y COMODATO PARA PRESENTAR LA MIA-P

8.1.1 Cartografía

- Incluida en el texto
- Planos anexos

0101 (Rev. A) Localización de pozos.dwg

0302 (Rev. A) Arreglo general en planta.dwg

0601 (Rev.A) Perfil hidráulico de salmuera.dwg

0100 (Rev.A) Trazo de línea MT

8.1.2 Fotografías

Incluido en el texto y anexo fotográfico

8.1.3 Videos

Se anexa video archivo **Video desal Empalme.mp4**

8.1.4 Listas de flora y fauna

Dada la extensión del sistema ambiental considerado, en el Anexo de Listados de Flora y Fauna se presentan los reportes regionales de especies en el área.

8.2 Otros anexos

Anexo Modelación: archivo **MEMORIA MODELO DILUCIÓN3.doc**

Anexo Modelación (caracterización del sitio): archivo **MEMORIA CARACTERIZACIÓN DEL SITIO_definitiva.doc**.

8.3 Glosario de términos

- **Batimetría.** Medida de la profundidad en los cuerpos de agua y estudio topográfico de su piso.
- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico. *
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso. *
- **Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema. *

- **Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- **Desmonte.** Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.
- **Desplazamiento.** Peso real de la embarcación o el peso del agua que desplaza cuando flota.
- **Duración.** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- **Escollera.** Rompeolas, obra de resguardo en los puertos, hecha con piedras arrojadas sin orden al fondo del agua, para defender de la mar de fuera una cala, puerto o ensenada.
- **ETJ.** Estudio Técnico Justificativo
- **CUSTF.** Cambio de uso del suelo en terrenos forestales
- **Impacto ambiental acumulativo.** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
*
- **Impacto ambiental residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. *
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales. *
- **Impacto ambiental sinérgico.** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. *
- **Impacto ambiental.** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Irreversible.** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- **Magnitud.** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- **Medidas de mitigación.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales

existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas. *

- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente. *
- **Naturaleza del impacto.** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **Reversibilidad.** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- **Sistema ambiental.** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.



Bibliografía

- ANR, ww.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx Presentación Sonora, Atlas Estatal de Riesgos.
- CENAPRED, 2012. Mapa de índices de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Secretaría de Gobernación, Marzo de 2012.
- CNA, 1992. Ley de Aguas Nacionales- Comisión Nacional del Agua. Publicado en el D.O.F. 1º de diciembre de 1992.
- CNA. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero valle de Guaymas, Estado de Sonora. México. 27 pp.
- CNA, 2012. Atlas Digital del Agua México- Sistema Nacional de información del Agua. Comisión Nacional del Agua. Gobierno de la República.
- Eva Lourdes VEGA-GRANILLO, Estudio Hidrogeológico de la cuenca del Rio Matape, Sonora. Departamento de Geología, UNISON, Hermosillo Sonora, México. Biol. Depto. Geol. Uni-Son, 1992, Vol. 9, N° 2, p. 75-84.
- F. Farreras Salvador, Domínguez Mora Ramón, Gutiérrez Martínez Carlos A. Tsunamis, SERIE Fascículos. Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2ª. Edición, agosto 2005.
- F. Molina-Freaner. and T. R. Van Devender (eds.). Diversidad Biológica de Sonora. UNAM-CONABIO. México 2010.
- García, M. E. (1989). Apuntes de climatología. México: UNAM.
- GARCIA-MORALES Gisela, Clasificación de playas con potencial para la implementación de campamentos ecoturísticos con subestación de energía renovable. Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Guaymas. Guaymas, Sonora, 2009.
- GEUM, 2013. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, 2013. Publicado en el D.O.F. 17 de Mayo de 2013.
- GEUM, 2014. Programa Nacional Hídrico. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Gobierno de la República. Publicado en el D.O.F. el 8 de Abril del 2014.
- GMS, 2016. Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018. Gobierno Municipal de Empalme, Sonora, México.
- GES, 2016. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021- Gobierno del Estado de Sonora. Publicado en el D.O.F. 12 de Diciembre de 2015.
- GES, 2014. Programa de Ordenamiento Territorial de la Zona Conurbada Guaymas- Empalme- San Carlos. Gobierno del estado de sonora.
- INEGI, 1990. Estudio Hidrológico el Estado de Sonora- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Sonora. México.
- OCN, 2011. Compendio de Identificación de asentamientos humanos en cauces federales. Organismo de cuenca noroeste, Estado de sonora. Gobierno Federal.
- Omri Flores Sánchez. Programa de Gestión del Agua para la cuenca del Rio Matape. Colegio de Sonora. Hermosillo, Sonora. Marzo de 2008.



- Sánchez Escalante José Jesús. Plantas nativas de Sonora: Las plantas del desierto sonorense. Revista Universidad de Sonora. Número 19, Octubre-Diciembre 2007. Pp. 20-22
- SEMARNAT, 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente. Publicado en el D.O.F. 28 de Enero de 1988.
- SEMARNAT, 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Publicado en el D.O.F. el 30 de mayo de 2000.
- SEMARNAT, 2003. Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicado en el D.O.F. el 23 de Abril de 2003.
- SEMARNAT, 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicado en el D.O.F. el 9 de Noviembre de 2006.
- SEMARNAT, 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, Requisitos para la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Publicado en el D.O.F. el 3 de Febrero de 1997.
- SEMARNAT, 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996, Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Publicado en el D. O. F. el 9 de octubre de 1996.
- SSA, 2000. MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicado en el D.O.F. el 20 de Junio de 2000.
- Vega-Granillo, E.L.; Cirett-Galán, Samantha; De la Parra-Velasco, M.L.; y Zavala-Juárez, Raúl, 2011, Hidrogeología de Sonora, México, in Calmus, Thierry, ed., Panorama de la geología de Sonora, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 118, cap. 8, p. 267–298, 12 figs., 2 tablas.
- Van Devender, T. R., R. S. Felger, F. Molina-Freaner, M. Fishbein, F. Molina-Freaner, J. J. Sánchez-Escalante, and A. L. Reina-Guerrero. 2009. Biodiversidad de las Plantas vasculares.