I. Unidad Administrativa que clasifica: Delegación Federal en Sonora.

II. Identificación del documento: Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A) así como su respectivo resolutivo.

III. Partes o secciones clasificadas: La parte de DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs. 6) Fotografía. 7) Inversión requerida; los cuales se encuentran en el capítulo I de la MIA. Consta de 06 versiones públicas.

IV. Fundamento legal y razones: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.
"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal1 en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica"

Fecha de Clasificación y número de acta de sesión: Resolución 161/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 14 de octubre del 2019.

1 En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR SECTOR HIDRÁULICO

DEL PROYECTO

PLANTA DESALINIZADORA PUERTO PEÑASCO

Presentado a consideración de la

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES SEMARNAT

PUERTO PENASCO, SONORA, MAYO 2019

INDICE

INDICE II

LISTA DE FIGURAS VI

LISTA DE TABLAS XIII

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

I.1. PROYECTO 1
I.1.1. Nombre del proyecto 1
I.1.2. Ubicación del proyecto 1
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto 3
I.1.4. Duración total del proyecto 3
I.1.5. Justificación de la construcción del proyecto. 3
I.1.6. Presentación de la documentación legal. 6
1.2. PROMOVENTE 6
I.2.1. Nombre o razón social 7
I.2.2. Registro Federal de Causantes (RFC) 7
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 7
I.2.4. Dirección del promovente o del representante legal 7
I.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 7
I.3.1. Nombre o razón social. 7
I.3.2. RFC. Del responsable del estudio de impacto ambiental 7
I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio: 7
I.3.4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio: 8
I.3.5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio: 8
I.3.6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio: 8
I.3.7. Dirección del responsable del estudio. 8

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 9
II.1.1 Naturaleza del proyecto 9
II.1.2 Selección del sitio 25
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 26
II.1.4 Inversión requerida 29
II.1.5 Dimensiones del proyecto 31
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 31
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 32
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 34
II.2.1 Programa General de Trabajo 36
II.2.2 Preparación del sitio 37
II.2.4 Etapa de construcción 39
II.2.6 Descripción de obras complementarias al proyecto 43
II.2.6 Etapa de abandono del sitio 48
II.2.7 Utilización de explosivos 49
II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 49
II.2.9 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos 50

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓNY ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES 51

III.1. CONVENIOS INTERNACIONALES. 51
III.1.1. Convenios sobre diversidad biológica. 51
III.1.2. Protocolo de Kyoto 52
III.1.3. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres 54
III.1.4. Acuerdo de París 56
III.2. PROGRAMAS SECTORIALES. 58
III.2.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 58
III.2.2. Programa Especial de Cambio Climático 2013-2018. 59
III.3. PLANES DE DESARROLLO 60
III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. 60
III.3.2. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 para el Estado de Sonora. 64
III.3.3. Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 del municipio de Puerto Peñasco, Sonora 66
III.4. ORDENAMIENTOS DEL TERRITORIO 68
III.4.1. Ordenamiento Ecológico General del Territorio 72
III.4.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora. 78
III.4.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora. 82
III.4.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. 88
III.5. ÁREAS NATURALES Y DE ATENCIÓN PRIORITARIA. 95
III.5.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal. 95
III.5.2. Regiones Terrestres Prioritarias. 101
III.5.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias. 106
III.5.4. Regiones Marinas Prioritarias. 111
III.5.5. Sitios RAMSAR 113
III.5.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). 122
III.6. LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES 124
III.6.1.Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 124
III.6.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 125
III.6.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental 128
III.6.4. Reglamento de la Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos 128
III.6.5. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas 129
III.6.6. Ley General de Cambio Climático 130
III.6.7. Ley General de Vida Silvestre 130
III.6.8. Ley de Aguas Nacionales 131
III.7. LEYES LOCALES Y SUS REGLAMENTOS APLICABLES 135
III.7.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora 135
III.8. NORMAS QUE RIGEN EL PROCESO 136
III.8.1. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT- 1996 136
III.8.2. Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996 141
III.8.3. Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996 142
III.8.4. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 144
III.8.5. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006. 146
III.8.6. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006. 147
III.8.7. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. 147
III.8.8. Norma Oficial Mexicana NOM- 081-SEMARNAT-1994. 147

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 149

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. 149
IV.2 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL 152
IV.2.1 Aspectos abióticos. *154*
IV.2.1.1 Clima 154
IV.2.1.2 Geología y geomorfología. 158
IV.2.1.3 Suelos 165
IV.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea. 169
IV.2.1.5 Oceanografía 174
IV.2.1.6 Modelo hidrodinámico: Pluma de dispersión salina 200
IV.2.2 Medio biótico *231*
IV.2.2.1 Vegetación. 231
IV.2.2.2 Fauna 246
IV.2.3 Aprovechamiento de recursos naturales *260*
IV.2.4 Análisis de paisaje *264*
IV.2.4.1 Generalidad. 264
IV.2.4.2 Delimitación de Unidades de paisaje. 270
IV.2.4.3 Características de las Unidades de paisaje. 274
IV.2.4.4 Análisis de visibilidad. 286
IV.2.4.5 Cuantificación de los Parámetros paisajísticos. 294
IV.2.5 Sistema ambiental. *299*
IV.3 ASPECTO SOCIOECONÓMICO 300
IV.3.1 Demografía *300*
IV.3.2 Pueblos originarios *301*
IV.3.3 Educación *306*
IV.3.4 Sector salud *307*
IV.3.5 Economía *308*
IV.3.6 Problemática del agua *315*
IV.3.7 Infraestructura y Riesgo *316*

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.. 320

V.1 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 320
V. 1.1 Criterios y metodología de evaluación *320*
V.1.1.1. Listas de Chequeo 324
V.1.1.2. Matriz de Leopold *ad hoc* 327
V.1.1.3 Escenarios *333*
V.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 334
V.2.1. Lista de Identificación y evaluación de los impactos *334*
V.2.2. Descripción de los impactos ambientales *343*
V.2.2.1. Evaluación de los impactos ambientales 345

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 351

VI.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROGRAMA 352
VI.1.1. Identificación de las medidas de mitigación *352*
VI.1.2. Programa de las medidas de mitigación *353*
VI.1.3. Descripción de las medidas o programas de medidas de mitigación por componente ambiental *354*
VI.1.4. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR ETAPAS DEL PROYECTO 376
VI.2. IMPACTOS RESIDUALES 380
VI.3. IMPACTOS SINÉRGICOS 382

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS 388

VII.1. PRONOSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO 388
VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL..... 390
VII.2.1. Logística para la aplicación del programa de vigilancia ambiental..... 390

VIII.IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIÓNES ANTERIORES 395

IX. CONCLUSIONES 396

X. BIBLIOGRAFIA ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA I.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO. 1
FIG. II.2 LIMITE DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE PUERTO PEÑASCO SONORA. 11
FIGURA II.3. SE ILUSTRAN LOS SUBSISTEMAS EN QUE SE DIVIDE EL SISTEMA DE DESALINIZACIÓN. 14
FIGURA II.4. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA 19
FIG. II.5. ÁREA DE EMISOR Y DESCARGA DE SALMUERA 23
FIG. II.6. ÁREA DE PLANTA, POZOS Y ACUEDUCTOS 24
FIGURA II.7. LAYOUT DEL PROYECTO 27
FIGURA II.8. USO DE SUELO COLINDANTE A LA ZONA DEL PROYECTO. 33
FIGURA III.1. ESQUEMA DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018. 61
FIGURA III.2. EJES ESTRATÉGICOS Y TRANSVERSALES DEL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE SONORA 2016-2021. 65
FIGURA III.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO EXPEDIDOS CON O SIN LA PARTICIPACIÓN DE LA SEMARNAT. 70
FIGURA III.4. ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO Y ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS MARINOS DECRETADOS EN MÉXICO. 71
FIGURA III.5. LOCALIZACIÓN DE LA UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA NO. 6 DONDE SE UBICA EL PROYECTO. 72
FIGURA III.6. UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DE SONORA. 79
FIGURA III.7. LOCALIZACIÓN DE LA UGA 508-0/01 SIERRA BAJA. 80
FIGURA III.8. UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO COSTA DE SONORA. FUENTE: BOLETÍN OFICIAL GOBIERNO DEL ESTADO DE SONORA 83
FIGURA III.9. DETALLE DE UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL EN PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO COSTA DE SONORA. 84
FIGURA III.10. POLÍTICAS PROPUESTAS EN PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO COSTA DE SONORA. FUENTE: BOLETÍN OFICIAL GOBIERNO DEL ESTADO DE SONORA 86
FIGURA III.11. DETALLE DE POLÍTICAS PROPUESTAS EN PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO COSTA DE SONORA. FUENTE: BOLETÍN OFICIAL GOBIERNO DEL ESTADO DE SONORA 87
FIGURA III. 12. MAPA DE UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL (UGA). 90
FIGURA III.13. MAPA DE UGC7. 92
FIGURA III.14. ÍNDICE DE APTITUD PESCA INDUSTRIAL, PESCA RIBEREÑA, TURISMO Y CONSERVACIÓN. FUENTE: DOF 15 DE DICIEMBRE 2006 93
FIGURA III.15. ÍNDICE DE PRESIÓN MARINA E ÍNDICE DE PRESIÓN COSTERA POR UNIDAD DE INFLUENCIA TERRESTRE. FUENTE: DOF 15 DE DICIEMBRE 2006 94
FIGURA III.16. ÍNDICE DE FRAGILIDAD Y MAPA DE ZONAS DE INTERÉS PRIORITARIO A NIVEL ESTATAL. 95
FIGURA III.17. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN MÉXICO. 96
FIGURA III.18. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS CERCANAS AL PROYECTO. 97
FIGURA III.19. UBICACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 97
FIGURA III. 20. MAPA DE REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS EN MÉXICO 101
FIGURA III.21. MAPA DE REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS EN EL NOROESTE DE MÉXICO. 102
FIGURA III.22. MAPA DE UBICACIÓN DE RTP CERCANAS AL SITIO 102
FIG.III.23. MAPA DE REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS EN MÉXICO 107
FIGURA III.24. MAPA DE REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS CERCANAS. 108
FIGURA III.25. MAPA DE REGIONES MARINAS PRIORITARIAS EN MÉXICO 112
FIGURA III.26. SITIOS RAMSAR EN MÉXICO 114
FIGURA III.27. DISTANCIA DE LOS SITIOS RAMSAR CON RESPECTO AL SITIO. 115
FIGURA III.28. UBICACIÓN DE LOS SITIOS RAMSAR CON RESPECTO AL SITIO. 116
FIGURA III.29. HUMEDALES DE BAHÍA SAN JORGE. 117
FIGURA III.30. HUMEDALES DE BAHÍA ADAIR 120

FIGURA III.31. UBICACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES EN EL NOROESTE DE MÉXICO. 123
FIGURA III.32. REFERENCIA DE LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS. 138
FIGURA III.33. REFERENCIA DE LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS. 139
FIGURA III.34. REFERENCIA DE FECHAS LÍMITES DE CUMPLIMIENTO DESCARGAS NO MUNICIPALES. 140
FIGURA III.35. REFERENCIA DE PERIODICIDAD DE ANÁLISIS Y REPORTES. 140
FIGURA III.36. REFERENCIA DE LÍMITES PERMISIBLES DE COLIFORMES. 144
FIGURA III.37. REFERENCIA DE LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS. ... 145
FIGURA III.38. REFERENCIA DE LÍMITES PERMISIBLES DE CONSTITUYENTES QUÍMICOS. 146
FIGURA III.39. REFERENCIA DE LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PESO BRUTO VEHICULAR. 147
FIGURA IV. 1 REGIONES EN LAS QUE SE INTEGRAN LAS UTB EN EL ESTADO DE SONORA. 149
FIGURA IV. 2 DIVISIÓN DE UTB EN EL ESTADO. 150
FIGURA IV. 3 UBICACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA REGIÓN DE ESTUDIO (UTB SAN LUIS RIO COLORADO). 152
FIGURA IV. 4 MAPA DE CLIMAS EN LA REGIÓN DE INTERÉS. 156
FIGURA IV. 5 MAPA DE TEMPERATURAS EN LA REGIÓN DE INTERÉS. 157
FIGURA IV. 6 GRAFICO DE ESTADÍSTICA CLIMATOLÓGICA PARA LA ESTACIÓN DE PUERTO PEÑASCO. 158
FIGURA IV. 7 MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL. 159
FIGURA IV. 8 RASGOS GEOLÓGICOS. 162
FIGURA IV. 9 RASGOS FISIOGRÁFICOS. 164
FIGURA IV. 10 TIPO DE SUELOS. 168
FIGURA IV. 11 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL: SUBCUENCAS Y RÍOS. 169
FIGURA IV. 12 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA: ACUÍFEROS. 170
FIGURA IV. 13 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA: POTENCIAL AGUA SUBTERRÁNEA. 171
FIGURA IV. 14 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA: SITUACIÓN DE LOS ACUÍFEROS. 173
FIGURA IV. 15 BATIMETRÍA DEL GOLFO DE CALIFORNIA OBTENIDA DE LA BASE DE DATOS ETOPO1 (AMANTE, C. Y B. W. EAKINS, 2009). LA BARRA DE COLORES REPRESENTA LAS PROFUNDIDADES EN METROS. 174
FIGURA IV. 16 VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR PARA 3 SITIOS EN EL INTERIOR DEL GC. PANEL INFERIOR, VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR EN LA PAZ BCS CERCA DE LA BOCA DEL GC; PANEL INTERMEDIO, VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR EN GUAYMAS, SONORA, PARTE CENTRAL DEL GC; PANEL SUPERIOR, VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR EN PUERTO PEÑASCO, SONORA, PARTE NORTE DEL GC, NÓTESE EL CAMBIO DE ESCALA EN EL EJE VERTICAL. EL NIVEL CERO CORRESPONDE AL NBMI. 176
FIGURA IV. 17 EVOLUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL CAMPO DE CORRIENTES EN LA PARTE NORTE DEL GC... 177
FIGURA IV. 18 CAMPO DE CORRIENTES EN EL GC PARA UN INSTANTE. LOS VECTORES INDICAN LA MAGNITUD Y LA DIRECCIÓN DE LA CORRIENTE. 178
FIGURA IV. 19 SALINIDAD SUPERFICIAL PROMEDIO PARA 5 AÑOS (CONTORNOS DE COLORES). (DE ZAMUDIO ET.AL., 2011) 181
FIGURA IV. 20 SALINIDAD SUPERFICIAL (CONTORNOS DE COLORES) Y CORRIENTES EN LA CAPA SUPERIOR DEL MAR (0-100 M) PARA EL 23 DE JUNIO DE 2006. 182
FIGURA IV. 21 UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO A ~ 7.5 KM AL OESTE DE PUERTO PEÑASCO, SONORA (CÍRCULO BLANCO). SISTEMA DE COORDENADAS LATITUD-LONGITUD. 183
FIGURA IV. 22 ÁREA A REALIZAR TRABAJOS BATIMÉTRICOS (POLÍGONO ROJO), SITIO DE ESTUDIO, PUERTO PEÑASCO, SONORA. 184
FIGURA IV. 23 PERSONAL TOPOGRÁFICO REALIZANDO PERFILES PLAYEROS CON EQUIPO GPS R8, MARCA TRIMBLE EN SITIO DE ESTUDIO. 184
FIGURA IV. 24 UBICACIÓN DE INSTALACIÓN DE CORRENTÓMETRO S4 Y S4DW, QUE SE UTILIZARON PARA MEDIR CORRIENTES Y VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR (PUNTO 1) Y CORRIENTES, MAREA Y OLEAJE (PUNTO 2), SISTEMA DE COORDENADAS UTM ZONA 12N. 185

FIGURA IV. 25 CORRENTÓMETROS ELECTROMAGNÉTICOS MARCA INTEROCEAN MODELO S4 Y S4DW, LOS CUALES SE UTILIZARAN PARA CAMPAÑA DE MEDICIÓN OCEANOGRÁFICA EN SITIO DE ESTUDIO. SE MUESTRA LA CANASTILLA DE ALUMINIO UTILIZADA COMO ANCLAJE. 187
FIGURA IV. 26 ZONA DE ESTUDIO CON ESTACIONES DE MUESTREO EN PUERTO PEÑASCO, SONORA. 189
FIGURA IV. 27 FIJAS BATIMÉTRICAS REALIZADAS CON ECOSONDA EN POLÍGONO DETERMINADO PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS. 191
FIGURA IV. 28 CURVAS BATIMÉTRICAS EN SITIO DE OBRA. 192
FIGURA IV. 29 COMPONENTE ESTE (PANEL SUPERIOR) Y NORTE (PANEL INFERIOR) DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE, MEDIDAS POR EL CORRENTÓMETRO S4 EN PUNTO 1, EL EJE DE LAS "X" INDICA EL PERIODO EN DÍA-MES, EL EJE DE LAS "Y" INDICA LA VELOCIDAD EN $\boldsymbol{cm\ s-1}$. 193
FIGURA IV. 30 MAGNITUD DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE (PANEL SUPERIOR), DIRECCIÓN (PANEL INTERMEDIO), VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR (PANEL INFERIOR). VARIABLES MEDIDAS POR EL CORRENTÓMETRO S4 EN PUNTO 1, EL EJE DE LAS "X" INDICA EL PERIODO EN DÍAS. 194
FIGURA IV. 31 ROSA DE DIRECCIÓN DE CORRIENTES MEDIDA POR EL CORRENTÓMETRO S4 EN PUNTO 1 DEL SITIO DE ESTUDIO. SE OBSERVA UNA OSCILACIÓN DE LA CORRIENTE DEL OESTE-NOROESTE Y ESTE-SURESTE, CON UNA PREDOMINANCIA EN LA CORRIENTE EN DIRECCIÓN OESTE-NOROESTE. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA MAGNITUD DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE. 194
FIGURA IV. 32 GRAFICADO DE DATOS POR ESTACIÓN POR LANCE. EJEMPLO: ESTACIÓN 1, LANCE DEL 1 AL 8 DE 26. 196
FIGURA IV. 33 GRAFICAS INTEGRADAS DE TEMPERATURA DE 26 LANCES POR ESTACIÓN. 197
FIGURA IV. 34 GRAFICAS INTEGRADAS DE SALINIDAD DE 26 LANCES POR ESTACIÓN. 197
FIGURA IV. 35 DIAGRAMA T-S PARA DATOS DE CAMPAÑA DE CTD. 199
FIGURA IV. 36 ESQUEMA DE FLUJO DEL MODELO DELF3D-FM, SE COMPONE DE UNA SERIE DE MÓDULOS ACOPLADOS QUE ANALIZAN DIFERENTES TÓPICOS DE LA OCEANOGRAFÍA DINÁMICA COSTERA, EN PARTICULAR EN ESTE TRABAJO SE UTILIZÓ EL MÓDULO FLOW 202
FIGURA IV. 37 MALLA NUMÉRICA GENERADA A BASE DE POLINOMIOS DE ALTO ORDEN (SPLINES), RESOLUCIÓN ESPACIAL VARIABLE. LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN SE UBICAN EN LAS COORDENADAS DE INSTALACIÓN DE LOS SENSORES DE MEDICIÓN (S4). 205
FIGURA IV. 38 BATIMETRÍA (CURVAS DE NIVEL) UTILIZADA COMO ENTRADA DEL MODELO NUMÉRICO, LAS ISOBATAS SE PRESENTAN A CADA 5 METROS CON EL FIN DE OBSERVAR LA PROFUNDIDAD PARA EL SITIO DE ESTUDIO DE MANERA GENERAL. 206
FIGURA IV. 39 COMPARACIÓN ENTRE LAS SERIES DE TIEMPO DE VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR REGISTRADAS POR LA MEDICIÓN DE LOS SENSORES (LÍNEA CONTINUA) Y LAS CALCULADAS POR EL MODELO NUMÉRICO (PUNTOS AZULES). 208
FIGURA IV. 40 SERIES DE TIEMPO DE VARIACIÓN DEL NIVEL DEL MAR (PANEL SUPERIOR) Y MAGNITUD DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE (PANEL INFERIOR) PARA EL PERIODO DE MEDICIÓN DE CORRIENTES EN SITIO DE ESTUDIO. LÍNEA ROJA REGISTRADA POR EL SENSOR DE CORRIENTES, LÍNEA AZUL OBTENIDAS POR EL MODELO HIDRODINÁMICO 209
FIGURA IV. 41 CAMPO DE VELOCIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE HA ESTADO DE REFLUJO. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA LA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA MAGNITUD DE LA CORRIENTE EN $\boldsymbol{ms-1}$. 210
FIGURA IV. 42 CAMPO DE VELOCIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE HA ESTADO DE FLUJO A REFLUJO. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA LA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA MAGNITUD DE LA CORRIENTE EN $\boldsymbol{ms-1}$. 211
FIGURA IV. 43 CAMPO DE VELOCIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE HA ESTADO DE REFLUJO. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA LA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA MAGNITUD DE LA CORRIENTE EN $\boldsymbol{ms-1}$. 211

FIGURA IV. 44 CAMPO DE VELOCIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE HA ESTADO DE REFLUJO A FLUJO. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA LA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA MAGNITUD DE LA CORRIENTE EN $\boldsymbol{ms-1}$. 212
FIGURA IV. 45 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO CERCANO PARA PASO DE TIEMPO INICIAL. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 213
FIGURA IV. 46 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO CERCANO PASO DE TIEMPO 2. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 214
FIGURA IV. 47 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO CERCANO PASO DE TIEMPO 3. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 215
FIGURA IV. 48 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO CERCANO PASO DE TIEMPO 4. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 216
FIGURA IV. 49 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO CERCANO PASO DE TIEMPO 5. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 217
FIGURA IV. 50 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO CERCANO PASO DE TIEMPO 6. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 218
FIGURA IV. 51 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO CERCANO PASO DE TIEMPO 7 . LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 219
FIGURA IV. 52 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 1, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 220
FIGURA IV. 53 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 2, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 221
FIGURA IV. 54 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 3, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 222
FIGURA IV. 55 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 4, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 223
FIGURA IV. 56 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 5, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 224
FIGURA IV. 57 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 6, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 225
FIGURA IV. 58 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 7, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 226
FIGURA IV. 59 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 8, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL)..... 227

FIGURA IV. 60 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 9, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL). 228
FIGURA IV. 61 PLUMA DE DISPERSIÓN SALINA CAMPO LEJANO PARA EL TIEMPO 10, PRODUCTO DE VERTIMIENTO DE SALMUERA AL SITIO DE ESTUDIO POR MEDIO DE DIFUSORES. PANEL SUPERIOR DERECHO MUESTRA EL MES, AÑO, DÍA, HORA, MINUTO Y SEGUNDO PARA EL ESTADO DE MAREA PARA LA FIGURA. LA ESCALA DE COLORES INDICA LA SALINIDAD EN PPT (PARTES POR MIL). 229
FIGURA IV. 62 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN. 232
FIGURA IV. 63 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO. 237
FIGURA IV. 64 IMAGEN QUE MUESTRA PARTE DEL ÁREA DEL PROYECTO CLASIFICADA VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS 238
FIGURA IV. 65 IMAGEN DE UNA PLANTA DE HIERBA LOCA, ASTRAGALUS MAGDALENAE, CRECIENDO SOBRE EL SUELO DE DUNAS DEL TERRENO DEL PROYECTO CONSIDERADO POR EL INEGI COMO URBANO CONSTRUIDO 239
FIGURA IV. 66 EQUIPO DE BUCEO SCUBA Y AHUYENTADOR DE TIBURONES UTILIZADO EN EL ESTUDIO. 241
FIGURA IV. 67 PUNTOS DE MUESTREO SUBMARINO BIOLÓGICO MARINO 242
FIGURA IV. 68 UBICACIÓN DE ESTACIÓN DE MUESTREO CON BOYA E INMERSIÓN DE DOS BUZOS. 243
FIGURA IV. 69 IMAGEN DE TABLA PARA MONITOREO Y TRANSECTO 243
FIGURA IV. 70 DIBUJO DE TRANSECTO PARA CENSOS SUBMARINOS. 244
FIGURA IV. 71 IMAGEN QUE MUESTRA PARCIALMENTE EL ÁREA PROPUESTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO. NÓTESE LA PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT POR ACTIVIDADES HUMANAS QUE IMPIDEN LA PRESENCIA DE EJEMPLARES DE FAUNA SILVESTRE EN EL LUGAR 253
FIGURA IV. 72 RECOPILACIÓN DE DATOS EN MEDIO MARINO. 259
FIGURA IV. 73 CANGREJO ERMITAÑO. 259
FIGURA IV. 74 ESTRELLA DE PUNTAS NEGRAS (*ECHINASTER TENUISPINA*). 259
FIGURA IV. 75 UNIDADES DE PAISAJE. 271
FIGURA IV. 76 MODIFICACIONES ANTROPOGÉNICAS EN LAS UNIDADES AMBIENTALES. 272
FIGURA IV. 77 TEMPORALIDAD DE LA INTERVENCIÓN. 273
FIGURA IV. 78 NIVEL DE ALTERACIÓN. 273
FIGURA IV. 79 UNIDAD DE PAISAJE SIERRA. 274
FIGURA IV. 80 VISTA ESCÉNICA DESDE LA UNIDAD DE PAISAJE SIERRA. 275
FIGURA IV. 81 UNIDAD DE PAISAJE SIERRA. 276
FIGURA IV. 82 VISTA ESCÉNICA DESDE LA UNIDAD DE PAISAJE LOMERÍO. 277
FIGURA IV. 83 UNIDAD DE PAISAJE DUNAS. 278
FIGURA IV. 84 VISTA ESCÉNICA DESDE LA UNIDAD DE PAISAJE DUNA 279
FIGURA IV. 85 UNIDAD DE PAISAJE COSTA ROCOSA. 280
FIGURA IV. 86 UNIDAD DE PAISAJE COSTA ROCOSA. 281
FIGURA IV. 87 UNIDAD DE PAISAJE HUMEDAL NATURAL. 282
FIGURA IV. 88 UNIDAD DE PAISAJE OCÉANO. 283
FIGURA IV. 89 UNIDAD DE PAISAJE PLANICIE O LLANURA COSTERA. 284
FIGURA IV. 90 UNIDAD DE PAISAJE PLAYA. 285
FIGURA IV. 91 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 1 SIN PROYECTO. 286
FIGURA IV. 92 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 1 CON PROYECTO. 287
FIGURA IV. 93 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 1 SIN PROYECTO Y CON PROYECTO. LAS ZONAS MARCADAS EN VERDE SON IMPACTADAS POR EL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA. 287
FIGURA IV. 94 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 2 SIN PROYECTO. 288
FIGURA IV. 95 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 2 CON PROYECTO. 288
FIGURA IV. 96 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 2 SIN PROYECTO Y CON PROYECTO. LAS ZONAS MARCADAS EN VERDE SON IMPACTADAS POR EL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA. 289

FIGURA IV. 97 ZONA APROXIMADA DE OBSTRUCCIÓN DE LA VISIBILIDAD DESDE EL PUNTO DE OBSERVACIÓN 2. 289
FIGURA IV. 98 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 3 SIN PROYECTO. 290
FIGURA IV. 99 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 3 CON PROYECTO. 290
FIGURA IV. 100 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 3 SIN PROYECTO Y CON PROYECTO. LAS ZONAS MARCADAS EN VERDE AL ESTE DEL PROYECTO SON IMPACTADAS POR EL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA. 291
FIGURA IV. 101 ZONA DE OBSTRUCCIÓN DE LA VISIBILIDAD DESDE EL PUNTO DE OBSERVACIÓN 3. 291
FIGURA IV. 102 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 4 SIN PROYECTO. 292
FIGURA IV. 103 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 4 CON PROYECTO. 293
FIGURA IV. 104 VISIBILIDAD DEL PUNTO DE OBSERVACIÓN 4 SIN PROYECTO Y CON PROYECTO. LAS ZONAS MARCADAS EN VERDE AL NORTE DEL PROYECTO SON IMPACTADAS POR EL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA. 293
FIGURA IV. 105 EXTRACTO DE SISTEMA AMBIENTAL MUNICIPAL. 299
FIGURA IV. 106 DINÁMICA DEMOGRÁFICA DE LA REGIÓN CERCADA A PUERTO PEÑASCO 300
FIGURA IV. 107 DINÁMICA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA EL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO 301
FIGURA IV. 108 NÚMERO DE HABLANTES DE LENGUA INDÍGENA EN EL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO 301
FIGURA IV. 109 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR LOCALIDADES EN EL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO302
FIGURA IV. 110 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE 0 A 14 AÑOS DE EDAD POR LOCALIDADES DENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO 303
FIGURA IV. 111 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE 15 A 64 AÑOS DE EDAD POR LOCALIDADES DENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO. 304
FIGURA IV. 112 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE MÁS DE 65 AÑOS DE EDAD POR LOCALIDADES DENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO 305
FIGURA IV. 113 NÚMERO DE ESCUELAS ENE L MUNICIPIO SEGÚN DATOS DEL CENSO DE 2010 DEL INEGI 306
FIGURA IV. 114 ASISTENCIA ESCOLAR POR RANGOS DE EDAD SEGÚN DATOS DEL CENSO DEL 2010 DEL INEGI 307
FIGURA IV. 115 NÚMERO DE DERECHOHABIENTES DENTRO DEL SECTOR SALUD PARA EL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO 307
FIGURA IV. 116 POBLACIÓN EN CONDICIÓN DE ACTIVIDAD ECONÓMICA DENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO 308
FIGURA IV. 117 GRADO DE MARGINACIÓN POR LOCALIDAD DENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO.. 310
FIGURA IV. 118 GRADO DE REZAGO SOCIAL POR LOCALIDAD DENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO.311
FIGURA IV. 119 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE OCUPADA POR SECTOR DENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO 314
FIGURA IV. 120 DISTRIBUCIÓN TÍPICA DEL CONSUME DOMICILIARIO DE AGUA 315
FIGURA IV. 121 INFRAESTRUCTURA CARRETERA. 317
FIG. V.1 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y LOS ATRIBUTOS DEL PROYECTO 323
FIG. V.2. COMPORTAMIENTO DE LOS VALORES OBTENIDOS PARA CADA TIPO DE IMPACTO 332
MATRIZ DE LEOPOLD 332
FIG. V.4. VIA TOTAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO 346
FIG. V.5. VALOR DE IMPACTO AMBIENTAL OBTENIDO PARA CADA UNO DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES EN LA SITUACIÓN ACTUAL 348
FIG. V.6. VALOR DE IMPACTO AMBIENTAL OBTENIDO PARA CADA UNO DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES EN EL ESCENARIO MODIFICADO 349
FIG. V.7. VALOR DE IMPACTO AMBIENTAL (VIA) DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES EN LA SITUACIÓN ACTUAL Y EL ESCENARIO MODIFICADO 349
FIG. V.8. VALOR DE IMPACTO AMBIENTAL OBTENIDO PARA CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO EN EL ESCENARIO MODIFICADO 350

FIGURA VI.1. IMPACTOS TOTALES. VIA POR CADA UNO DE LOS MEDIOS AMBIENTALES CONSIDERADOS, RESULTANTE DE LA COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS ACTUAL Y MODIFICADO (IMPACTOS TOTALES) 385
FIGURA VI.2. VIA POR CADA UNO DE LOS MEDIOS AMBIENTALES CONSIDERADOS, RESULTANTE DE LA COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS ACTUAL Y MODIFICADO (IMPACTOS ADVERSOS Y BENÉFICOS) 385
FIGURA VI.3. VIA DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES CONSIDERADOS RESULTANTE DE LA COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS ACTUAL Y MODIFICADO (IMPACTOS TOTALES)..... 386
FIGURA VI.4. VIA DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES CONSIDERADOS RESULTANTE DE LA COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS ACTUAL Y MODIFICADO (IMPACTOS ADVERSOS) 387
FIGURA VI.5. VIA DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES CONSIDERADOS RESULTANTE DE LA COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS ACTUAL Y MODIFICADO (IMPACTOS BENÉFICOS) 387
FIGURA VII.1. VALORES OBTENIDOS PARA EL FACTOR VULNERABILIDAD (FACTOR V) EN LOS DIFERENTES ESCENARIOS CONSIDERADOS 389

LISTA DE TABLAS

TABLA I.1. CUADROS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS PREDIOS DEL PROYECTO 2
TABLA I.2. REGIÓN HIDROLÓGICA-ADMINISTRATIVA II "NOROESTE" 3
TABLA I.3. RELACIÓN OFERTA Y DEMANDA 5
TABLA I.4. BALANCE HIDRÁULICO DE LA SITUACIÓN 6
TABLA II.1. UBICACIÓN DE POZOS 10
TABLA II.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA MAR CONSIDERADA PARA EL DISEÑO DEL PROCESO DE DESALINIZACIÓN. 12
TABLA II.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PRODUCTO QUE SERÁ OBTENIDA POR EL PROCESO DE DESALINIZACIÓN. 12
TABLA II.3. SUPERFICIES DE OCUPACIÓN DEL PROYECTO. 27
TABLA II.4. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL EMISOR Y ACUEDUCTOS. 28
TABLA II.4. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL EMISOR Y ACUEDUCTOS CONT. 29
TABLA II.5. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN 30
TABLA II.6. DOSIFICACIÓN DE USOS 32
TABLA II.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ETAPAS DE PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DESALINIZADORA Y LAS GESTIONES COMPLEMENTARIAS 36
TABLA II.8. TIPO DE RESIDUOS A GENERAR EN EL PROYECTO 49
TABLA III.1. LINEAMIENTOS ECOLÓGICOS Y ESTRATEGIAS SECTORIALES DE LA UAB 8 74
TABLA III.2. ANÁLISIS DE COINCIDENCIAS DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS DEL POEGT 75
TABLA III.3. MATRIZ DE LINEAMIENTOS, CRITERIOS Y ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS DE LA UGA 508-0/01 SIERRA BAJA DONDE SE UBICA EL PROYECTO 81
TABLA III.4. VINCULACIÓN DEL PROYECTO Y LOS CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA 81
TABLA III.5. ESTRATEGIA ECOLÓGICA. 82
TABLA III.6. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES PARA CADA UGA EN EL ÁREA DE ESTUDIO. 88
TABLA III.7. MATRIZ DE POLÍTICAS, LINEAMIENTOS, CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA Y ESTRATEGIA ECOLÓGICA PARA LAS UGAS IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO. 88
TABLA III.8. VINCULACIÓN DE LA LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DE SONORA APLICABLE DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO. 135
TABLA IV. 1 ESTADÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS NORMALES DE LA ESTACIÓN PUERTO PEÑASCO, SONORA (CONAGUA). 157
TABLA IV. 2 DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LAS COBERTURAS DE CADA UNO DE LOS RASGOS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN DE ESTUDIO. 160
TABLA IV. 3 DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LAS COBERTURAS DE CADA UNO DE LOS RASGOS GEOLÓGICOS EN EL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO. 162
TABLA IV. 4 RASGOS FISIOGRÁFICOS EN PORCENTAJE DE COBERTURA REGIONAL. 163
TABLA IV. 5 RASGOS FISIOGRÁFICOS AGRUPADOS. 164
TABLA IV. 6 DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LAS COBERTURAS DE LAS CLASES DE FISIOGRAFÍA EN EL MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO. 165
TABLA IV. 7 DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LAS COBERTURAS DE CADA UNO DE LOS TIPOS DE SUELO MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO. 168
TABLA IV. 8 DETALLE DE LOS ACUÍFEROS EN LA REGIÓN. 172
TABLA IV. 9 COORDENADAS EN SISTEMA UTM DE UBICACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN (CORRENTÓMETROS) EN PUNTOS DE INTERÉS DEL SITIO DE ESTUDIO. 187
TABLA IV. 10 FECHA DE INICIO DE MEDICIONES DE CORRIENTES EN ESTACIÓN 1 Y 2 EN ÁREA DE ESTUDIO. 187
TABLA IV. 11 COORDENADAS UTM ZONA 12N SISTEMA DE REFERENCIA WGS84 DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL SITIO DE ESTUDIO. 190
TABLA IV. 12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO CTD MARCA CASTAWAY. 190

TABLA IV. 13 VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS ENCONTRADOS EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES DURANTE LA CAMPAÑA DE CTD. 198
TABLA IV. 14 PRINCIPALES COMPONENTES ARMÓNICAS DE MAREA PARA PUERTO PEÑASCO, SONORA DETERMINADAS POR (MATTHEWS, 1968). 207
TABLA IV. 15 TIPOS DE VEGETACIÓN EN PUERTO PEÑASCO 232
TABLA IV. 16 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN COORDENADAS UTM, ZONA 12 DATUM WGS1984. 242
TABLA IV. 17 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO DE MONITOREO 1. 244
TABLA IV. 18 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO DE MONITOREO 2. 245
TABLA IV. 19 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO DE MONITOREO 3. 245
TABLA IV. 20 PECES DE AGUA DULCE DE IMPORTANCIA POR ESTAR ENLISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN. 247
TABLA IV. 21 ESPECIES DE PECES BAJO CATEGORÍA DE RIEGO. 248
TABLA IV. 22 TABLA MAMÍFEROS MARINO 248
TABLA IV. 23 MAMÍFEROS DE IMPORTANCIA POR ESTAR BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN. 250
TABLA IV. 24 AVES PRESENTES EN EL ÁREA CONSIDERADAS BAJO LAGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN 250
TABLA IV. 25 REPTILES Y ANFIBIOS DE IMPORTANCIA POR ESTAR ENLISTADOS EN ALGUNA CATEGORÍA DE PROTECCIÓN. 252
TABLA IV. 26 ESPECIES DE PECES ENCONTRADAS EN EL PUNTO 1 DE MUESTREO. 254
TABLA IV. 27 ESPECIES DE INVERTEBRADOS ENCONTRADAS EN EL PUNTO 1 DE MUESTREO. 254
TABLA IV. 28 ESPECIES DE PECES ENCONTRADAS EN EL PUNTO 2 DE MUESTREO. 255
TABLA IV. 29 ESPECIES DE INVERTEBRADOS ENCONTRADAS EN EL PUNTO 2 DE MUESTREO. 255
TABLA IV. 30 ESPECIES DE PECES ENCONTRADAS EN EL PUNTO 3 DE MUESTREO. 256
TABLA IV. 31 ESPECIES DE INVERTEBRADOS ENCONTRADAS EN EL PUNTO 3 DE MUESTREO. 257
TABLA IV. 32 LISTA DE ESPECIES DE PECES IDENTIFICADAS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO 258
TABLA IV. 33 LISTA DE ESPECIES DE INVERTEBRADOS Y ESPONJAS IDENTIFICADAS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO 258
TABLA IV. 34 ESPECIES DE PLANTAS CON USO ACTUAL Y POTENCIAL. 260
TABLA IV. 35 CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD INTRÍNSECA DEL PAISAJE 294
TABLA V.1. CLASIFICACIÓN DE DICKERT 321
TABLA V.2. ETAPAS DEL PROCESO Y MÉTODOS EMPLEADOS EN LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 322
TABLA V.3. LISTA DE CHEQUEO DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO 325
TABLA V.4. LISTA DE CHEQUEO DE LOS FACTORES AMBIENTALES E INDICADORES DE IMPACTO 326
TABLA V.5. CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MATRIZ DE LEOPOLD 327
TABLA V.6. CATEGORÍAS EMPLEADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 329
TABLA V.8. VALORACIÓN DE LOS TIPOS DE IMPACTOS AMBIENTALES EMPLEADOS EN LA MATRIZ DE LEOPOLD 330
TABLA V.9. VALORES ASIGNADOS A LAS CATEGORÍAS EMPLEADAS EN LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 331
TABLA V.10. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO 335
TABLA V.11. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO DEL PROYECTO 337
TABLA V.12. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS PARA EL ESCENARIO ACTUAL PREVIO AL DESARROLLO DEL PROYECTO. 338
TABLA V.13. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS PARA EL ESCENARIO MODIFICADO DEL PROYECTO. 339
TABLA V.14. MATRIZ DE LEOPOLD. IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO. .. 340
TABLA V.15. MATRIZ DE LEOPOLD. IMPACTOS AMBIENTALES DEL ESCENARIO MODIFICADO. 342

TABLA V.16. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS PARA EL ESCENARIO MODIFICADO 344
TABLA V.17. VALOR DE IMPACTO AMBIENTAL POR COMPONENTE AMBIENTAL EN LA SITUACIÓN ACTUAL Y ESCENARIO MODIFICADO 346
TABLA V.18. VALOR DE IMPACTO AMBIENTAL EN ORDEN DE AFECTACIÓN 350
TABLA VI.1. RELACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN INDICANDO SU TIPOLOGÍA, MAGNITUD Y VALOR DETERMINADO 353
TABLA VI.2. PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN 354
TABLA VI.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN A APLICAR DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROYECTO 377
TABLA VI.4. IMPACTOS RESIDUALES A GENERAR POR EL PROYECTO DE LA PLANTA DESALINIZADORA 381
TABLA VL.5. IMPACTO RESIDUAL RESULTANTE DE LA COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS ACTUAL Y MODIFICADO 384
TABLA VLL.1. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DE LAS ÁREAS CONSIDERADAS EN EL PROYECTO 388
TABLA VLL.2. RESUMEN DE LOS VALORES DE VULNERABILIDAD OBTENIDOS PARA CADA UNO DE LOS ESCENARIOS CONSIDERADOS PARA LAS ÁREAS CONSIDERADAS EN EL PROYECTO 389
TABLA VII.3. PRONOSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO DEL PROYECTO (ESCENARIO FACTIBLE) 391
TABLA VII.4. INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 393
TABLA VII.5. INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 394

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

PLANTA DESALINIZADORA PUERTO PUERTO PENASCO

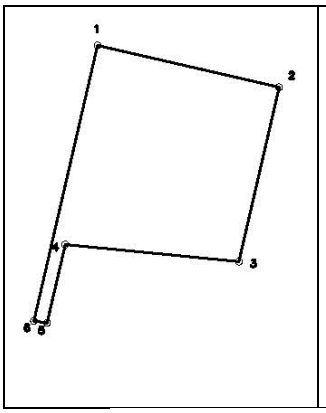
I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la ciudad de Puerto Peñasco, en el municipio de Puerto Peñasco, en el sitio conocido como “La Choya”, con punto centroide de coordenadas UTM X=253,618, Y=3,468,795, Datum WGS 84 Zona 12 N, y una elevación de 6 msnm, de acuerdo a la siguiente figura de Localización:



Figura I.1. Localización del proyecto.

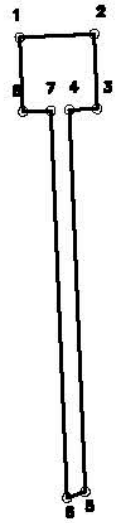
El proyecto cubre 3 predios, un predio de 0.5121 Ha para la planta desaladora y dos predios adicionales de 0.0916 y 0.0684 Has para cada uno, uno por cada pozo. Los cuadros de construcción correspondientes se muestran en las siguientes tablas:



CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	3,466,868.12	253,610.73
1	2	S 76°56'48.03" E	89.619	2	3,466,852.45	253,678.56
2	3	S 13°00'10.97" W	66.908	3	3,466,787.26	253,663.51
3	4	N 84°21'33.90" W	89.157	4	3,466,793.66	253,596.67
4	5	S 13°00'10.97" W	30.110	5	3,466,764.33	253,591.89
5	6	N 81°37'33.90" W	5.016	6	3,466,765.06	253,586.93
6	1	N 13°00'10.97" E	106.772	1	3,466,868.12	253,610.73

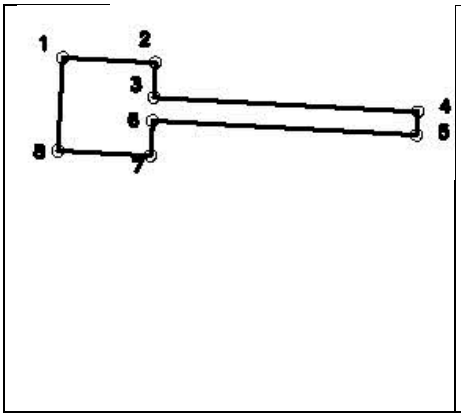
SUPERFICIE = 5,121.178 m2



CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	3,466,952.57	254,332.58
1	2	N 87°36'15.73" E	20.000	2	3,466,953.41	254,352.57
2	3	S 02°23'44.27" E	20.000	3	3,466,933.43	254,353.41
3	4	S 87°36'15.73" W	7.500	4	3,466,933.11	254,345.92
4	5	S 02°23'44.27" E	102.551	5	3,466,830.65	254,350.20
5	6	S 72°02'33.66" W	5.190	6	3,466,828.05	254,345.28
6	7	N 02°23'44.27" W	103.944	7	3,466,932.90	254,340.92
7	8	S 87°36'15.73" W	7.500	8	3,466,932.58	254,333.43
8	1	N 02°23'44.27" W	20.000	1	3,466,952.57	254,332.58

SUPERFICIE = 916.238 m2



CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	3,466,833.70	255,232.50
1	2	S 86°54'54.92" E	20.000	2	3,466,832.62	255,252.47
2	3	S 03°05'05.08" W	7.500	3	3,466,825.13	255,252.07
3	4	S 86°54'54.92" E	56.942	4	3,466,822.07	255,308.93
4	5	S 03°05'05.08" W	5.000	5	3,466,817.06	255,308.66
5	6	N 86°54'54.92" W	56.942	6	3,466,820.14	255,251.80
6	7	S 03°05'05.08" W	7.500	7	3,466,812.65	255,251.40
7	8	N 86°54'54.92" W	20.000	8	3,466,813.73	255,231.43
8	1	N 03°05'05.08" E	20.000	1	3,466,833.70	255,232.50

SUPERFICIE = 684.710 m2

Tabla I.1. Cuadros de construcción de los predios del proyecto

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima que el tiempo de vida útil de la planta desalinizadora será de 25 años, este tiempo considerando el mantenimiento adecuado a las instalaciones.

I.1.4. Duración total del proyecto

Se estima que la construcción de la planta desalinizadora será de 18 meses a partir del inicio de obra, cuya capacidad total, en este caso será para un gasto de 100 lps.

I.1.5. Justificación de la construcción del proyecto.

Por sus condiciones geográficas y climatológicas, Puerto Peñasco no dispone de fuentes de agua superficial. La precipitación media anual es de 66 mm, en tanto que la evaporación potencial media anual es del orden de 2,600 mm, la cual representa casi 40 veces más del valor de la precipitación.

A nivel regional, su única fuente de abastecimiento la constituye la captación de aguas subterráneas ubicada en el acuífero Sonoyta-Puerto Peñasco. Los datos oficiales publicados en el Diario Oficial de la Federación de fecha 20 de abril del año 2015, revelan que este acuífero está sometido a una condición severa de sobreexplotación, estando en alto riesgo su sustentabilidad ya que se extrae más de lo que se recarga en dicho acuífero, tal como se muestra en el cuadro siguiente tomado de la citada publicación:

Tabla I.2. Región hidrológica-administrativa II "Noroeste"

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CUBICOS ANUALES					
ESTADO DE SONORA							
2603	SONOYTA-PUERTO PENASCO	41.4	15.9	107.563359	46.3	0.000000	-82.063359

Donde:
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.

Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

Se aprecia en la tabla anterior que el volumen de recarga es de 41.4 millones de metros cúbicos anuales y el volumen concesionado es de 107.56 millones de metros cúbicos anuales, es decir, la extracción de agua de este acuífero puede llegar a ser de 2.6 veces más que la recarga. Estos valores se corroboran también con los niveles estáticos del manto freático determinados en los estudios piezométricos realizados por la Comisión nacional del Agua (CONAGUA).

De los pozos visitados en 1997 por la Comisión Nacional del Agua, solamente se tomaron muestras de 16 pozos, dado que la zona se encuentra virtualmente abandonada, operando escasos pozos agrícolas y en su mayor parte para agua potable.

La calidad del agua subterránea presenta variaciones que van de dulce a salada, predominando agua tolerable para consumo doméstico. En la región de Puerto Peñasco se presentan las mayores concentraciones de sales; tal es el caso de la zona cercana a la Colonia Ortiz García, donde se localizan los pozos de agua potable para el abastecimiento del Puerto antes mencionado.

En un estudio realizado en 1973, se determinó que de 63 muestras analizadas el 33% contuvo entre 2,064 y 25,076 ppm de STD, considerándose no aptas para consumo humano. El 67% restante correspondió a aguas de mejor calidad, habiéndose considerado aptas para este uso. Estudios actuales realizados a través de 3 pozos exploratorios durante enero y febrero 2019 por la empresa determinaron la existencia de valores de STD y volúmenes aceptables para ser utilizados en los procesos de osmosis inversa.

Las familias de aguas predominantes dentro de la cuenca del Río Sonoyta, son las sódica-clorurada, sódica-bicarbonatada y sódica-mixta, en cuanto a su pH, revela en algunas zonas la presencia de agua agresivas e incrustantes. Para la zona de Puerto Peñasco, la familia predominante corresponde a la sódica-clorurada.

Así las cosas, de manera preliminar puede concluirse que la fuente actual de agua potable en Puerto Peñasco no es sustentable, por lo que para dar seguridad en el inmediato, corto, mediano y largo plazo, deben tomarse medidas y plantear acciones para asegurar el abasto del vital líquido.

Por otro lado, el explosivo desarrollo turístico de Puerto Peñasco ha generado una creciente demanda; aunado a esto, la baja precipitación pluvial de la región hace que la recarga natural sea escasa, siendo necesario por lo tanto la explotación del almacenamiento no renovable del acuífero. Esto ha causado la disminución de las reservas y el deterioro de la calidad química del agua subterránea debido al avance de la interfase salina.

La extracción de vital líquido se realiza por medio de pozos profundos en la región de agua zarca ubicada a 30 km. del área urbana. Al ser el promedio anual de precipitación 66 mm la extracción básicamente, tal como se mencionó anteriormente, es de aguas fosilizadas, con contenidos importantes de flúor y arsénico que ponen en riesgo la salud de la población

consumidora. Independientemente de lo anterior, el consumo se sitúa por encima de la demanda lo que ocasiona tandeos y escasez.

Existen dos fuentes de captación que cuentan en total con 11 pozos profundos que captan el agua del subsuelo del Río Sonoyta con un volumen de extracción aproximado de 300 lps. Se tienen factibilidades pendientes por entregar solicitando 30 lps. que en este momento el Organismo no puede suministrar, de la misma forma existen sectores de la población que no cuentan con red de agua potable (específicamente Las Conchas y el sector Sur de la Ciudad) las cuales se surten por medio de pipas.

Dadas las condiciones geográficas y climatológicas de esta región, la opción de desalar de agua de mar como alternativa de abastecimiento es la única fuente que en realidad aportaría nuevos volúmenes a la disponibilidad de los recursos hidráulicos de la región. En este sentido, la técnica de "ósmosis inversa" en el proceso de desalación, resulta ser la más adecuada para los requerimientos del proyecto, ya que suele ser una opción más versátil para la construcción de plantas de menor tamaño, con la posibilidad de ampliarse posteriormente de acuerdo a las necesidades de la población, con costos aceptables.

Relación Oferta y Demanda

Para efectos de medir la relación entre oferta y demanda, se entenderá por oferta al volumen que sean capaces de producir las fuentes actuales (oferta sustentable), mientras que demanda será la demanda deseada que se requerirá producir para satisfacer las necesidades mínimas de los usuarios finales del municipio de Puerto Peñasco.

Formula:

Oferta= Producción de Agua
Demanda= Consumo + Nivel de Pérdidas Físicas

Conforme a lo expuesto en el presente apartado, se considera que a lo largo del horizonte de evaluación las fuentes de abastecimiento seguirán captando los mismos volúmenes históricos de agua, lo cual aunado al crecimiento poblacional, propiciará un incremento en el déficit de consumo de agua potable.

Tabla I.3. Relación Oferta y Demanda

Conceptos	Unidades	2023	2026	2029	2032	2035	2038
Oferta Sustentable	m^3/Año	3,258,615	3,258,615	3,258,615	3,258,615	3,258,615	3,258,615
Demanda Deseada	m^3/Año	8,292,933	8,496,406	8,692,111	8,891,284	9,090,250	9,296,011
Déficit	m^3/Año	5,034,318	5,237,791	5,433,496	5,632,669	5,831,635	6,037,396

Considerando la información anterior, se observa un déficit en 2023 de 160 lps, el cual se incrementa en el horizonte del proyecto hasta alcanzar los 191 lps en el 2038.

Al analizar la relación entre oferta y demanda del sistema de agua potable del municipio de Puerto Peñasco, se tiene que en la Situación Actual existe un déficit de agua potable, ya que los usuarios no alcanzan su consumo mínimo deseado debido a los niveles actuales de sobreexplotación del acuífero Sonoyta – Puerto Peñasco, así como al bajo nivel de eficiencia física del sistema de agua potable, lo que reduce de manera significativa la cantidad de agua potable entregada a la población.

En la Tabla I.4. se observa que la extracción de agua es de 13,744,020 m^3/año, sin embargo, la oferta sustentable es de solo 3,258,615 m^3/año pues el acuífero presenta una sobre explotación de 76.29% y que al considerar las pérdidas físicas del sistema, se reduce a únicamente 2,1244,169 m^3/año de agua efectivamente entregada a la población; mientras que la demanda de usuarios domésticos y no domésticos se estima en 8,009,777 m^3/año. Esto nos lleva a tener un déficit de 5,865,608 m^3/año, que equivalen a 186 lps.

Tabla I.4. Balance Hidráulico de la Situación Actual (m^3/año)

Concepto	Cantidad
Oferta	13,744,020
Sobreexplotación	10,485,313
Oferta Sustentable	3,258,615
Consumo	2,144,169
Pérdidas Físicas	34.2%
Demanda Deseada	8,009,777
Déficit (m^3/Año)	- 5,865,608
Déficit (lps)	-186

I.1.6. Presentación de la documentación legal.

En el anexo 1 y 2 se presenta la siguiente documentación legal; acta constitutiva de la empresa que incluye el Poder del Representante Legal y el contrato de promesa de compra venta de los terrenos donde quedara instalada la planta.

1.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG
Ver acta constitutiva en el Anexo 1

I.2.2. Registro Federal de Causantes (RFC)

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.2.4. Dirección del promovente o del representante legal

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.2. RFC. Del responsable del estudio de impacto ambiental

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Colaboradores:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio:

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.3.7. Dirección del responsable del estudio.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La desalinización es un proceso de separación, donde al introducir una corriente de alimentación de agua salada o salobre en la unidad desalinizadora, da lugar a dos corrientes de salida, una de ellas denominada “producto”, constituida por agua con baja salinidad y la otra “rechazo o salmuera”, que contiene un alto contenido de sales.

El proceso de separación requiere una aportación de energía externa, que puede ser térmica, mecánica o eléctrica, que depende del tipo de tecnología empleada; para el caso particular de la planta de Puerto Peñasco, la energía externa será eléctrica aportada por un aerogenerador de 3MW actualmente en operación. Un esquema simplificado del proceso de desalinización de agua de mar o salobre se representa en la figura II.1.



Figura II.1. Esquema simplificado del proceso de desalinización

Esta planta desalinizadora estará asociada a la red actual del suministro de agua potable del Organismo Operador Municipal de Agua Potable de Puerto Peñasco, Sonora (OOMAPASPP) mediante la explotación de 3 pozos profundos, por lo que el agua producto se utilizará para consumo humano de dicha población mediante la sustitución parcial de las fuentes actuales. La conducción y distribución del agua producto se realizará a través de la misma red ya existente.

El diseño de la planta desalinizadora en su primera etapa se realiza considerando la captación de agua de mar mediante 3 pozos exploratorios ubicados en la misma zona del proyecto, las perforaciones de los pozos salobres exploratorios se han proyectado a una profundidad de 300 ft ubicados a una distancia no mayor de 1 km de la playa y ademes de 12” y 16” mismos que suministrarán en forma inicial hasta 100 lps de agua salada y posteriormente 200 lps. Los pozos exploratorios cuya autorización para su construcción por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) se muestra en el Anexo 3, se encuentran ubicados en las siguientes coordenadas:

Tabla II.1. Ubicación de Pozos

UTM- WGS84

X	Y	POZO	ELEVACION
253,403	3,470,652	2	0
253,343	3,468,943	13	0
255,234	3,468,807	14	0

La planta desalinizadora incluye como proyectos asociados además de la construcción, operación y mantenimiento de los 3 pozos, un difusor submarino para la descarga de las aguas de rechazo o “salmuera” de la planta desalinizadora.

De hecho, cualquier planta desalinizadora se puede considerar como un sistema que requiere la alimentación de agua de mar o salobre y durante el proceso se produce agua de rechazo denominada salmuera, que debe ser devuelta al mar o dispuesta en pozos de absorción o en su defecto en vasos fraccionantes para la producción de sal. En este caso, por las características de la planta, la salmuera seria descargada al mar mediante un emisor y un difusor submarino, cumpliendo además con las normas de calidad establecidas para la descarga.

Por otro lado, el terreno donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro del límite del centro de población por lo que en apego al Art. 7 fracción LXXI de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable NO se aplica el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, *es por ello que con esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) solo se solicita, la autorización para la construcción, operación y mantenimiento de la planta desalinizadora y sus obras asociadas (pozos costeros y difusor submarino).*

Para efectos de lo anterior y de acuerdo a la información proporcionada por el Instituto de Planeación Municipal (IMPLAN) de la Ciudad de Puerto Peñasco, el polígono que cubre el Plan de Desarrollo Municipal es de 262,869 Hectáreas y cuyo cuadro de construcción de la planta desalinizadora queda dentro del mismo como se muestra a continuación en la siguiente figura.

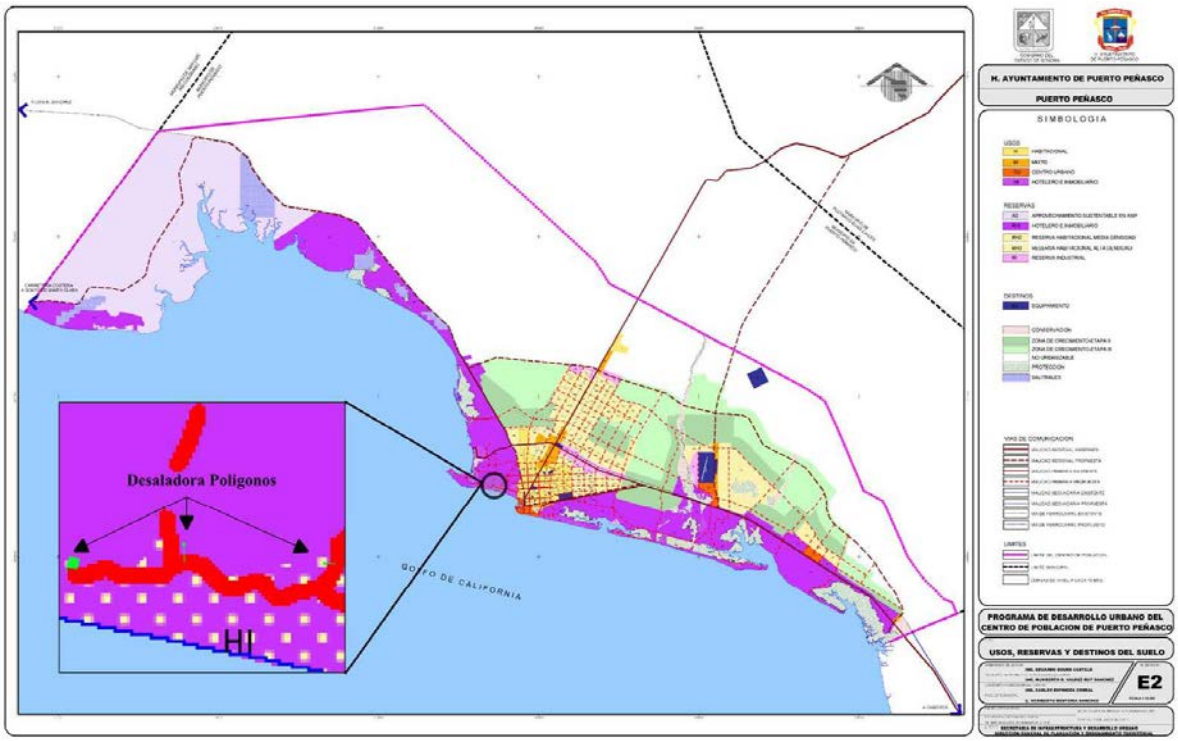


Fig. II.2 Limite del centro de población de Puerto Peñasco Sonora.

En virtud de que las características del agua salobre con la que se alimentará la planta desalinizadora han presentado variaciones en los tres pozos, el diseño de la planta y su proceso de desalinización se ha asumido con diferentes análisis del agua correspondiente a los aforos de los mismos, cuya composición de calidad del agua de mar, corresponde a una concentración alrededor de 36,000 parte por millón (PPM) de salinidad, por lo tanto los parámetros de diseño finales, mismos que no presentarán un impacto considerable de lo aquí estimado, se confirmarán o ajustarán una vez que se tengan los análisis estandarizados de agua incluyendo el Índice de ensuciamiento o Silt Density Index (SDI, por sus siglas en inglés) y el Carbono Orgánico Total (TOC, por sus siglas en inglés). En la Tabla II.1 se presentan las características del agua de mar considerada para el diseño del proceso y en el anexo 3 los resultados de las muestras presentadas al laboratorio.

Tabla II.1. Características del agua mar considerada para el diseño del proceso de desalinización.

POZO	METODO	ANALITOS	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESULTADO	UNIDADES
1	NMX-AA-093-SCFI-2000	Conductividad Electrica	Agua de Mar	56,7	mS/cm
	ESTANDAR METODO 25 20	Salinidad	Aqua de Mar	36,03	q/L
2	NMX-AA-093-SCFI-2000	Conductividad Electrica	Agua de Mar	56,7	mS/cm
	ESTANDAR METODO 25 20	Salinidad	Aqua de Mar	36,03	q/L
3	NMX-AA-093-SCFI-2000	Conductividad Electrica	Agua de Mar	66.1	mS/cm
	ESTANDAR METODO 25 20	Salinidad	Aqua de Mar	42.3	q/L

Para el diseño del sistema de ósmosis inversa se considera que el caudal de producción de agua permeada para consumo de la población de Puerto Peñasco será de 104 lps o 9,000 m^3/día en total, para lo cual se instalará en una primera etapa, es decir para 52 lps (4,500 m^3/día), con 3 módulos con capacidad de 1,500 m^3/día equivalente a 17,3 lps cada uno.

De acuerdo a esta calidad del agua de mar que será alimentada a la planta desalinizadora y una vez realizado el proceso de desalinización, el agua obtenida, que se integrará a la red de distribución, contará con una concentración de salinidad de 450 ppm (Partes por Millón), cumpliendo con los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS), referentes a la salinidad (Tabla II.2). La OMS define el estándar de agua dulce como una solución acuosa que contiene menos de 450 ppm de Sólidos Disueltos Totales (SDT).

Tabla II.2. Características del agua producto que será obtenida por el proceso de desalinización.

Parametro	**Niveles aceptables**
pH	6.5-7.0
Conductividad Eléctrica (CE)	0.75 mmhos/cm
Calcio (Ca)	50 ppm
Magnesio (Mg)	15 ppm
Potasio (K)	5 ppm
Sodio (Na)	50 ppm
Hierro (Fe)	3 ppm
Alcalinidad total (CaCO3)	50 ppm
Carbonato (CO3)	0 ppm
Bicarbonato (H CO3)	75 ppm
Cloro (Cl)	100 ppm
Sulfato (SO4)	100 ppm
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	500 ppm
Boro (B)	0.2 ppm
Manganeso (Mn)	0.05 ppm
Cobre (Cu)	0.05 ppm
Zinc (Zn)	0.05 ppm

Aluminio (Al)	1 ppm
Carbonato de Sodio Residual (CSR)	1
Dureza	50 ppm

La fuente básica para proveer energía eléctrica a la planta está basada en dos aerogeneradores existentes en la región y que son la parte medular de este proyecto. La fuente de energía renovable permite garantizar que el proyecto no tenga fuentes externas de riesgo por el suministro de energía a través de métodos convencionales y permite reducir los costos de producción hasta en un 50%.

Esta situación pone en ventaja competitiva definitiva la realización de este proyecto, ya que es sabido que la energía eléctrica consumida por el organismo operador, es más del 30% del total de sus ingresos. Adicionalmente, de acuerdo con la información proporcionada por empresas proveedoras de sistemas de desalación mediante la ósmosis inversa, hacen ver que el consumo de energía implica más de un 40% de los costos de operación en una planta desaladora[1].

La obra civil requerida es mediante la perforación de tres pozos con una profundidad de 300 pies y ademe de 12” y 16” que suministrarán en forma inicial hasta 100 l.ps. de agua salada; a partir de cada pozo, se construirá un acueducto interconectado y que varía en su diámetro desde 12” en su etapa inicial, a 20” en su etapa final, hasta llegar al lugar establecido para la planta desaladora. La etapa final está protegida en su extracción ya que la capacidad de extracción será hasta 200 lps de agua salobre.

La planta desalinizadora consiste básicamente en sistemas de bombeo, tanques de almacenamiento, sistemas de dosificación de hipoclorito e hidróxido de sodio, filtros multimedia y sistemas de ósmosis inversa (Fig. II.3). En los párrafos subsiguientes se hace una descripción de estos sistemas; de la misma forma los planos respectivos se pueden ver en el anexo 4).

[1] Investigación propia levantada en campo y en OOMAPAS Peñasco, con base en recibos de cobro de C.F.E

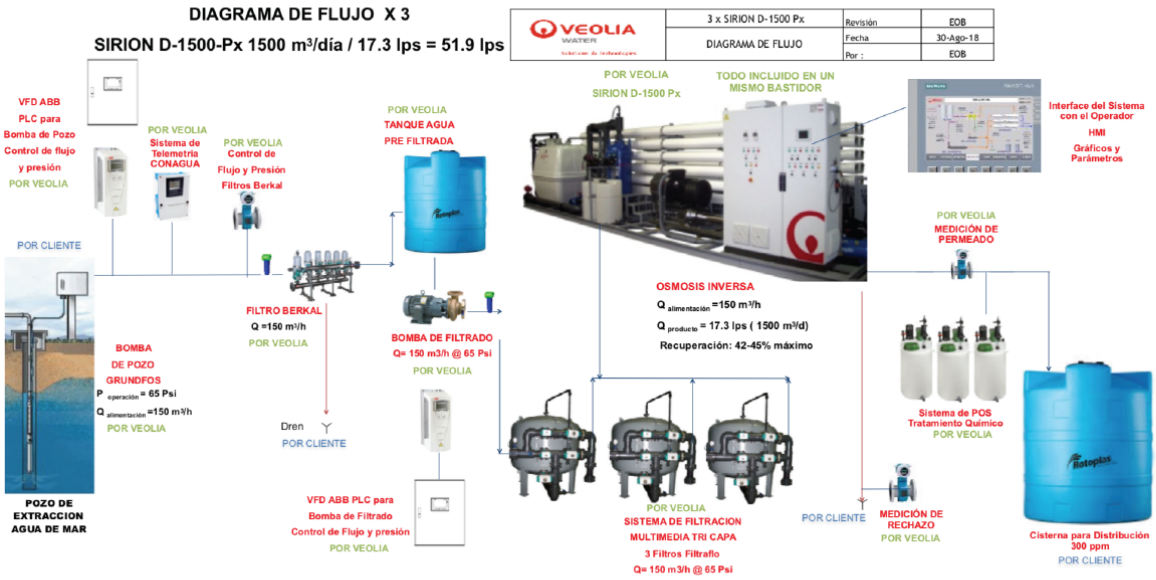


Figura II.3. Se ilustran los subsistemas en que se divide el sistema de desalinización.

El sistema de bombeo de los pozos playeros está integrado por 3 bombas, con un gasto promedio al menos de 70 lps (1 bomba de 70 y 2 de 100 lps). Las bombas se instalarán superficialmente en una superficie de 400 m^2 aproximadamente donde los estudios de exploración geo eléctrica realizados ubican la interface salina a 8 m de profundidad.

La tubería principal de los pozos será de PVC hidráulico o de un material similar; esta línea irá de la descarga de las bombas de los pozos al tanque de almacenamiento de agua cruda. El flujo total de agua de mar que se bombeará de los pozos en una primera etapa será de al menos 111.11 lps, cantidad necesaria para la producción de 4,500 m^3/día (52 lps) de agua para consumo de la población ya referida considerando una eficiencia de desalinización del 45%. Las bombas succionan el agua de mar de los tanques de almacenamiento y la envían hacia los filtros multimedia.

El pre-tratamiento es un factor clave del proceso, por lo que se contará con un sistema de dosificación de hipoclorito de sodio a la entrada de los filtros multimedia, ubicado en el cabezal de alimentación a los filtros con el objetivo de prevenir el crecimiento bacteriológico dentro de los mismos. El sistema de dosificación de hipoclorito de sodio estará formado por una bomba dosificadora con un flujo de operación de 0.05 m^3/h y un tanque de almacenamiento de hipoclorito de sodio con capacidad de 1 m^3.

Con el objetivo de controlar el índice de ensuciamiento o la turbidez se instalarán filtros multimedia. Cada filtro tendrá los siguientes medios: grava, arena y antracita. Este sistema eliminará los sólidos suspendidos mayores de 20 micras. Se contará con un tablero de

control, donde se tendrá la opción de operación manual o automática. Al detectar una presión diferencial por arriba de 1 bar entre el cabezal de alimentación y el cabezal de agua filtrada, se mandará la orden de iniciar la secuencia de retrolavado, la cual iniciará en el filtro, con un tiempo de 15 minutos, enseguida vendrá el enjuague, con una duración de 5 minutos, este filtro entrará en operación e iniciará el retrolavado del siguiente filtro, y así sucesivamente hasta el último filtro, es importante señalar que durante la etapa de retrolavado los filtros que se encuentran en operación, tienen la capacidad de absorber el flujo del filtro que está en retrolavado, y de esta manera mantener el flujo de agua filtrada constante. En modo manual se deberá oprimir el botón de retrolavado, para que inicie la secuencia de retrolavado.

El flujo requerido para operación de retrolavado se obtendrá del agua de rechazo de la ósmosis (183 m^3/h), para lo cual se contará con una cisterna para almacenar el agua para retrolavado y un tanque cisterna para almacenar tanto el agua de rechazo de la ósmosis inversa como el efluente del retrolavado, y de aquí regresarla al mar por medio de bombeo.

La planta desalinizadora en una primera etapa considera 3 módulos de ósmosis inversa, cada sistema o modulo tendrá un arreglo de 15 tubos porta membranas, cada tubo contendrá 7 membranas, para un total de 105 membranas; cada módulo tendrá un caudal de alimentación total de 150 m^3/hr y producirá 17.3 lps (1,500 m^3/día) de agua tratada, para una producción máxima de 547,500 m^3/año con una tasa de conversión entre 42-45%.

Las membranas de ósmosis inversa actúan como un filtro que retiene iones monovalentes y bivalentes, así como todas las partículas de tamaño superior a 1 Ángstrom. Cada módulo de ósmosis inversa se encuentra integrado por:

- Un sistema de bombeo para pozo
  Incluye:
  1 variador de velocidad
  2 sistemas de filtrado de discos para arena
  1 medidor de flujo electromagnético
  1 sistema de telemetría
  1 lote de gráficos personalizados del proceso en la HMI
  1 sensor de presión para control de presión de agua de extracción integrada al PLC del sistema

- Un sistema de pre tratamiento
  Incluye:
  1 tanque de agua cruda tipo Rotoplas de 10 m^3
  2 sensores de nivel para tanque de agua cruda
  1 electrobomba centrifuga para agua de mar
  1 variador de velocidad
  3 filtros multimedia
  1 lote de gráficos personalizados del proceso en la HMI

1 sensor de presión para control de presión de agua de extracción integrada al PLC del sistema

- Una planta desaladora
  Incluye:
  1 dosificador anti incrustante con tanque
  1 porta filtro de cartucho de 5 um
  1 bomba de alta presión centrifuga multi etapas
  1 recuperador de energía isobárico
  1 bomba centrifuga de alta presión
  15 tubos porta membranas
  105 membranas de 8" x 40"
  1 tablero de control PLC
  1 pantalla HMI touch panel de 7" color
  1 tablero eléctrico de potencia
  1 variador de velocidad para bomba HPP
  1 variador de velocidad para bomba BP
  4 medidores de flujo electromagnéticos
  7 transmisores de presión para agua de mar
  1 analizador de agua de alimentación y 1 de agua dulce
  1 lote de gráficos personalizados del proceso en la HMI integrados al PLC del sistema

- Un sistema de enjuague y limpieza
  Incluye:
  1 tanque para limpieza de fibra de vidrio de 4.0 m^3
  4 filtros pulidores para limpieza de 1 micra @ 170 gpm
  1 bomba centrifuga
  1 lote de gráficos personalizados del proceso en la HMI Integrados al PLC del Sistema

- Un post tratamiento
  Incluye:
  1 dosificador para hipoclorito de sodio para desinfección con un tanque de 200 litros y sensor de nivel integrado al PLC del sistema.
  1 dosificador para carbonato de calcio para neutralización de pH con tanque de 200 litros y sensor de nivel integrado al PLC del sistema.
  1 dosificador para anti corrosivo grado alimenticio para neutralización con tanque de 200 litros y sensor de nivel integrado al PLC del sistema.
  1 lote de gráficos personalizados del proceso en la HMI Integrados al PLC del Sistema

Previamente a su ingreso al sistema de ósmosis inversa al agua proveniente de los filtros multimedia, se le dosificará bisulfito de sodio, (químico reductor), a fin de evitar que el cloro residual agreda a las membranas. El sistema consiste de un tanque de almacenamiento de

bisulfito de 10m^3 y una bomba dosificadora con un flujo de operación de 0.20 m^3/h a una presión de 7 bar, por cada sistema o módulo de ósmosis inversa.

La dosificación de Dispersante/Anti-Incrustante tiene por objeto eliminar por peligros de precipitación en las membranas de ósmosis inversa de CaCO3, CaSO4, SrSO4, SiO2 y CaF, los cuales pueden producir atascamientos importantes en detrimento de los parámetros básicos de funcionamiento del equipo de ósmosis.

La dosificación de este producto tendrá lugar en la entrada de los dos equipos de ósmosis, realizándose mediante bomba dosificadora de membrana, magnética, de tipo electrónico, que aspira de un depósito de PE con interruptor de nivel mínimo. El tanque es de polietileno de una capacidad de 200 lts con control de nivel con un flujo máximo de 1.5 l/hr y una dosificación de 0.5 ppm de Hydrex 4102.

Con objeto de eliminar los sólidos suspendidos mayores de 5 micras que fugan de los filtros multimedia y evitar que estos se incrusten en las membranas del equipo de ósmosis inversa, se prevé el suministro de filtros tipo cartucho. Se contará con manómetros situados a la entrada y salida de los filtros, para determinar la presión diferencial y evaluar el grado de atascamiento de los cartuchos y, la pérdida de carga no será superior a un (1) bar.

El sistema de filtración consiste de 2 porta cartuchos con 26 cartuchos de 50” x 2.5” cada uno con un caudal de filtración de 80 m^3/h por filtro. La calidad de filtración deberá ser de 5 µm; el material del elemento filtrante es polipropileno y el material del cuerpo es poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El agua después de pasar por el pre tratamiento químico y físico descrito en los puntos anteriores, será succionada por una electrobomba que la impulsará hacia las membranas de los equipos de ósmosis inversa. El sistema de bombeo está compuesto por una bomba de alta presión. La finalidad de este equipo es suministrar la presión requerida por el sistema de ósmosis para su óptima operación; se tiene un variador de frecuencia para que la bomba tenga un arranque suave y compense la presión, que por ensuciamiento de las membranas requiere el sistema para mantener la producción requerida.

La bomba siempre se dimensiona en previsión del caudal máximo. La bomba y el equipo de la planta asociado a ella, como tuberías, válvulas y tanques, estarán diseñados para cubrir el caudal máximo bombeado y por lo tanto, se requiere alguna forma de control. El bombeo de caudal se controla mediante un variador de frecuencia, cada bomba de alta presión cuenta con uno, el cual permite variar la velocidad del motor, para mantener un flujo constante en la alimentación del sistema de ósmosis inversa.

El Sistema de Bombeo de alta presión está compuesto por:

- 1 Bomba de alta presión centrifuga multi etapas fabricada en acero inoxidable 2507, con motor eléctrico para 60 Hz @ 3600 Rpm
- 2 equipos de recuperación de Energía Isobárico

- 1 Bomba Booster de alta presión centrifuga de múltiples etapas fabricada en acero inoxidable con motor eléctrico para 60 Hz @ 3600 Rpm

El Sistema de bombeo de alta presión está diseñado para trabajar con un agua de hasta 37,000 ppm de TDS y una temperatura de más de 20° C. En caso de trabajar con mayores salinidades o menores temperaturas, el equipo podrá producir menor flujo de agua que el estimado, por otra parte se ha considerado enfriamiento externo de la Bomba HPP en caso que la salinidad del agua de alimentación baje por debajo de 10,000 ppm (y con ello la presión de operación).

Se dispone de un sistema de recuperación de energía (ER, por sus siglas en inglés), el cual permitirá la recuperación de hasta 95% de la presión residual de la salmuera, minimizando en gran medida el consumo energético de la desalinizadora.

El recuperador de energía transfiere la presión del flujo de salmuera de alta presión hacia el flujo de agua de mar de baja presión, este proceso de transferencia de presión ocurre mediante el contacto momentáneo de ambos flujos en los conductos del rotor. El rotor se encuentra dentro de una camisa y de dos tapas hechas de cerámica con tolerancias muy precisas, que crean un cojinete hidrodinámico con fricción casi cero cuando es llenado con agua a alta presión. El rotor que gira dentro del cojinete hidrodinámico es la única parte móvil. En todo momento, la mitad de los conductos del rotor están expuestos a flujo de alta presión y la otra mitad a flujo de baja presión. Mientras el rotor gira, los conductos pasan por el área de sellado (la cual separa al área de baja y alta presión del sistema). Los conductos que contienen alta presión están separados de los conductos que contienen baja presión por el sello creado entre las paredes del rotor y las tapas.

Como parte del sistema de recuperación de energía, este cuenta con una bomba booster, que al inicio de operación del sistema de ósmosis inversa, se encarga de estabilizar el sistema de recuperación de energía, para que opere a las condiciones adecuadas. Esta bomba es de tipo centrifuga horizontal, los materiales de fabricación deberán ser de acero inoxidable super duplex.

La ósmosis es un proceso natural que implica que un fluido atraviese una membrana semipermeable. Es selectiva en el sentido de que el agua pasa a través de la membrana con una velocidad mayor a la de los sólidos disueltos. La diferencia de velocidad de paso es resultado de una separación de los sólidos. El sentido de paso del agua a través de la membrana está determinado por el potencial químico, que es función de la presión, de la temperatura y de la concentración de los sólidos disueltos.

El agua entra en contacto con los dos lados de una membrana semi-permeable, a igual presión y temperatura, no fluirá a través de la misma porque el potencial químico es igual en los dos lados. Si se añade en uno de los dos lados una sal soluble formando una solución, el potencial químico de esta solución salada se aumenta. Un flujo osmótico de la parte del agua pura fluye a través de la membrana hacia el lado con mayor concentración, tratando de balancear los potenciales químicos de ambos lados por el efecto de la diferencia

de presión, hasta que se restaure el equilibrio del potencial químico. El equilibrio ocurrirá cuando la diferencia de presión hidráulica resultante del cambio de volumen en los dos lados sea igual a la presión osmótica, la cual es una característica propia de la solución que depende de la concentración de sólidos disueltos y es independiente de la membrana. La aplicación de una presión externa del lado de la solución salada igual a la presión osmótica causa el equilibrio. Una presión adicional aumenta el potencial químico de la solución salada y causa el paso del agua de la solución salada hacia el lado del agua pura (las sales no pasan). Este fenómeno se llama ósmosis inversa y se ilustra en las siguientes figuras:

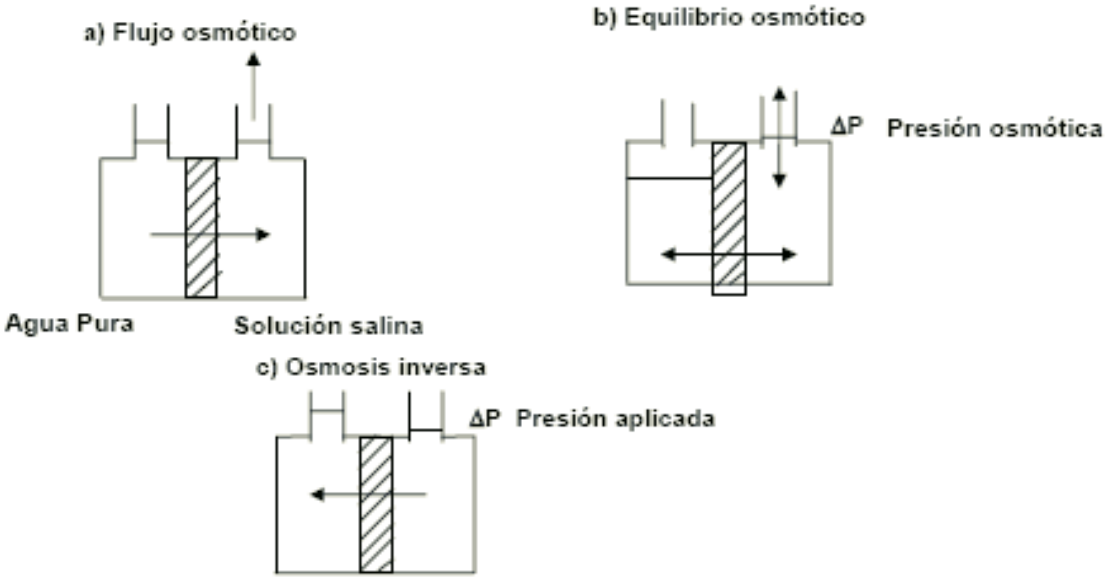


Figura II.4. Representación esquemática del sistema de ósmosis inversa

La eficiencia de las membranas (cantidad de agua y sales que pasan a través de la misma) está afectada por los siguientes parámetros:

♦ Composición del agua de entrada: análisis químico.
♦ Temperatura del agua a tratar.
♦ Presión de entrada.
♦ Tasa de recuperación (relación entre el flujo de recuperación y flujo de agua tratada).

La presión osmótica a aplicar está directamente relacionada con la salinidad del agua a tratar y la salinidad del agua permeada requerida. La calidad del agua producto es monitoreada con un medidor de conductividad. Durante el periodo de operación normal las membranas de ósmosis inversa pueden ensuciarse por precipitación de carbonato de calcio, sulfato de calcio, óxidos de metales, depósitos de sílice y depósitos de materia orgánica o biológica. El ensuciamiento es progresivo y si no es controlado a tiempo afecta el porcentaje de recuperación de la membrana en un tiempo corto.

Al igual que los filtros con arena, las membranas requieren lavarse periódicamente. La periodicidad de los lavados será ajustada durante la operación del sistema, pero se estima una vez cada 6 meses aproximadamente, los tanques de almacenamiento de agua producto tienen la capacidad, al menos en la primera etapa, de seguir abasteciendo los 4,500 m^3/día de agua producto, durante el mantenimiento de los sistemas de ósmosis inversa. Las membranas cumplirán con los requerimientos de calidad necesarios para el proceso de la planta.

Las tuberías utilizadas en el sistema que trabajen a baja presión (menor de 150 psi) serán en PVC cédula 80 y las tuberías que trabajen en alta presión (mayor de 150 psi) serán en acero inoxidable 904 L (como mínimo) estos materiales alargarán la vida útil del sistema, se deberá de hacer la misma consideración para las válvulas.

El sistema de control de la planta está constituido por los siguientes elementos:

• Un controlador lógico de la planta (PLC, por sus siglas en inglés), encargado de gestionar el funcionamiento del equipo, teniendo la posibilidad de realizar mediciones de los siguientes parámetros:

- Conductividad del agua de entrada y producción.
- Caudal de entrada y producción.
- Temperatura del agua de entrada.
- Presiones en distintos puntos del equipo.

Además se realizan mediciones indirectas como son la tasa de caudal, caudal acumulado de entrada, pérdidas de carga o tiempo de funcionamiento. Así mismo, realiza el control sobre cada uno de los elementos de la planta:

- Bombeo de alimentación al equipo.
- Bombeo de alimentación a las membranas.
- Flushing para lavado de membranas.
- Dosificación de productos químicos en pretratamiento.
- Control sobre filtro de pretratamiento (de ser automático)
- Gestión de alarmas de proceso.

• Pantalla táctil actuando como interfase entre operador y planta. Se pueden realizar las siguientes funciones:

- Visualización de valores de funcionamiento.
- Configuración de parámetros de proceso.
- Acciones de control sobre la planta: arranque, paro.
- Visualización de alarmas.
- Parametrización de tiempos de funcionamiento.

El módulo de ósmosis inversa cuenta con la siguiente instrumentación:

- Conductividad de entrada y permeado
- Transductor de flujo de entrada y permeado
- Transductor de temperatura
- Transductores de presión: antes del filtro; antes de la bomba de alta presión, descarga de bomba de alta presión; rechazo; perneado.
- Indicadores de presión, línea de permeado, línea de flushing, CIP
- Presostato en línea neumática
- Switches de nivel en el tanque de flushing

Se contará con un sistema de limpieza de las membranas de la ósmosis inversa, con este sistema se realiza el flushing y la limpieza química, el primero se debe realizar cada vez que el sistema de ósmosis inversa sale de operación, y se hace el flushing para desplazar el agua de mar que quede en los tubos de presión, para evitar incrustaciones de sales en las membranas, la limpieza química se realiza cuando la presión diferencial entre el cabezal de entrada y de salida del sistema de ósmosis inversa es de 1 bar, se estima que este se realice cada 6 meses.

La contaminación de las membranas genera un alto consumo energético, una frecuencia de lavado más alta y una vida de las membranas más corta. La contaminación de las membranas usualmente se conoce como ensuciamiento. El proceso que resulta en una disminución en el rendimiento de una membrana, causado por el depósito de sólidos suspendidos o disueltos en la superficie externa de los poros de la membrana, o entre los poros de la membrana.

Los contaminantes más importantes encontrados en las membranas son:

• Partículas suspendidas y coloidales
• Materia orgánica
• Incrustaciones tales como carbonatos de calcio, sulfatos de calcio
• Metales: Fe, Mn, Cu, Ni, Al, etc.
• Crecimiento biológico tal como algas, hongos, biopelícula.

Se recomienda una limpieza de mantenimiento regular para mantener las membranas en buenas condiciones. Esta secuencia se realiza para la limpieza ácida y alcalina respectivamente, los efluentes se mezclan en el tanque de neutralización, debido a que es un efluente ácido y otro alcalino, estos se neutralizan, para garantizar que el pH esté entre 6 y 8 (que es el rango en que se considera que la solución está neutralizada), se realizará una dosificación de ácido o sosa, para lo cual se tiene el sistema de dosificación de ácido sulfúrico que comprende un tanque de almacenamiento y una bomba dosificadora; un sistema de dosificación de sosa compuesto por un tanque de almacenamiento y una bomba dosificadora, la dosificación de estos reactivos, se realizará según sea necesario para alcanzar el pH requerido, una vez neutralizado estos efluentes, se envían mediante la bomba de agua neutralizada, a la descarga de los efluentes de rechazo y de retrolavado

para su mezclado y su regreso al mar, la operación de limpieza química se realizará cada 6 meses aproximadamente.

Como etapa final, se cuenta con un sistema de postratamiento, al agua permeada se le dosificará hipoclorito de sodio, como un proceso de desinfección, hidróxido de sodio para control de pH y se envía a un tanque de almacenamiento, para posteriormente distribuirla a su servicio final.

La salmuera de rechazo de las membranas de ósmosis inversa se empleará para el retrolavado de los filtros multimedia, el agua de retrolavado se almacenará en el tanque, a este tanque se envían los drenajes de la planta (mediante la bomba sumergible, que se captan en la fosa de almacén de drenajes de la planta, producidos durante la puesta en operación y mantenimiento de la planta desalinizadora, estos serán en forma esporádica, aproximadamente cada 6 meses, el agua almacenada en este tanque será devuelta al mar mediante las bombas de agua de rechazo. Con el objetivo de no afectar la flora y fauna marina, el punto de descarga se realizará lo más retirado de la costa y su localización está basada en el estudio de oceanografía que se presenta en el anexo 6. Para ello, el tramo final del emisor de descarga se equipará con una serie de difusores para una mejor dilución de la salmuera.

En la tubería de descarga del agua de retorno al mar se incorporan los efluentes neutralizados de la limpieza química del sistema de ósmosis inversa, estos últimos se producen cada 6 meses aproximadamente. De acuerdo con los resultados del modelo de difusión de la descarga de salmuera y las condiciones hidrodinámicas de la zona (anexo 7), se determina que el punto de descarga se ubicará a una distancia de 1,600 m de la costa y a una profundidad de 18 m. (Fig. II.5). Lo anterior debido a que en este punto la estabilidad del fondo es mayor y por tanto el difusor estará menos expuesto a los efectos del oleaje. Por otro lado, según los resultados del modelo de difusión de la salmuera, el radio máximo de influencia es de 80 m, lo que significa que en el peor de los casos el límite exterior de la zona de influencia estará a 1,850 m de la línea de costa, fuera de la zona del proyecto conocida como HOMEPORT para el atraco de grandes embarcaciones incluyendo cruceros, es decir, suficientemente lejos de la playa y a aproximadamente 5 km de la línea virtual de la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Rio Colorado, por lo que éstas zonas no se verán afectadas.

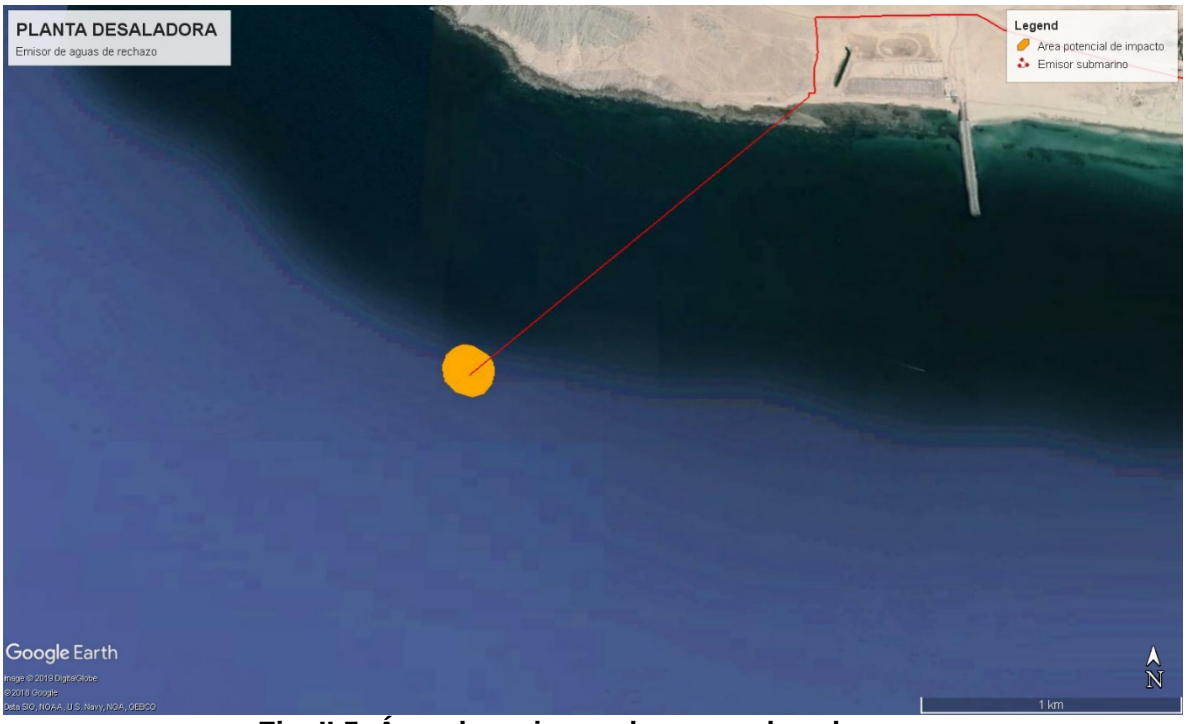


Fig. II.5. Área de emisor y descarga de salmuera

La línea de conducción del agua de rechazo se ha proyectado para 100 lps independientemente de que la planta inicie las operaciones con 50 lps. Los diámetros de las tuberías del emisor marino se proponen sea de 12" de diámetro nominal (323.8 mm diámetro exterior y espesor de la pared de 19.1 mm) DR de 17 de PEAD (PoliEtileno Alta Densidad) y un difusor de 8" de diámetro nominal (10.4 mm espesor de pared y 219.1 mm de diámetro externo) DR de 17 de PEAD. La longitud total del emisor es de 4,100 m, de los cuales 2,500 m están en tierra y 1,600m en mar en términos generales. Por lo tanto, la longitud total del difusor será de 50 metros en dos (2) ramas o brazos de 25 m cada una, con un Angulo de 1200 entre las 2 ramas. La longitud de cada brazo sería de 25 m, para alojar 5 boquillas y dejar un espacio de 2.50 m de cada extremo.

Los 1,600 m del emisor será submarino anclado en el fondo y retenido por el peso de anclas de concreto espaciadas cada 2.5 m entre anclas en una longitud de 150 m en la zona rompiente de olas y el resto en la parte profunda, una separación de 4 m, para un emisor marino de 12" de diámetro nominal RD 17 x 18.24 kg / m. Se requerirán aproximadamente 422 anclas de concreto a todo lo largo del emisor. En el anexo 4 referente a los planos del proyecto se muestran a detalle los planos con todas las características del proyecto ejecutivo incluyendo el anclaje.

Ambientalmente el proyecto se ubica en una zona de transición entre ecosistemas terrestres y costeros, no obstante, de acuerdo con la determinación de impactos estos ecosistemas no resultarán afectados por impactos severos o críticos. La planta

desalinizadora se encuentra en la zona de transición y contiguo al Blvd Costero de acceso de la zona hotelera turística y dentro del límite del centro de población, por lo que la ubicación de la planta desalinizadora y sus descargas; dadas las características de operación, no entran en conflicto con la zona hotelera ni con otras actividades productivas como la pesca, ni con las políticas de protección establecidas en el decreto de protección de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Rio Colorado.

La siguiente figura muestra La ubicación de la planta desalinizadora y la ubicación de dos de los pozos salobres; el tercero se encuentra dentro de; predio de las instalaciones de la planta. Tanto los acueductos de agua salobre como de agua potable se construirán subterráneos en el derecho de vía contiguo al único camino de acceso a la zona turística mismo que corre a todo lo largo de los desarrollos existentes y planeados, algunos de ellos en construcción. Por su parte el acueducto del agua de rechazo; también subterráneo, ira una parte en el derecho de vía del mismo camino de acceso y otra parte cruzara las arenas que se encuentran entre el camino y la playa sobre el limite de los terrenos proyectados de un desarrollo turístico de la empresa Sandy Beach Resorts (SBR) quienes son los propietarios de todos los terrenos de la zona y con quienes **PROTEGIDO POR LA LFTAIPG** celebro contrato de promesa de compra venta.



Fig. II.6. Área de planta, pozos y acueductos

Como ya se mencionó anteriormente, el objetivo principal de la planta desalinizadora es producir el agua necesaria para el abasto de la población de Puerto Peñasco, evitando así

la afectación a los acuíferos de la zona mediante la sustitución de los pozos que actualmente se explotan y cuya calidad y cantidad se encuentra en franco abatimiento al grado de que los niveles de metales pesados presentes representan un riesgo a la salud de la población. Más aún, con ello se evitan los conflictos sociales por el uso del recurso agua (Ver Oficio Oomapas en anexo 3).

En cuanto a los impactos ambientales, los principales se relacionan con las aguas de rechazo o salmuera y en virtud de que estas serán regresadas al mar mediante un difusor submarino, en un ambiente de alta energía con costas expuestas a fuertes corrientes, la dilución de la salmuera ocurre en un radio de influencia máximo de 80 m, de acuerdo con los resultados del modelo de simulación de la descarga de salmuera (ver estudio oceanográfico en el anexo 7).

Por lo anterior, se considera de acuerdo con los resultados de la valoración de impactos que cuando el proyecto tenga el nivel de aprovechamiento óptimo de su capacidad instalada, tendrá un grado de sustentabilidad ambiental alto, debido a que se trata de un proyecto autosuficiente y con ello contribuye a la conservación del recurso agua y energía al utilizar fuentes alternas al agua subterránea cuyo acuífero se alimenta cuando sube la marea y fuente alterna de energía a través de un generador eólico actualmente en operación y ubicado en la misma zona, a escasamente 4 km.

II.1.2 Selección del sitio

Se eligió un sitio aislado hacia la zona costera, alejada del centro de población, que reuniera las características necesarias para la perforación y construcción de pozos alimentadores sobre la cuña salina y que además permitiera los accesos hacia la zona marina. La ubicación de la planta desalinizadora en sitios relativamente aislados pero cercanos a los desarrollos habitacionales, conlleva los beneficios de la generación de empleos temporales y permanentes, para los habitantes del puerto.

La construcción y operación de este tipo de instalaciones en lugares cercanos al mar y fuera de la mancha urbana evita los conflictos con otros sectores y actores sociales con intereses distintos. Por otra parte, de acuerdo con Sadwani, et al (2005), las costas oceánicas de alta energía, rocosas o arenosas, con corrientes paralelas a la costa (como en este caso) son los hábitats menos sensibles a las plantas desalinizadoras. Es decir, son sitios en donde la descarga de salmuera se diluye rápidamente por lo que el área de influencia es muy reducida y por tanto el impacto ambiental es moderado. Por otro lado, la baja sensibilidad de este tipo de hábitat se debe a que las condiciones de alta energía del oleaje y el intenso transporte litoral dificultan la colonización del sustrato, por lo que el desarrollo de las comunidades bentónicas es incipiente, por lo que son sitios con baja abundancia y diversidad (Ver memoria fotográfica en el Anexo 9 donde se incluyen los videos del muestreo submarino realizado evidenciando lo antes descrito).

En cuanto a la ubicación de los pozos, los estudios de resistividad eléctrica (anexo 3), concluyen que es factible la obtención del gasto requerido para la alimentación de la planta

desalinizadora desde la cuña salina, la cual garantiza un espesor saturado de agua de mar entre los 8 y los 100 m (300ft) de profundidad.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

Físicamente los pozos salobres para el proyecto así como el predio de la planta se ubican en terrenos propiedad de la empresa desarrolladora SBR, Sandy Beach Resorts, quienes años atrás ya habían realizado algunas perforaciones con el propósito de instalar una planta desalinizadora; la superficie que cubre cada una de las estaciones de los pozos es de 400 m^2 y el espacio de vía o superficie establecido para las líneas de conducción va dentro del derecho de vía del Blvd Costero donde actualmente están instaladas las líneas de conducción de agua y electricidad del propio desarrollo de Sandy Beach y de la zona hotelera, incluyendo las líneas de agua salobre y agua producto de 2,049 y 3,600 m de longitud aproximada para interconectarse a la planta desaladora y a la red de agua potable municipal, de tal manera que todo este conjunto cubre una superficie aproximada de 0.56 Has. Adicionalmente las aguas de rechazo serán conducidas a través de un emisor terrestre y un submarino de 2,500 y 1,600 metros respectivamente

La figura II.7 muestra el layout del proyecto y las áreas que ocupara el proyecto se muestran en la tabla II.3, así mismo, la Tabla II.4 muestra a su vez las coordenadas de las superficies y los trayectos de dichos acueductos.



Figura II.7. Layout del proyecto

Tabla II.3. Superficies de ocupación del proyecto.

SUPERFICIES DE OCUPACION DEL PROYECTO Y TENENCIA		
AREA	TENENCIA	SUPERFICIE (Ha)
PLANTA DESALADORA	COMPRA-VENTA	0.5121
POZOS EXPLORATORIOS	COMPRA-VENTA	0.0599
ACUEDUCTO AGUA SALOBRE	SERVIDUMBRE DE PASO	0.2049
ACUEDUCTO AGUA DESALADA	SERVIDUMBRE DE PASO	0.3600
EMISOR TERRESTRE AGUA DE RECHAZO	SERVIDUMBRE DE PASO	0.2500
EMISOR SUBMARINO AGUA DE RECHAZO	CONCESION ZOFEMAT Y SCT	0.1600
TOTAL:		1.5469

La superficie total que ocupara el proyecto es de 1.5469 Has.

Tabla II.4. Coordenadas geográficas del emisor y acueductos.

EMISOR AGUA DE RECHAZO

CUADRO DE CONSTRUCCION LINEA AGUA DE RECHAZO

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,468,824.868	253,600.932
1	2	S 13·12'16.871" W	63.088	2	3,468,763.448	253,586.521
2	3	N 81'29'53.315" W	13.645	3	3,468,765.465	253,573.026
3	4	N 78'22'18.709" w	20.792	4	3,468,769.656	253,552.660
4	5	N 79·13' 45.764" w	30.293	5	3,468,775.317	253,522.900
5	6	N 75·47'37.165" w	29.411	6	3,468,782.036	253,494.267
6	7	N 72·19'00.127" W	19.388	7	3,468,787.925	253,475.795
7	8	N 75·28'06.347" w	18.847	8	3,468,792.335	253,457.471
8	9	N 73·28'37.951" w	47.307	9	3,468,805.789	253,412.118
9	10	N 72·34'28.780" W	49.557	10	3,468,820.630	253,364.835
10	11	N 72·06'38.131" W	50 . 735	11	3,468,836 .215	253,316 .552
11	12	N 72·43'46.071" w	6 1.075	12	3,468,854.347	253,258.231
12	13	N 72·41'05.406" w	50.151	13	3,468,869.273	253,210.353
13	14	N 59·19'28.535" w	44.401	14	3,468,884.950	253,168.811
14	15	N 73·02·46.101" W	54.812	15	3,468,900.933	253,116.381
15	16	N 75'46'11.096" W	49.950	16	3,468,913.212	253,067.964
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
68	69	S 00°47'48.599" w	10.590	69	3,468,792.914	251,667.087
69	70	S 00'47'48.599"w	6.715	70	3,468,786.200	251,666.994
70	71	S 09"11'18.999" W	4.378	71	3,468,781.878	251,666.294
71	72	S 21"46'34.600" W	2.195	72	3,468,779.839	251,665.480
72	73	s 30"10'04.999" W	2.195	73	3,468,777.941	251,664.377
73	74	S 42'45'20.600" W	4.378	74	3,468,774.727	251,661.405
74	75	S 51'08'51.000" W	4.306	75	3,468,772.026	251,658.052
75	76	S 51"08'51.000" W	15.202	76	3,468,762.489	251,646.213
76	77	S 51"08'50.999"w	21.526	77	3,468,748.986	251,629.450
77	78	S 51'08'50.999"w	16.575	78	3,468,738.588	251,616.541
78	79	S 51"08'51.000" w	13.447	79	3,468,730.153	251,606.070
79	80	S 51'08'51.000" W	14.204	80	3,468,721.242	251,595.008
80	81	S 51'08'51.000" W	44.918	81	3,468,693.065	251,560.028
81	82	S 51'08'51.000" W	151.843	82	3,468,597.811	251,441.779
82	83	S 51'08'51.000" W	53.928	83	3,468,563.981	251,399.781
83	84	S 50"27'02.641"w	193.656	84	3,468,440.672	251,250.457
84	85	S 36'35'18.570"w	1,138.859	85	3,467,526.239	250,571.624
LONGITUD - 4,129.3055 m						

ACUEDUCTO AGUA SALOBRE

CUADRO DE CONSTRUCCION TRAZO AGUAS SALOBRES

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,468,824.337	255,241.174
1	2	S 86°24'53.404" E	64.934	2	3,468,820.277	255,305.981
2	3	S 03 °44' 21.612" W	2 . 025	3	3,468,818.26	255,305.849
3	4	S 04°26'14.897" W	2.566	4	3,468,815.698	255,305.651
4	5	S 05°09'45.335" W	2.202	5	3,468,813.504	255,305.452
5	6	S 06°01'51.072" W	3 . 507	6	3,468,810.02	255,305.08 4
6	7	S 06°50'10.946" W	1.790	7	3,468,808.239	255,304.871
7	8	S 07"31'24.742" W	2 . 729	8	3,468,805.534	255,304.513
8	9	S 08°17'06.070" W	2 . 27 9	9	3,468,803.279	255,304.185
9	10	S 08°44'56.907" W	0.774	10	3,468,802.514	255,304.067
10	11	S 09°06'16.452" W	1.564	11	3,468,800.97	255,303. 820
11	12	S 09°42'37.365" W	2.420	12	3,468,798.585	255,303.412
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
697	698	N 82°16'22.468"w	0.570	698	3,468,762.185	253,597.280
698	699	N 82°13'34.244"w	0.765	699	3,468,762.288	253,596.522
699	700	N 52·1o·49 . 420" w	0.543	700	3, 468,762 .362	253,595.984
700	701	N 82°08'24.454"w	0.608	701	3,468,762.445	253,595.382
701	702	N 82°05' 42.792"w	0.675	702	3,468,762.538	253,594.713
702	703	N 82°02' 54 . 963" W	0.657	703	3,468,762.629	253,594.063
703	704	N 82°00'22.488" W	0.553	704	3,468,762.71	253,593.52
704	705	N 81°57'21.517" W	0.883	705	3,468,762.83	253,592.641
705	706	N 81°54'10.263"w	0.635	706	3,468,762.919	253,592.012
706	707	N 81°51'23.928" w	0.685	707	3,468,763.016	253,591.334
707	708	N 81°48 ' 03.507" W	0.905	708	3,468,763.145	253,590.438
708	709	N 81°45'16.051"w	0.424	709	3,468,763.206	253,590.019
709	710	N 81°43'15.591"w	0.532	710	3,468,763.28	253,589.492
710	711	N 12°58'51.612" E	41.528	711	3, 468,803.749	253,598.820
711	712	S 76 '59' 49.026" E	43.150	712	3,468,794.040	253,640.864
712	713	N 13°00'10.974" E	52.083	713	3, 468,844 .787	253,652.583
713	714	N 75·59'49.026" W	3.825	714	3, 468,845 .648	253,648.856
LONGITUD 2,171.9850						

Tabla II.4. Coordenadas geográficas del emisor y acueductos Cont.

EMISOR AGUA POTABLE

CUADRO DE CONSTRUCCION LINEA AGUA POTABLE						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	3,70,0 22.127	256,174.411
1	2	s 00·08'38.757" E	2.095	2	3,470,020.032	256,174.417
2	3	S 00"08'38.757" E	8.240	3	3,470,011.791	256,174.437
3	4	S 00'08'38.757" E	5.768	4	3.470,006.023	256,174.452
4	5	S 00"08'38.757" E	6.455	5	3,469,999.568	256,174.468
5	6	s 00·08'38.757" E	9.751	6	3,469,989.817	256,174.493
6	7	s 00·08'38.757" E	7.554	7	3,469,982.26	256,174.512
7	8	S 00'08'38.757" E	8.652	8	3,469,973.61	256,174.533
8	9	s 00·08'38.757" E	8.790	9	3,469,964.822	256,174.556
9	10	s 00·08'38.757" E	6.441	10	3,469,958.381	256,174.572
10	11	s 00·08'38.757" E	1 710	11 ,	3,469,956.611	256,1 /4.5/6
11	12	S 00'08'38.757" E	3.046	12	3 469,953.565	256,174.584
12	13	S 02·25'59.284" \Ji.	2.602	13	3,469,950.965	256,1 /4.473
13	14	S 02·45'17.292" w	3.590	14	3,469,947.379	256,174.301
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
802	803	S 82'33'01.055"w	5.884	803	3,468,757.140	253,741.913
803	804	S 83'40'03.174"w	8.011	804	3,468,756.256	253,733.950
804	805	S 84'55'40.281"w	7.663	805	3,468,755.579	253,726.317
805	806	S 86'18'39.896"w	9.540	806	3,468,754.97	253,716.797
806	807	s 87'49'44.51o"w	9.339	807	3,468,754.61	253,707.465
807	808	S 89'17'23.836"w	8.831	808	3,468,754.502	253,698.635
808	809	N 89'18'12.718" W	8.973	809	3,468,754.611	253,689.663
809	810	N 88'19'07.723" W	12.467	810	3,468,754.977	253677.201
810	811	N 87'26'36.457"w	12.336	811	3468755.527	253,664.877
811	812	N 86'43'45.523"w	7.900	812	3,468,755.978	253656.99
812	813	N 86'01'31.733" W	12.044	813	3,468,756.812	253,644.976
813	814	N 8 5' 15' 41. 016" W	9.607	814	3468757.606	253,635.401
814	815	N 84'36'13.588"w	9.027	815	3,468,758.455	253,626.414
815	816	N 83'56'29.814"w	9.736	816	3,468,759.483	253,616.733
816	817	N 83'12'27.671" W	11.060	817	3468760.791	253,605.750
817	818	N 82'29'57.763" W	9.010	818	3,468,761.967	253,596.818
818	819	N 81'50'30.944" W	9.619	819	3,468,763.332	253,587.296
819	820	N 13'00'10.974" E	90.066	820	3,468,851.09	253,607.561
LONGUITUD 3,678.4712 M.						

Desaladora

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	253610.000	3468868.700
1	2	S 13° 0' 10.876" W	105.772	2	253586.201	3468765.640
2	3	S 81° 37' 16.148" E	5.016	3	253591.164	3468764.909
3	4	N 13° 0' 11.941" E	30.110	4	253597.939	3468794.247
4	5	S 83° 10' 25.597" E	32.584	5	253630.293	3468790.374
5	6	S 85° 32' 42.698" E	32.585	6	253662.780	3468787.843
6	7	N 13° 0' 9.735" E	66.907	7	253677.834	3468853.035
7	1	N 76° 59' 47.623" W	69.619	1	253610.000	3468868.700

Pozos 1 y 2

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN POZO 1						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	255230.697	3468814.309
1	2	S 86° 54' 57.573" E	19.999	2	255250.668	3468813.233
2	3	N 41° 54' 57.573" W	28.284	3	255231.773	3468834.28
3	4	S 86° 54' 57.573" E	19.999	4	255251.744	3468833.204
4	5	S 3° 4' 48.879" W	7.499	5	255251.341	3468825.715
5	6	S 3° 5' 1.871" W	5	6	255251.072	3468820.722
6	7	S 86° 54' 55.606" E	56.941	7	255307.931	3468817.658
7	8	N 3° 5' 1.871" E	5	8	255308.2	3468822.651
8	1	S 83° 51' 23.925" W	77.95	1	255230.697	3468814.309

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN POZO 2						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	254331.861	3468953.156
1	2	S 2° 23' 44.174" E	20	2	254332.697	3468933.173
2	3	N 42° 36' 15.825" E	28.284	3	254351.844	3468953.992
3	4	S 2° 23' 44.174" E	20	4	254352.68	3468934.009
4	5	S 87° 36' 23.81" W	12.499	5	254340.191	3468933.487
5	6	N 87° 36' 14.531" E	4.999	6	254345.186	3468933.696
6	7	N 18° 9' 42.533" E	21.36	7	254351.844	3468953.992
7	8	S 3° 21' 47.396" W	124.572	8	254344.536	3468829.634
8	9	N 72° 1' 53.298" E	4.816	9	254349.118	3468831.12
9	10	N 72° 11' 48.428" E	0.372	10	254349.473	3468831.234
10	1	N 8° 13' 10.884" W	123.187	1	254331.861	3468953.156

Nota. En el anexo 5 se incluyen los cuadros de construcción completos en formato PDF y los archivos en formato Excel.

II.1.4 Inversión requerida

El proyecto involucra una inversión estimada para la producción de agua desalada. Con objeto de cuantificar los costos de inversión para la construcción de la planta “Desalinizadora”, se desglosó el presupuesto en las siguientes partidas:

Tabla II.5. Presupuesto de Inversión

Rubro
Inversión Fija

Puerto Peñasco, Sonora

II.1.5 Dimensiones del proyecto

La construcción de la planta de desalinización por Osmosis Inversa se realizará en un predio de forma regular que tiene un área de 5,121 m^2 misma que se realizara en etapas siendo de inicio la operación para 52 LPS hasta llegar a 100 lps con otro equipo modular similar. La superficie total que ocupara el proyecto incluyendo los acueductos y emisor es de 1.5469 Has. de acuerdo al arreglo que se muestra en la Tabla II.3 de este documento. Las especificaciones de las dimensiones del proyecto por equipos se muestran en los planos del proyecto ejecutivo que se incluye en el anexo 4.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

a) La superficie total del predio urbano seleccionado para la planta desaladora es de **5,121 m^2**.

b) La superficie a utilizar es la totalidad del predio de **5,121 m^2**, que comprende la suma de las obras permanentes (edificio, tanques de almacenamiento, planta de emergencia, oficina, baño, vestidores y bodega-almacén, estacionamiento y tuberías de conducción de agua). Estas obras afectarán especies del tipo Vegetación de dunas, las cuales se encuentran escasas en el predio por el impacto del tráfico vehicular al cual están sujetas pero que perteneces a las comunidades existentes en el resto de la zona del proyecto (ver anexo 9 memoria fotográfica).

c) La dosificación y su relación respecto a la superficie total del predio se presenta en la Tabla II.6.

Tabla II.6. Dosificación de usos

Tipo de uso de suelo propuesto	superficie m^2	%
Edificio de tratamiento (oficinas, comedor, vestidores, cuarto de control, etc.)	2,400.00	47%
Planta de electricidad de emergencia	400.00	8%
Tanque de agua de cruda y de rechazo	54.00	1%
Tanque de agua tratada	96.00	2%
Área de pozos	400.00	8%
Área de acceso a tuberias	120.00	2%
Área de estacionamiento y manejo	1,651.00	32%
TOTAL	5,121.00	100%

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Actualmente la zona donde se encuentra ubicado el sitio del proyecto tiene un uso turístico y hotelero de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Peñasco con la carta Usos, Reservas y Destinos del Suelo. La siguiente figura muestra la carta señalada anteriormente y el sitio de ubicación del proyecto.

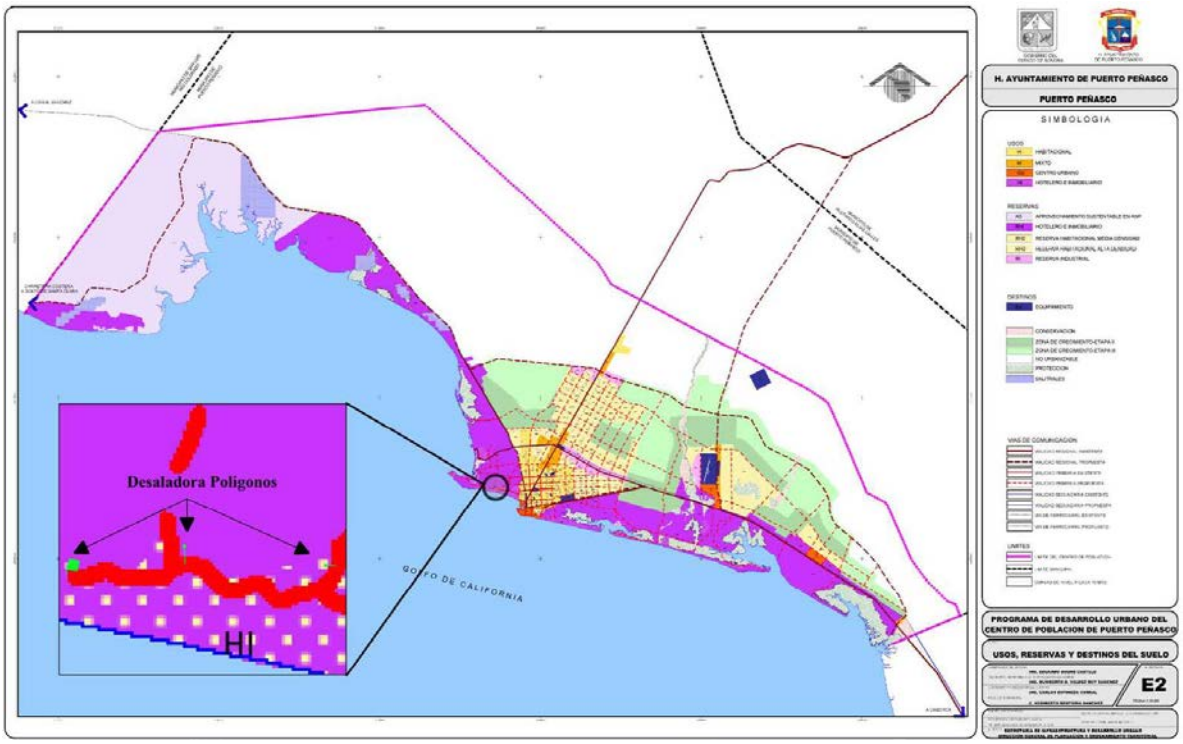


Figura II.8. Uso de suelo colindante a la zona del proyecto.

Por otro lado, la carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI señala que el suelo se presenta sin erosión apreciable y se encuentra cubierto por vegetación de dunas. De acuerdo con las modificaciones a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2017), específicamente el Art. 7 fracción LXXI NO aplica el cambio de uso de suelo de terrenos forestales por encontrarse los terrenos dentro del Límite del Centro de Población de la ciudad de Puerto Peñasco, por lo que para la realización de este proyecto NO se requiere el cambio de uso de suelo en materia forestal.

El cuerpo de agua colindante es el Golfo de California, el cual en su zona costera es utilizado principalmente turístico y pesca, aunque esta se realiza fuera del área de influencia del proyecto. Con respecto al uso turístico en la zona aledaña tanto a la planta desalinizadora como al emisor de las aguas de rechazo, se encuentra en construcción el megadesarrollo denominado HOME PORT destinado para el atraque de cruceros turísticos de todo el mundo y aunque presenta ciertos problemas financieros se tiene avanzado el espigón que conforma la escollera y la plataforma de dicho proyecto; otro proyecto en la zona de influencia corresponde a la marina proyectada por la empresa Sandy Beach Resort (SBR) misma que se construiría en parte de la rada del HOME PORT, actualmente para este proyecto se tiene semi construida la marina exterior y la marina seca. Las obras de avance de ambos proyectos son visibles a simple vista y en las imágenes del Google y ambos tienen autorización en materia de impacto ambiental.

Puerto Peñasco, Sonora

Mediante la presentación de esta manifestación de impacto ambiental, se solicita la autorización en materia ambiental para la construcción y operación de la planta desalinizadora y las obras complementarias consistentes en la construcción y operación de los pozos así como la construcción y operación del difusor submarino. Actualmente se tiene la autorización de CONAGUA para realizar los pozos exploratorios, autorizaciones que se muestran en el anexo 3.

Por tratarse de una zona suburbana turística, el área del proyecto si cuenta con servicios de urbanización. El suelo se encuentra parcialmente fraccionado en grandes predios. En las áreas contiguas al sitio del proyecto, los asentamientos tipo turísticos corresponden a desarrollos hoteleros y condominios de tiempo compartido.

Las principales vías de comunicación al sitio del proyecto son a través del Blvd. Samuel Ocaña para después tomar el Blvd. Costero mismo que llega al sitio del proyecto y hasta la Playa “La Choya” donde se encuentra la desarrolladora SBR (Sandy Beach Resorts) y los terrenos del proyecto. El agua potable será suministrada por la propia planta desalinizadora al OOMAPASPP directamente a la red de agua potable existente. Para el funcionamiento del proyecto se requiere del suministro de energía eléctrica, la cual será suministrada por la empresa Energía Sonora a través de un aerogenerador de 3 MW instalado y en operación en la misma zona del proyecto, así mismo para emergencia se contara con generador diésel. Las obras necesarias para llevar el tendido de cables para el suministro eléctrico desde el generador al sitio del proyecto serán a través del derecho de vía de las vialidades ya existentes. Con respecto a las aguas de rechazo de la planta desalinizadora, éstas serán vertidas al Golfo de California por medio de un difusor submarino.

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto de la planta desalinizadora incluye las obras que albergarán los equipos e instalaciones necesarias para llevar a cabo el proceso de desalinización (ósmosis inversa en este caso), las obras complementarias para la alimentación de agua a la planta (pozos) y el sistema de disposición de las aguas de rechazo (emisor y difusor submarino). Por lo anterior, en los párrafos subsiguientes se describirán las características de cada uno de estos componentes del proyecto.

a) Edificio de tratamiento e instalaciones de la planta desalinizadora

El edificio de tratamiento consiste en la construcción de instalaciones a base de estructura metálica y pisos de concreto, en una superficie aproximada de 5,121 m^2. El detalle de las edificaciones se presenta en los planos del anexo 4 donde se presenta el plano a una escala conveniente. El edificio será de un solo piso y albergará las áreas operativas de la planta como son: equipo de ósmosis inversa, oficina, comedor, baños, vestidores, almacén, cuarto de control, etc.

El suministro de agua para la operación de la planta desalinizadora en su primera etapa se obtendrá a partir de 3 pozos costeros en total, los cuales tienen la ventaja de entregar agua suficiente y de calidad en sólidos suspendidos y materia orgánica, para la instalación de los pozos se tiene considerada un área de 400 m^2 cada uno, esta dimensión puede variar dependiendo de los resultados de la mecánica de suelos y de la perforación de los pozos exploratorios. De ser considerados aceptables estos pozos se construirán de manera definitiva. Las características y especificaciones constructivas de los pozos se describen en el apartado correspondiente a obras asociadas al proyecto.

El edificio de tratamiento se divide en las siguientes áreas: filtros multimedia, ósmosis inversa, químicos y almacén. Los filtros multimedia tienen la función de retener los sólidos suspendidos que puedan afectar al sistema de ósmosis inversa.

Para la operación de la planta se requieren los siguientes químicos:

- Hipoclorito de sodio; el cual se emplea como desinfectante, se está considerando dos equipos una para la salida de los filtros multimedia y otro a la salida del agua producto de la ósmosis inversa.
- Metabisulfito de sodio; se emplea como protección a las membranas de ósmosis inversa, para evitar que el cloro llegue a estas, se tiene considerado 6 equipos de dosificación uno por módulo de ósmosis inversa.
- Anti-incrustante; como su nombre lo indica se emplea para evitar que algunas sales se incrusten en las membranas de osmosis inversa, se tiene considerado tres equipos de dosificación uno por sistema de ósmosis inversa.

Se tiene un área destinada para almacenar en forma adecuada los diferentes productos químicos que se requieren, para la operación de la planta desalinizadora, así como las refacciones necesarias para este fin, esta bodega-almacén se incluye en la superficie de la planta.

b) Áreas operativas

Dentro de las áreas operativas se tienen considerados espacios para albergar el centro de control, oficina, vestidores y comedor. Se tiene considerada un área para albergar al Centro de Control de Motores y al PLC (Programmable Logic Controller por sus siglas en inglés) ó Controlador de Lógica Programable, desde donde se tendrá el control de la planta desalinizadora; este cuarto de control formara parte de las oficinas en la planta.

Para los operadores de la planta desalinizadora, se tiene considerado la instalación de una oficina, la cual contará con los servicios de sanitarios para el uso del personal. Así mismo se tiene contemplado un espacio para la instalación de vestidores, en el cual se tienen incluidos los baños, regaderas y lockers, también se tiene considerado un comedor para el personal de operación de la planta desalinizadora.

Como parte de la infraestructura se tiene contemplado la instalación de 1 tanque de almacenamiento, tipo rotoplas, con un volumen útil aproximado de 10,000 m^3 cada uno. Para las eventuales fallas en la alimentación eléctrica, se considera la instalación de una planta de emergencia que funcionará con diésel, para lo cual se tiene un tanque de almacenamiento de diésel, este tanque estará instalado dentro de un dique de contención, que deberá de tener un volumen de 1.2 veces el volumen del tanque, como medida de seguridad en caso de que se tenga un derrame o el tanque colapse.

II.2.1 Programa General de Trabajo

En el cronograma de actividades que se presenta en la Tabla II.7, se desglosan de manera resumida las actividades a realizar durante cada una de las etapas del proyecto. Es importante aclarar que las actividades de preparación del sitio y construcción se realizarán en aproximadamente 16 meses, mientras que la operación de la planta, los pozos y el difusor, será continua durante la vida útil estimada de la planta (15 años). En la parte correspondiente a operación y mantenimiento de esta Tabla, se indica una periodicidad semestral o anual para el mantenimiento de las instalaciones, durante la vida útil del proyecto.

Tabla II.7. Cronograma de actividades etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento de la planta desalinizadora y las gestiones complementarias

AGUA ROCAPORTENSE S.A.P.I. DE C.V.	PALANTA DESALINIZADORA PUERTO PENASCO (MESES)															
PRIMERA FASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Constitución de la Sociedad																
Análisis de sitio																
Estudios previos																
Estudio Geohidrológico																
Permiso de perforación																
Analisis y compendio de información																
SEGUNDA FASE																
Perforación de pozos exploratorios																
Interpretacion de resultados																
Toma de desiciones proceso																
Análisis legal								15 dias								
Estudios Oceanográficos																
Gestiones ante banca de desarrollo																
Gestion ante fundaciones de fondo																
Concesiones definitivas																
TERCERA FASE																
Adquisición/Renta de terrenos																
Derecho de paso																
Ubicación de instalaciones																
Manifestacion de Impacto Ambiental																
Permiso de descarga																
Tramite concesion zona federal																
Diagnostico de riesgo																
Dictamen de Impacto regional																
Cotizacion de equipos																
Presupuesto de obra																
Licencia Uso suelo y construcción																
Permiso construccion emisor sub.																
CUARTA FASE																
Propuesta de licitación																
Lanzamiento de licitación																
Asignacion																
Construccion																
Puesta en marcha																

En este tipo de obras no se considera abandono de sitio debido a que cuando termina su periodo económico (tiempo de vida útil) se realiza la rehabilitación de la obra para mantener en operación la planta.

II.2.2 Preparación del sitio

a) Desmonte y despalme de las áreas seleccionadas

Como parte del reconocimiento e identificación en campo de especies vegetales, se determinarán las especies existentes en el predio que presentan algún estatus de protección ambiental de acuerdo con la normatividad mexicana vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010). Lo anterior a fin de determinar la presencia o no de especies en protección y proceder en consecuencia en la elaboración de un dictamen para la NO aplicabilidad del Cambio de Uso de Suelo en Materia Forestal.

Posteriormente se procederá a realizar la remoción de la vegetación existente misma que corresponde a vegetación de dunas, se realizará en forma gradual, dando así oportunidad al desplazamiento de la eventual presencia de reptiles y su desplazamiento hacia las áreas circundantes. Terminada esta parte, se llevarán a cabo las actividades de remoción total de vegetación en las áreas donde se desplantarán las construcciones permanentes. Para el desmonte de la vegetación herbácea y pequeños arbustos, se utilizarán herramientas menores. El material producto del desmonte, será triturado y esparcido en el resto del terreno como materia orgánica.

b) Apilamiento, carga y disposición de residuos

Del material producto del desmonte se separará la capa orgánica del suelo, la cual será almacenada a cielo abierto dentro del mismo predio y posteriormente será utilizada como suelo en las áreas verdes contempladas en el proyecto. Los principales impactos corresponden a la re suspensión de partículas de polvo y orgánicas como resultado del movimiento de los residuos vegetales, así como el ruido generado por la operación de maquinaria y equipo.

c) Limpieza, trazo, excavaciones, relleno, compactación y nivelación del terreno

Antes de dar inicio a la obra civil, se realizarán actividades de limpieza, trazo y nivelación del terreno donde se desplantarán las obras permanentes. Estas actividades consisten básicamente en la operación de maquinaria y equipo menor para conformar las plataformas sobre las que se construirán las distintas instalaciones de la planta desalinizadora. Las áreas donde se desplantarán las construcciones permanentes se someterán a procesos de relleno y compactación y nivelación del terreno. Posteriormente se realizarán las excavaciones para la construcción de la cimentación y para la instalación de tuberías,

drenaje, telefonía, etc., todo el material hasta una profundidad aproximada de 1.2 m en los sitios donde se requiera.

Los principales impactos, se relacionan con la emisión de gases a la atmósfera derivados de la operación de la maquinaria, la generación de ruido y la re suspensión de partículas de polvo. Con el objeto de minimizar la emisión de gases a la atmósfera se utilizará preferentemente maquinaria nueva o en condiciones óptimas de mantenimiento. En virtud de que la zona donde se desarrollará el proyecto se encuentra relativamente alejado de asentamientos humanos, el ruido no representa mayor problema. En cuanto a la re suspensión de partículas de polvo, se regará continuamente la superficie del suelo para minimizar este impacto.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para llevar a cabo esta obra se tiene contemplado la instalación de las siguientes obras provisionales:

a) Almacén general

Este se construirá de madera y cartón negro; se destinará a almacenar materiales como tuberías, conexiones, válvulas, bombas, material eléctrico, instrumentos y equipo de control. Las dimensiones del almacén serán aproximadamente de 8 m de ancho x 12 m de largo x 3 m de alto; su duración será de aproximadamente 8 meses que es el tiempo estimado para construir la planta desalinizadora y obras asociadas.

El principal impacto se relaciona con la calidad visual negativa que generan estas instalaciones, así como residuos sólidos derivados de su construcción, como pedacería de madera, cartón, clavos, alambre, etc.

b) Taller mecánico

Se construirá una techumbre a base de estructura metálica para la realización de actividades de soldadura y reparaciones menores de maquinaria y equipo. Este se localizará en una zona que se encuentre lo más alejada de las demás instalaciones y contará con extintores.

c) Almacén de combustible

NO se prevé almacenamiento de combustible en esta etapa del proyecto. El suministro será a través de camión orquesta.

d) Oficinas

Se tendrán oficinas temporales, para que el personal encargado de la obra tenga espacio para realizar las labores necesarias de la parte administrativa.

e) Comedor

Se contará con un comedor provisional, construido a base de madera, cartón negro y lámina galvanizada, en el cual se dará el servicio a los trabajadores y empleados. Contará con un tanque de almacenamiento de agua, con una capacidad de 5 mil litros, para satisfacer los requerimientos del personal que labora en la obra, se contará con un lavabo para aseo del personal.

f) Baños

Se contará con baños portátiles, a razón de un baño por cada 15 trabajadores

II.2.4 Etapa de construcción

a) Cimentaciones y bases

Sobre las plataformas compactadas se realizará excavación de zanjas con retroexcavadora. Entre las actividades a realizar se encuentran la colocación de acero de refuerzo, cimbra en trabes y dados de cimentación, vaciado de concreto premezclado, colocación de plantilla de concreto y colocación de estructura metálica en cimentación.

Los principales impactos se relacionan con el movimiento de tierras, la generación de residuos sólidos (pedacería de madera, varilla, alambre recocido, clavos, etc.,), ruido producido por la operación de maquinaria y equipo, levantamiento de polvo. Con el objeto de reducir el impacto ambiental, se utilizará concreto premezclado en lugar de elaborarlo en el sitio con revolvedoras de concreto. Para evitar la dispersión de los residuos sólidos, se realizarán labores de limpieza y acopio de materiales diariamente.

b) Montaje de la estructura metálica

Para la construcción de la estructura metálica se realizarán actividades de fabricación y montaje de columnas a base de acero estructural, fabricación y montaje de trabe, formada con perfil, colocación de sistema de piso a base.

La construcción consiste básicamente en el ensamblaje de vigas de acero prefabricadas las cuáles son instaladas mediante grúas. Durante el montaje de la estructura se realizan actividades de soldadura. La obra permanente consiste en una nave industrial.

c) Construcción de muros y techumbre

Los muros serán a base de tabique y la techumbre será de lámina galvanizada. El edificio será de una sola planta, la construcción se realizará por el promovente del proyecto y se

apegará completamente al Reglamento de construcciones del H. Ayuntamiento de Puerto Peñasco.

d) Construcción de cuartos

Los cuartos se construirán a base de tabique y se dispondrán a manera de subdivisiones al interior de la nave industrial con el fin de albergar las oficinas, vestidores, comedor, sanitarios, cuarto de control, almacén, etc. Debido a que la construcción de estas instalaciones se realiza al interior de la nave, los principales impactos se relacionan con la generación de residuos sólidos derivados de la construcción, como pedacería de tabiques, bolsas de cemento, pedacería de aluminio, vidrio, etc. Para evitar la dispersión de estos materiales, se realizarán actividades de limpieza, recolección y acopio de residuos diariamente.

e) Obra eléctrica

Las actividades relacionadas con la instalación eléctrica consisten en la colocación de tubería conduit galvanizada, fijación de charola galvanizada, colocación de caja condulet, fabricación y fijación de soporte para luminaria colgante, instalación y conexión de cable de cobre, instalación y conexión de luminaria fluorescente, instalación y conexión de contactos y apagadores, instalación de tablero, instalación de subestación, instalación y fijación de cable desnudo de cobre para sistema de tierra.

f) Construcción mecánica

Terminada la obra civil, es decir, una vez que se cuenta con las bases para el montaje de los equipos principales, periféricos, instalaciones, soportes y tuberías de interconexión. Entre estos equipos se encuentran los filtros multimedia, unidades de ósmosis inversa, sistemas de dosificación de químicos, sistema de limpieza, montaje de equipo electromecánico, fabricación e instalación de soportes, montaje de tubería de intercomunicación e integración.

g) Montaje de equipos principales y periféricos

Esta actividad consiste en el montaje e instalación de los filtros multimedia, bombas, equipo de recuperación de energía y los módulos de ósmosis inversa, básicamente se relacionan con el desempaque, ensamble y fijación de los equipos. Entre los equipos periféricos se encuentran los sistemas de dosificación de bisulfito de sodio, dosificación de anti-incrustantes, tableros de control, etc.

h) Instalación de soportes y tuberías de interconexión

Estas actividades se refieren a la colocación de soportes para la instalación de las tuberías de conducción hidráulica y eléctrica. En su mayor parte estas instalaciones se hacen sobre las paredes de la construcción.

i) Obra eléctrica y control

Antes de realizar los acabados de la obra civil, se realizará la instalación de la obra eléctrica, la cual consiste en instalación de tableros, red de tierras, soportes, canalizaciones y cableado.

j) Fabricación e instalación de tableros

Esta actividad se refiere a la instalación de registros tipo eléctrico para el control del funcionamiento automático de la planta desalinizadora.

k) Red de tierras y cableado

Esta actividad se refiere esencialmente a la instalación de cableado eléctrico, por medio de tuberías tipo conduit o manguera para instalaciones eléctricas.

II.2.5 Operación y Mantenimiento

a) Pruebas por equipo

Consisten básicamente en la realización pruebas para verificar el funcionamiento de equipos como bombas hidráulicas, sistemas de dosificación, sistema de recuperación de energía, sistema eléctrico, etc.

b) Pruebas generales

Consisten básicamente en la realización pruebas para verificar el funcionamiento de bombas, equipos e instalaciones.

c) Limpieza de membranas

Se contará con un sistema de limpieza de las membranas de la ósmosis inversa, con este sistema se realiza el flushing cada vez que el sistema de ósmosis inversa sale de operación, y se hace el flushing para desplazar el agua de mar que quede en los tubos de presión, para evitar incrustaciones de sales en las membranas.

d) Dosificación de bisulfito

Previamente a su ingreso al sistema de ósmosis inversa, el agua proveniente de los filtros multimedia, se dosificará bisulfito de sodio (químico reductor), a fin de evitar que el cloro residual agreda las membranas. El sistema de dosificación de hipoclorito de sodio estará formado por una bomba dosificadora con un flujo de operación de 0.1 m^3/h y un tanque de almacenamiento de hipoclorito de sodio con capacidad de 2.0 m^3.

e) Dosificación de anti-incrustante

Se dosificará anti-incrustante en el agua filtrada de alimentación a la ósmosis inversa para prevenir la incrustación de sales en las membranas. Generalmente se utiliza ácido sulfúrico, polifosfatos, agentes polielectrolíticos y antiespumantes, para prevenir la incrustación de organismos y la formación de cristales de carbonato de calcio en las membranas de los módulos de ósmosis inversa. El sistema consiste de un tanque de almacenamiento de anti-incrustante de 2 m^3 con un flujo de operación de 0.002 m^3/h a una presión de 7.0 Bar, por cada sistema de ósmosis inversa.

f) Limpieza química

La contaminación de las membranas genera un alto consumo energético, una frecuencia de lavado más alta y una vida de las membranas más corta. La contaminación de las membranas se conoce como ensuciamiento. Los contaminantes más importantes encontrados en las membranas son: partículas suspendidas y coloidales, materia orgánica, incrustaciones de carbonatos de calcio, sulfitos de calcio, fierro, manganeso, cobre, níquel, aluminio, crecimiento biológico como algas, hongos, biopelícula.

Se requiere realizar dos tipos de limpieza, una ácida y otra alcalina, los niveles deseados de pH es de aproximadamente 2 para limpieza ácida y 12 para limpieza alcalina. La preparación y mezcla de las soluciones de limpieza apropiadas se realizará en el tanque de limpieza, en donde se asegura que todos los químicos estén bien disueltos y mezclados antes de circular la solución en los elementos, el mezclado de la solución se hará en la bomba de limpieza. Cualquier solución de limpieza debe ser cristalina, como medida de seguridad se cuenta con los filtros tipo cartucho, los cuáles evitarán que cualquier sólido suspendido mayor de 5 micras sea retenido. Se realiza un bombeo a baja presión para desplazar el agua de proceso, la presión deberá ser suficientemente baja para que no se produzca nada de perneado; una baja presión minimiza la re-depositación de suciedad en la membrana. Una vez que el agua de proceso ha sido desplazada, la solución de limpieza, estará presente en el flujo de concentrado, entonces se deberá recircular el concentrado hacia el tanque de limpieza, se apaga la bomba y se permite que los elementos se remojen; posteriormente se purga la solución de limpieza, enviando estos efluentes al tanque de neutralización. Finalmente se utiliza agua producto de la ósmosis inversa para el enjuague de la solución de limpieza y éste se envía al tanque de neutralización. La limpieza química se realiza cuando la presión diferencial entre el cabezal de entrada y de salida del sistema de ósmosis inversa es de 1 bar, se estima que este se realice cada 6 meses.

g) Neutralización de efluentes

Esta secuencia se realiza para la limpieza ácida y alcalina respectivamente, los efluentes se mezclan en el tanque de neutralización, debido a que es un efluente ácido y otro alcalino, estos se neutralizan, para garantizar que el pH esté entre 6 y 8 (que es el rango en que se considera que la solución está neutralizada), se realizará una dosificación de ácido o sosa,

para lo cual se tiene el sistema de dosificación de ácido sulfúrico que comprende un tanque de almacenamiento y una bomba dosificadora y un sistema de dosificación de sosa compuesto por un tanque de almacenamiento y una bomba dosificadora, la dosificación de estos reactivos, se realizará según sea necesario para alcanzar el pH requerido, una vez neutralizado estos efluentes, se envían mediante la bomba de agua neutralizada, a la descarga de los efluentes de rechazo y de retrolavado para su mezclado y su regreso al mar, la operación de limpieza química se realizará cada 6 meses aproximadamente.

h) Descarga de agua permeada

Como etapa final, se cuenta con un sistema de post tratamiento, al agua perneada (producto) se le dosificará hipoclorito de sodio, como un proceso de desinfección, hidróxido de sodio para control de pH y se envía a un tanque de almacenamiento, para posteriormente distribuirla a su servicio final.

i) Descarga de salmuera

La salmuera de rechazo de las membranas de ósmosis inversa se utilizará para el retrolavado de los filtros multimedia, el agua de retrolavado se almacenará en el tanque. Aproximadamente cada 6 meses, el agua almacenada en este tanque será devuelta al mar. Con el objetivo de no afectar la flora y fauna marina, el punto de descarga se realizará lo más retirado de la costa. Para ello, el tramo final del emisor de descarga, se equipará con una serie de difusores para una mejor dilución de la salmuera. En la tubería de descarga del agua de retorno al mar se incorporan los efluentes neutralizados de las limpieza química del sistema de ósmosis inversa, estos últimos se producen cada 6 meses aproximadamente.

II.2.6 Descripción de obras complementarias al proyecto

II.2.6.1 Pozos

El agua de alimentación de la planta vendrá de pozos instalados dentro de la propiedad del proyecto y dos fuera. Cada pozo contara con su equipo de bombeo para un gasto promedio de 70 lps por bomba. Por las condiciones de operación, se podrían considerar sumergibles verticales, con motor encapsulado con protección contra arena, cojinetes lubricados por líquido y diafragma compensador de presión.

La tubería principal de los pozos será construida en PVC hidráulico con ademe de 12” o en material similar, el cual será situado enfrente de los pozos. Una sola línea de distribución correrá a través del predio al edificio para la alimentación de los sistemas de ósmosis inversa.

II.2.6.1.1 Construcción

a) Transporte de maquinaria e insumos al sitio del proyecto

Las actividades necesarias para iniciar la perforación de los pozos consisten básicamente en disponer la maquinaria, equipo y materiales en el sitio para iniciar directamente con la perforación de los pozos.

b) Perforación de pozos

Las actividades de construcción consisten en la realización de una perforación definitiva con un diámetro de 12 pulgadas. Este trabajo se realizara mediante el empleo de equipo de perforación a base de una mesa rotaria.

c) Sello sanitario, ademe y filtro de grava

Una vez terminado el pozo, se le aplica una lechada de cemento (mortero) en la pared anular del pozo; esta actividad se conoce como sello sanitario. Posteriormente se coloca el tubo de ademe y el filtro de grava.

d) Adelgazamiento de lodos de bentonita, sifoneado y lavado del pozo

Se realizan actividades para el adelgazamiento y succión de lodo (bentonita), se realiza un sifoneado con aire comprimido, se aplica dispersor de arcillas y se realiza la limpieza del pozo con agua.

Los principales impactos durante la construcción del pozo se relacionan con la alteración local del suelo debido a la extracción de agua y material producto de la perforación y su incorporación al suelo superficial. Lo anterior modifica localmente y de forma temporal las características granulométricas y la composición del suelo superficial.

II.2.6.1.2 Protecciones de pozos

En la parte superficial del pozo se construirán protecciones de concreto alrededor de los pozos definitivos y los registros para la instalación de los medidores de flujo. Los aros para la protección de los pozos se construyen en un sitio cercano al pozo, básicamente consisten en cimbras de madera sobre las cuales se coloca concreto hidráulico y una vez que éste fragua se descimbran y se transportan al sitio del pozo para su instalación.

II.2.6.1.3 Registros para los medidores de flujo

La construcción de registros involucra actividades de excavación, albañilería y plomería. Su construcción es similar a la de los registros convencionales de las redes hidráulicas. Los impactos asociados a esta actividad son muy localizados y se relacionan con el movimiento

de tierra y la generación de residuos sólidos como pedacería de material de construcción, eléctrico y de plomería.

II.2.6.1.4 Líneas de conducción

Esta actividad consiste básicamente en la realización de excavaciones para la instalación de la tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) de 12" de diámetro que conducirá el agua del pozo a la planta desalinizadora y las aguas de rechazo para su descarga al mar.

Los principales impactos se relacionan con el movimiento de tierras, la alteración del suelo por descarga de agua, ruido generado por la operación de maquinaria y equipo, así como la generación de residuos sólidos.

II.2.6.1.5 Instalación de bombas

La instalación de las bombas sumergibles no involucra actividades de tipo constructivo, sino únicamente la realización de maniobras para su instalación.

II.2.6.2 Operación y mantenimiento

II.2.6.2.1 Pruebas de bombeo

Una vez terminado el pozo, se realizan pruebas de bombeo dinámico durante 36 horas con el fin evaluar el comportamiento del gasto y los niveles estático y dinámico del pozo (cono de abatimiento). El chorro de agua generado durante las pruebas de bombeo provoca una erosión y alteración localizada del suelo superficial.

Con el fin de mitigar estos impactos se construye una trinchera para confinar el agua y remover su infiltración al subsuelo. Debido a la corta duración de las pruebas de bombeo, estos impactos son poco significativos.

a) Bombeo continuo y conducción de agua de mar a la planta desalinizadora

Son pocas las actividades de mantenimiento involucradas durante la operación de los pozos de producción, entre las más importantes se encuentran el mantenimiento y limpieza de las bombas sumergibles, del pozo mismo, instalaciones hidráulicas, eléctricas y ocasionalmente de las estructuras de protección. En los párrafos subsiguientes se describen estas actividades.

II.2.6.2.2 Mantenimiento de bombas

Esta actividad consiste básicamente en la extracción de la bomba sumergible para su limpieza por medio de chorros de agua a presión para eliminar los lodos y óxidos adheridos a sus paredes. Una vez limpia se revisan los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos de la bomba.

II.2.6.2.3 Mantenimiento de pozos

Con el tiempo los pozos eventualmente se azolvan por lo que requieren de actividades de mantenimiento que consisten en la extracción de la arena que impide su funcionamiento óptimo. Estas actividades se conocen como “desarenado de pozos” y consisten básicamente en procedimientos de lavado y sifoneo con agua a presión y aire comprimido, respectivamente. Estas actividades son similares a las realizadas durante la etapa de lavado y sifoneo durante su construcción.

II.2.6.2.4 Mantenimiento de las estructuras de protección

En virtud de que las estructuras de protección son de concreto armado, estas difícilmente requieren de un mantenimiento, no obstante, ocasionalmente, bajo condiciones meteorológicas extremas pudieran verse afectadas, por lo que es necesario reforzarlas posteriormente. La actividad podrá consistir esencialmente en la colocación de una barrera de rocas alrededor de la estructura de concreto que protege directamente al pozo.

II.2.6.3 Difusor submarino

II.2.6.3.1 Construcción

En sentido estricto, el difusor submarino no involucra actividades de construcción sino más bien de ensamble e instalación. No obstante, en este apartado se describen las actividades a realizar durante su instalación y operación.

II.2.6.3.1.1 Fabricación de contrapesos

Esta actividad consiste en la instalación de contrapesos prefabricados fuera del sitio del proyecto y en el sitio únicamente son colocados en el tubo difusor.

II.2.6.3.1.2 Tendido de tubería

Previo a su instalación sobre el suelo saliendo de la planta desalinizadora hasta el lecho marino la línea de conducción de la salmuera residual, que consiste en una tubería semi-flexible de polietileno de alta densidad (HDPE) de 12” de diámetro, es extendida sobre el terreno para su ensamblaje y para la colocación de los contrapesos y elementos de flotación.

II.2.6.3.1.3 Colocación de contrapesos y elementos de flotación a la tubería de descarga de salmuera

Esta actividad consiste en la colocación y ensamblaje de los contrapesos y elementos de flotación previos al arrastre e instalación del tubo.

II.2.6.3.1.4 Arrastre e instalación del tubo difusor al fondo marino

Una vez que la tubería se encuentra lista, esta será arrastrada mar adentro por uno o dos barcos remolcadores, los cuales se encargarán de sujetarla en lo que los buzos la van anclando al fondo marino. El agua de mar no afecta las tuberías de polietileno de alta densidad por lo que no sufren degradación. Superan en muchas condiciones el uso de tuberías de acero debido a su gran resistencia a la corrosión, fluidos químicos, bajo efecto de incrustación, entre otros. Poseen excelentes propiedades químicas, el material es insoluble en todos los solventes orgánicos e inorgánicos.

II.2.6.3.1.5 Instalación de difusores

Los difusores son tubos de polietileno de alta densidad de 8" de diámetro conectados en forma de "V" con un ángulo de 120 grados sobre el extremo terminal de la línea de conducción de la salmuera residual, cada brazo tendrá una longitud de 25m a través de los cuáles el sistema de bombeo descarga las aguas de rechazo de la planta desalinizadora. Este sistema tiene la ventaja de promover una dilución más rápida de la salmuera al salir a mayor velocidad ya que en varios puntos simultáneamente se colocaran eductores tipo venturi con una separación de 4m entre ellos.

El difusor se ubicará a 1,600 m de distancia de la línea de costa, a una profundidad de 18 m. El gasto máximo de operación será de 50 lps inicialmente y 100 lps posteriormente, una vez se alcance la capacidad de desalinización proyectada. Al gasto proyectado se incorporara cada dos semanas por un período de tiempo de 2 horas, una descarga adicional producto de las aguas de retrolavado.

La única actividad que se puede considerar como parte de la etapa constructiva es la fabricación de contrapesos para la fijación de la tubería al fondo marino (anclaje). Con el objeto de minimizar el impacto, los contrapesos de concreto serán prefabricados por lo que en el sitio del proyecto únicamente se realizarán actividades de montaje sobre la tubería de rechazo.

II.2.6.3.2 Operación y mantenimiento

II.2.6.3.2.1 Conducción y descarga continua al mar

Por las características de diseño, materiales y funcionamiento del difusor, este prácticamente no requiere de mantenimiento. Una vez que inicia la operación de la planta desalinizadora el sistema hidráulico funciona en forma automática y continua, aunque tiene la opción de poder ser operado en forma manual en caso de presentarse alguna situación imprevista.

II.2.6.3.2.2 Mantenimiento de bombas e instalaciones

En cuanto a las instalaciones hidráulicas, son las bombas las que requieren con mayor frecuencia acciones de mantenimiento preventivo que resulta más importante que el mantenimiento correctivo, debido a que el cuidado evita el desgaste. De cualquier forma, estas actividades no constituyen un impacto ambiental debido a que son actividades que se realizan en espacios interiores o en talleres especializados. Las inspecciones de las bombas deben hacerse bimestral o anualmente, según las necesidades de la planta desalinizadora.

II.2.6.3.2.3 Mantenimiento de difusores

Es posible que los tubos difusores requieran de mantenimiento de limpieza entre cada seis meses a un año. Estas consisten esencialmente en acciones de limpieza mecánica por parte de buzos con el fin de remover los organismos incrustantes que puedan fijarse a los tubos y obstruir la salida del efluente. No obstante, por las características ambientales del sitio de descarga, no se espera una colonización rápida del difusor debido a que las condiciones hidrodinámicas dificultan el asentamiento de larvas y el fondo arenoso compacto inhibe su desarrollo. De cualquier forma, las actividades de limpieza no constituyen un impacto significativo debido a que los organismos incrustantes generalmente tienen exoesqueletos de carbonato de calcio por lo que son reincorporados al medio en forma de conchas. Por otro lado, por las reducidas dimensiones de los tubos difusores la cantidad de organismos incrustantes será baja.

II.2.6.4 Operación y mantenimiento

II.2.6.4.1 Mantenimiento de instalaciones

En virtud de que el sistema descrito es muy eficiente y ambientalmente amigable, la planta no requiere de acciones de mantenimiento que puedan impactar el medio ambiente. Por otra parte, el agua residual proveniente de tipo sanitaria será conducida hacia la red del sistema colector del organismo operador.

II.2.6 Etapa de abandono del sitio

En este tipo de obras no se considera la etapa de abandono del sitio, debido a que como son de servicios, no se programa dicha etapa ya que normalmente cuando se llega al final de la vida útil del proyecto, se realizan obras de rehabilitación y con ello se puede continuar con la operación de la planta.

Sin embargo de no suceder lo anteriormente descrito y cuando la planta desalinizadora ha llegado al final de su vida útil, antes de su abandono, una serie de operaciones deben llevarse a cabo con el fin de minimizar el impacto al medio ambiente referente a la eliminación de los componentes del sistema y contempladas por las normativas en vigor sobre la eliminación de desechos.

- Aislar los dispositivitos eléctricos de sus diversas fuentes de suministro, utilizando los correspondientes aislamientos de los dispositivos.
- Confinamiento de productos químicos y combustibles.
- Vaciar los circuitos y tanques, los líquidos deben de ser desechados de acuerdo con las normas aplicables.
- Desmantelamiento de todas las estructuras metálicas para evitar que por falta de mantenimiento sufran corrosión.
- Para los componentes siga las instrucciones del fabricante en el manual de operación y mantenimiento.
- 3 meses antes del abandono de la planta se enviará a la autoridad el programa y acciones a realizar para la recuperación del área o lo que proceda.

II.2.7 Utilización de explosivos

Por el tipo de proyecto de que se trata y por su ubicación no se requiere el uso de explosivos.

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

a) Residuos sólidos

Durante todas las etapas del proyecto, los residuos sólidos se almacenarán en contenedores ubicados en sitios previamente especificados para después ser transportada al relleno sanitario más próximo, por camiones recolectores contratados por el promovente. Para todas las etapas, se establecerán áreas específicas para el almacenamiento temporal de los residuos recolectados dentro del proyecto, las cuáles se acondicionarán para evitar derrames o posible contaminación de los recursos naturales. En las etapas de preparación del sitio y construcción de la obra, los residuos generados estarán conformados por material vegetal producto del desmonte y despalme del sitio, así como residuos de manejo especial como escombro (desechos de material de construcción, empaques, etc.). Durante la etapa de operación y mantenimiento, se tiene previsto que en el sitio se generen residuos de diversos orígenes como se muestra en la Tabla II.8.

Tabla II.8. Tipo de residuos a generar en el proyecto

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
	Los residuos sólidos industriales que se podrían generar serían los derivados de las actividades de mantenimiento menor,

Residuos Sólidos Industriales	así como materiales de chatarra, maquinaria dada de baja. En el caso de que se generaran volúmenes mayores, se contrataría los servicios de una empresa acreditada para colectar y disponer los residuos contaminados o impregnados con grasas y aceites, en sitios autorizados.

Se estima que la generación per-cápita ascenderá 0.850 kg/empleado/día, estimando en operación a 15 personas, lo que representa una generación máxima de 13 kg/día, la cual no representa mayor problema para su acopio y disposición en sitios autorizados. Para la disposición de los residuos generados estos serán llevados a los sitios indicados por la autoridad.

b) Residuos líquidos

Para disponer las aguas residuales generada por el personal que operará la planta desalinizadora, el drenaje de la misma se conectara a la red de drenaje del organismo operador de agua potable.

c) Emisiones a la atmósfera

La operación de maquinaria pesada como cargadores compactos de oruga, compactadores, excavadoras hidráulicas, motoniveladoras, retroexcavadoras cargadoras, camiones de volteo, camiones revolvedor de concreto y camiones para bombear concreto, liberarán emisiones de monóxido de carbono a la atmósfera, sin embargo por tratarse de actividades de corta duración las emisiones no serán significativas.

II.2.9 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Para cada tipo de residuo se demarcaran sitios para su almacenamiento temporal. Para el manejo y disposición final de los residuos se contratará el servicio de empresas autorizadas las cuáles serán responsables de su transporte y disposición final en los sitios indicados.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓNY ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES

III.1. Convenios internacionales.

III.1.1. Convenios sobre diversidad biológica.

México se integró al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) el 5 de junio de 1992, junto con otras 176 naciones del mundo que se han comprometido a conservar la biodiversidad, utilizar de manera adecuada sus recursos biológicos, y compartir justa y equitativamente los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos. El Convenio sobre la Diversidad Biológica cubre la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos. También cubre la biotecnología, entre otras cosas, a través del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. De hecho, cubre todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación a la agricultura, los negocios, la cultura y mucho más.

En su artículo 6 del CDB se establece que cada Parte Contratante, de acuerdo a sus condiciones y capacidades particulares debe efectuar lo siguiente:

a) Elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada; y

b) Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.

Por lo tanto, es una obligación de las Partes elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica que sean congruentes con los objetivos del Convenio. Nuestro país ha cumplido con esta disposición, ya que, a través de la CONABIO, junto con otros sectores sociales, desarrolló la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México que establece un conjunto de acciones, objetivos y líneas estratégicas expresadas por representantes de los diversos sectores de la sociedad mexicana para conservar y preservar la diversidad biológica de nuestro país a partir de las cuatro líneas estratégicas en las cuales se concentran los pasos a seguir:

- Protección y conservación
- Valoración de la biodiversidad
- Conocimiento y manejo de la información
- Diversificación del uso.

Al respecto, con el fin de contribuir con la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México, el Proyecto tiene contemplado implementar un Programa de Rescate y Reubicación

de Fauna para la protección y conservación de las especies presentes en el sitio donde se pretende desarrollar éste. Asimismo, durante la preparación del sitio y construcción del Proyecto, se realizará capacitación al personal que laborará durante la ejecución del mismo, para que conozca y proteja las especies de flora y fauna que se encuentren en el sitio.

En el artículo 14 del CDB se establece realizar la evaluación del impacto y reducción al mínimo de los impactos adversos, por lo que en la que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus Proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.

b) Establecerá arreglos apropiados para asegurarse de que se tengan debidamente en cuenta las consecuencias ambientales de sus programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica;

En cumplimiento a lo determinado en el artículo antes descrito, se elabora una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual se presenta ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su evaluación y en su caso autorización en materia de Impacto Ambiental. Asimismo, en el instrumento se propone una serie de medidas para evitar y reducir al máximo los impactos generados por el Proyecto, dando cumplimiento a los procedimientos establecidos y a la normatividad aplicable y vigente con la que cuenta México.

III.1.2. Protocolo de Kyoto

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993. A través de este acto de ratificación, el Gobierno de México; hizo constar en el ámbito internacional su consentimiento en obligarse a cumplir con los lineamientos establecidos en este instrumento. Actualmente, México cuenta con el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), a través del cual el Gobierno de México se dispone a demostrar que es posible mitigar el cambio climático y adaptarse, sin comprometer el proceso de desarrollo, e incluso con beneficio económico.

Para integrar el PECC, se consideraron cuatro componentes fundamentales para el desarrollo de una política integral para enfrentar el cambio climático: Visión de Largo Plazo, Mitigación, Adaptación y Elementos de Política Transversal. México asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir en un 50% sus emisiones de GEI al 2050, en relación con las emitidas en el año 2000.

Asimismo, el 6 de julio de 2012, se publicó la Ley General de Cambio Climático la cual es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y, establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico, y tiene por objetivos:

1) Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

2) Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

3) Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

4) Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

5) Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

6) Establecer las bases para la concertación con la sociedad, y

7) Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

Para alcanzar el objetivo último de la Convención se definen compromisos para las Partes firmantes, con base en el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, bajo el cual los países desarrollados, adoptaron el compromiso cuantitativo de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para regresar, en el año 2000, a los volúmenes de emisión que tenían en 1990 y mantenerse en esos niveles.

Los países en desarrollo se conocen como países no alineados y no tienen compromisos cuantitativos de reducción de emisiones, no obstante, comparten los compromisos aplicables a todas las partes de la convención, entre los que figuran actividades de planeación, implementación de acciones y educación y difusión del conocimiento. En este sentido, México realiza diversas actividades para dar cumplimiento a sus compromisos ante la Convención en el Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, entre las que se encuentran la elaboración de documentos de planeación a nivel nacional y estatal, y la elaboración de las comunicaciones nacionales de México con sus respectivos inventarios de emisiones.

El Protocolo de Kyoto (PK) compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. El PK, como se le denomina por abreviar, fue estructurado en función de los principios de la Convención de Cambio Climático de las Naciones Unidas. El PK establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de quemar fósiles combustibles durante más de 150 años.

El Protocolo establece, entre otras cosas, una serie de mecanismos de mercado para facilitar el cumplimiento de los compromisos de mitigación de los países desarrollados y promover el desarrollo sustentable en los países en desarrollo: Comercio de Derechos de Emisiones; Implementación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio. El Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) es el único instrumento que permite la realización de Proyectos de reducción de emisiones entre países desarrollados y países en desarrollo.

México tiene el quinto lugar a nivel mundial en desarrollo de Proyectos MDL, mismos que se han desarrollado en las áreas de recuperación de metano, energías renovables, eficiencia energética, procesos industriales y manejo de desechos, entre otros.

En general, el Protocolo de Kyoto es considerado como primer paso importante hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI, y proporciona la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el cambio climático que se firme en el futuro. Según los acuerdos de participación para el periodo 2013-2020, México está catalogado como “Nación en Desarrollo sin Metas Obligatorias”. No obstante, según los acuerdos de la Reunión COP-16 de Cancún, 2010, México suscribió metas voluntarias para reducir las emisiones de GEI en 30% para el año 2020.

III.1.3. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) es un acuerdo internacional al cual se encuentra integrado

México. La CITES proporciona un marco jurídico internacional en el cual se establecen los procedimientos que deben seguir los países participantes para la adecuada regulación del comercio internacional de las especies incluidas en sus Apéndices mediante un sistema de permisos y certificados.

Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten como se describe a continuación:

Apéndices I y II

- En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.
- En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

La Conferencia de las Partes (CoP), que es el órgano supremo de adopción de decisiones de la Convención, está integrada por todos sus Estados miembros, ha aprobado la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP16), en la que se enuncian una serie de criterios biológicos y comerciales para ayudar a determinar si una especie debería incluirse en el Apéndice I o II. En cada reunión ordinaria de la CoP, las Partes presentan propuestas basadas en esos criterios para enmendar estos dos Apéndices. Estas propuestas de enmienda se examinan y se someten a votación. Asimismo, la Convención prevé lo necesario para adoptar enmiendas mediante el procedimiento de votación por correspondencia entre reuniones ordinarias de la CoP (véase el párrafo 2 del Artículo XV de la Convención), pese a que apenas se recurre a este procedimiento.

Mientras que en el Apéndice III, se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio. Los cambios en el Apéndice III se efectúan de forma diferente que los cambios a los Apéndices I y II, ya que cada Parte tiene derecho a adoptar enmiendas unilaterales al mismo.

Sólo podrá importarse o exportarse (o reexportarse) un espécimen de una especie incluida en los Apéndices de la CITES si se ha obtenido el documento apropiado y se ha presentado al despacho de aduanas en un puerto de entrada o salida. Aunque los requisitos pueden variar de un país a otro y es aconsejable consultar las legislaciones nacionales que pueden ser más estrictas, a continuación, se exponen las condiciones básicas que se aplican a los Apéndices I y II.

En México existen tres autoridades para la CITES: la Autoridad Administrativa está representada por la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT), la Autoridad Científica por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

(CONABIO) y la Autoridad de Aplicación de Ley por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

III.1.4. Acuerdo de París

El pasado 4 de noviembre de 2016 entró en vigor el DECRETO Promulgatorio del Acuerdo de París, hecho en París el doce de diciembre de dos mil quince cuya declaración interpretativa señala "Los Estados Unidos Mexicanos formulan la siguiente declaración interpretativa al ratificar el Acuerdo de París: conforme al marco jurídico nacional, y considerando la mejor y más actualizada información científica disponible e integrada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, los Estados Unidos Mexicanos entiende por emisiones de gases de efecto invernadero la "liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos."

Entre las partes del presente decreto se destaca que las Partes intervienen,

- En su calidad de Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en adelante denominada "la Convención",
- De conformidad con la Plataforma de Durban para una Acción Reforzada establecida mediante la decisión 1/CP.17 de la Conferencia de las Partes en la Convención en su 17º período de sesiones,
- Deseosas de hacer realidad el objetivo de la Convención y guiándose por sus principios, incluidos los principios de la equidad y de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales,
- Reconociendo la necesidad de una respuesta progresiva y eficaz a la amenaza apremiante del cambio climático, sobre la base de los mejores conocimientos científicos disponibles,
- Reconociendo también las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo, sobre todo de las que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, como se señala en la Convención,
- Teniendo plenamente en cuenta las necesidades específicas y las situaciones especiales de los países menos adelantados en lo que respecta a la financiación y la transferencia de tecnología,

- Reconociendo que las Partes pueden verse afectadas no solo por el cambio climático, sino también por las repercusiones de las medidas que se adopten para hacerle frente,

- Poniendo de relieve la relación intrínseca que existe entre las medidas, las respuestas y las repercusiones generadas por el cambio climático y el acceso equitativo al desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza,

- Teniendo presentes la prioridad fundamental de salvaguardar la seguridad alimentaria y acabar con el hambre, y la particular vulnerabilidad de los sistemas de producción de alimentos a los efectos adversos del cambio climático,

- Teniendo en cuenta los imperativos de una reconversión justa de la fuerza laboral y de la creación de trabajo decente y de empleos de calidad, de conformidad con las prioridades de desarrollo definidas a nivel nacional,

- Reconociendo que el cambio climático es un problema de toda la humanidad y que, al adoptar medidas para hacerle frente, las Partes deberían respetar, promover y tener en cuenta sus respectivas obligaciones relativas a los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones vulnerables y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional,

- Teniendo presente la importancia de conservar y aumentar, según corresponda, los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero mencionados en la Convención,

- Observando la importancia de garantizar la integridad de todos los ecosistemas, incluidos los océanos, y la protección de la biodiversidad, reconocida por algunas culturas como la Madre Tierra, y observando también la importancia que tiene para algunos el concepto de “justicia climática”, al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático,

- Afirmando la importancia de la educación, la formación, la sensibilización y participación del público, el acceso público a la información y la cooperación a todos los niveles en los asuntos de que trata el presente Acuerdo,

- Teniendo presente la importancia del compromiso de todos los niveles de gobierno y de los diversos actores, de conformidad con la legislación nacional de cada Parte, al hacer frente al cambio climático,

- Teniendo presente también que la adopción de estilos de vida y pautas de consumo y producción sostenibles, en un proceso encabezado por las Partes que son países desarrollados, es una contribución importante a los esfuerzos por hacer frente al cambio climático,

Al respecto destaca en su Artículo 2 el acuerdo como función primaria Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 ºC con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 ºC con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

Si bien el proyecto contempla emisiones a la atmósfera de acuerdo a los usos y destinos señalados de obras, no existirá la quema de productos en el área. Por otra parte, los cuerpos y masas forestales contribuyen al control de dicha temperatura por lo que el promovente contempla la reposición, mediante las acciones de rescate, reubicación y reforestación de la flora.

Por otra parte el Artículo 4 señala que para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes (países que conforman el acuerdo) se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardarán más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza. Ante ello, el promovente se sujetará a las disposiciones normativas y política ambiental que al respecto le aplique en este marco de competencia

III.2. Programas sectoriales.

III.2.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018

En el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat) en los apartado de objetivos, estrategias y líneas de acción y específicamente en el objetivo 1, se propone que para lograr que el crecimiento económico del país sea sostenible, sustentable e incluyente y cumplir con el objetivo de alcanzar un México próspero con mayor bienestar para todas las familias, es necesario que la búsqueda de mayor productividad concatene los esfuerzos en favor del crecimiento económico con los propósitos de mayor inclusión social y uso sustentable de los recursos naturales y servicios ecosistémicos.

El Proyecto se alinea con la Estrategia 1.1. que indica contribuir a una economía regional basada en la producción sustentable y conservación de los ecosistemas y sus servicios

ambientales, específicamente con la línea de acción número 1.2.1 que hace referencia a normar, regular y fomentar energías renovables y tecnologías limpias para consolidar al país como una economía de bajo carbono, toda vez que el Proyecto permitirá obtener agua potable mediante el aprovechamiento de agua de mar.

Asimismo, toda vez que el Proyecto no generará gases de efecto invernadero durante la producción de agua, contribuye al cumplimiento del objetivo 2 en el que se establece incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto; asimismo, contribuye a cumplir los compromisos voluntarios a los que México se ha comprometido como país al Protocolo de Kioto, que aun no teniendo metas vinculantes de reducción de emisiones, ha asumido compromisos voluntarios de reducción de emisiones para los años 2012, 2020 y 2050 y ha sido el único país en presentar cinco Comunicaciones Nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El Proyecto permitirá la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera y gases de efecto de invernadero (GEI), y dará cumplimiento a los instrumentos internacionales contenidos en los Tratados en que México sea parte.

III.2.2. Programa Especial de Cambio Climático 2013-2018

En México se publicó en 2012 la Ley General de Cambio Climático (LGCC) que prevé dos instrumentos fundamentales para orientar e instrumentar la política pública en la materia. El primero de ellos, de mediano y largo plazos es la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y el segundo, de corto plazo es este Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC). México es un país en desarrollo que busca transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono, tal y como lo establece la LGCC.

Por las condiciones sociales y económicas del País, la LGCC mandata priorizar las acciones de mitigación con mayor potencial de reducción al menor costo que conlleven beneficios ambientales, económicos y sociales para mejorar la calidad de vida de los mexicanos. Bajo este enfoque, este Programa contiene líneas de acción encaminadas a reducir GEI en los siguientes sectores emisores: transporte, petróleo y gas, industria, agropecuario, residuos, generación eléctrica, forestal y residencial; así como líneas de acción que buscan reducir las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta (CCVC), que incluye metano, carbono negro, ozono troposférico y varios HFC.

El Proyecto se alinea con el Objetivo 1 de reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resilienca y resistencia de la infraestructura estratégica. Este objetivo se articula con la meta nacional del PND México Prospero, con el objetivo 4.2, Democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento, cuya estrategia 4.2.5 busca promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y

calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía; Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo, en su estrategia 4.4.1. implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad; Estrategia 4.4.2. implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso; Estrategia 4.4.3. fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

El Proyeto se alinea directamente con el objetivo 3 de reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones. Este objetivo se articula con la meta nacional del PND México Próspero, particularmente con el Objetivo 4.4, cuya Estrategia 4.4.3, busca fortalecer la política nacional de cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

III.3. Planes de desarrollo

III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo (PND), de conformidad con los artículos constitucionales mencionados y los artículos 9, 10, 16, 17, 21, 22, 23, 29, 30 y 31 de la Ley de Planeación, constituye el marco para definir los programas sectoriales, que especificarán los objetivos, prioridades y políticas que regirán el desempeño de las actividades del sector administrativo de que se trate. A su vez, los programas especiales deberán construirse con base en el Plan Nacional de Desarrollo y los Programas Sectoriales, referidos a las prioridades del desarrollo integral del país y a las actividades relacionadas con dos o más dependencias coordinadoras de sector.

El Plan Nacional de Desarrollo, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013, el objetivo general del éste, es llevar a México a su máximo potencial en un sentido amplio. Además del crecimiento económico o el ingreso, factores como el desarrollo humano, la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, la protección de los recursos naturales, la salud, educación, participación política y seguridad, forman parte integral de la visión que se tiene para alcanzar dicho potencial. Para lograr esta condición se proponen cinco Metas Nacionales y tres Estrategias Transversales, enfocadas a resolver las barreras identificadas. De manera esquemática, la siguiente Figura, se resume el objetivo del Plan Nacional de Desarrollo, las metas y estrategias para alcanzarlo.



Figura III.1. Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

Dentro de las cinco metas que se describen en el Plan, el Proyecto se alinea con la meta número cuatro denominada un México Prospero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades; en especial con el objetivo 4.2, que indica democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento, en la estrategia 4.2.5 la cual busca promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía.

Así también con el Objetivo 4.4. que indica impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo, en su estrategia 4.4.1. implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad; estrategia 4.4.2. implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso; estrategia 4.4.3. fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

El Plan Nacional de Desarrollo es un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan. Asimismo, la Ley de Planeación requiere que la iniciativa de Ley de Ingresos de la

Federación y el Proyecto de Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación se compaginen con los programas anuales de ejecución que emanan de éste.

Las metas nacionales

Las cinco Metas Nacionales que fueron diseñadas para responder a cada uno de los grupos de barreras que limitan el desarrollo del país, asimismo, los indicadores para dar seguimiento a cada una de ellas, no se presentan en capítulos específicos, ya que se reflejan e integran en cada una de las Metas Nacionales. De esta manera quedan incluidas explícita e implícitamente de manera transversal en las Metas Nacionales. Las cinco Metas Nacionales son:

1. Un México en Paz que garantice el avance de la democracia, la gobernabilidad y la seguridad de su población. Esta meta busca fortalecer las instituciones mediante el diálogo y la construcción de acuerdos con actores políticos y sociales, la formación de ciudadanía y corresponsabilidad social, el respeto y la protección de los derechos humanos, la erradicación de la violencia de género, el combate a la corrupción y el fomento de una mayor rendición de cuentas, todo ello orientado a la consolidación de una democracia plena. Asimismo, esta meta responde a un nivel de inseguridad que atenta contra la tranquilidad de los mexicanos y que, en ocasiones, ha incrementado los costos de producción de las empresas e inhibido la inversión de largo plazo. La prioridad, en términos de seguridad pública, será abatir los delitos que más afectan a la ciudadanía mediante la prevención del delito y la transformación institucional de las fuerzas de seguridad. En este sentido, se busca disminuir los factores de riesgo asociados a la criminalidad, fortalecer el tejido social y las condiciones de vida para inhibir las causas del delito y la violencia, así como construir policías profesionales, un Nuevo Sistema de Justicia Penal y un sistema efectivo de reinserción social de los delincuentes.

2. Un México Incluyente para garantizar el ejercicio efectivo de los derechos sociales de todos los mexicanos, que vaya más allá del asistencialismo y que conecte el capital humano con las oportunidades que genera la economía en el marco de una nueva productividad social, que disminuya las brechas de desigualdad y que promueva la más amplia participación social en las políticas públicas como factor de cohesión y ciudadanía. La presente Administración pondrá especial énfasis en proveer una red de protección social que garantice el acceso al derecho a la salud a todos los mexicanos y evite que problemas inesperados de salud o movimientos de la economía, sean un factor determinante en su desarrollo. Una seguridad social incluyente abatirá los incentivos a permanecer en la economía informal y permitirá a los ciudadanos enfocar sus esfuerzos en el desarrollo personal y la construcción de un México más productivo.

3. Un México con Educación de Calidad para garantizar un desarrollo integral de todos los mexicanos y así contar con un capital humano preparado, que sea fuente de innovación y lleve a todos los estudiantes a su mayor potencial humano. Esta meta

busca incrementar la calidad de la educación para que la población tenga las herramientas y escriba su propia historia de éxito. El enfoque, en este sentido, será promover políticas que cierren la brecha entre lo que se enseña en las escuelas y las habilidades que el mundo de hoy demanda desarrollar para un aprendizaje a lo largo de la vida. En la misma línea, se buscará incentivar una mayor y más efectiva inversión en ciencia y tecnología que alimente el desarrollo del capital humano nacional, así como nuestra capacidad para generar productos y servicios con un alto valor agregado.

4. Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.

5. Un México con Responsabilidad Global que sea una fuerza positiva y propositiva en el mundo, una nación al servicio de las mejores causas de la humanidad. Nuestra actuación global debe incorporar la realidad nacional y las prioridades internas, enmarcadas en las otras cuatro Metas Nacionales, para que éstas sean un agente definitorio de la política exterior. Aspiramos a que nuestra nación fortalezca su voz y su presencia en la comunidad internacional, recobrando el liderazgo en beneficio de las grandes causas globales. Reafirmaremos nuestro compromiso con el libre comercio, la movilidad de capitales, la integración productiva, la movilidad segura de las personas y la atracción de talento e inversión al país. Ante los desafíos que enfrentamos tenemos la responsabilidad de trazar una ruta acorde con las nuevas realidades globales.

Para el apartado de Desarrollo sustentable, descrita en el mismo diagnóstico de la Meta IV, se hace hincapié en la intensificación de los efectos del cambio climático y la degradación ambiental, tanto en pérdidas humanas como económicas. El mundo comienza a reducir la dependencia que tiene de los combustibles fósiles con el impulso del uso de fuentes de energía alternativas, lo que ha fomentado la innovación y el mercado de tecnologías, tanto en el campo de la energía como en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Hoy, existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población.

En este sentido, México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable, y participa en más de 90 acuerdos y protocolos vigentes, siendo líder en temas como cambio climático y biodiversidad. En ese sentido, el desarrollo de la tecnología en el aprovechamiento del agua es un tema sumamente

importante para los mexicanos y forma parte de los ejes prioritarios. Es en este punto donde el proyecto se inserta en el PND ya que permitirá enfrentar dichos retos y aumentar el aprovechamiento de agua salada en el estado de Sonora.

Derivado de lo anterior, el Proyecto es congruente con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo, ya que permitirá que en el estado de Sonora se instale la infraestructura necesaria para el aprovechamiento de agua marina con un mínimo de impactos negativos al medio ambiente y un mayor impacto positivo derivado de la nula generación de gases de efecto invernadero (GEI) y emisiones de carbono durante la generación de energía eléctrica.

Fomento económico, política sectorial y regional. El Estado tiene como obligación, de acuerdo con el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fungir como el rector del desarrollo nacional, garantizando que éste sea incluyente, equitativo y sostenido. Por tanto, resulta indispensable que el Gobierno de la República impulse, al igual que lo hacen las economías más competitivas a nivel mundial, a los sectores con alto potencial de crecimiento y generación de empleos.

Por otra parte, integrar a todas las regiones del país con mercados nacionales e internacionales es fundamental para que las empresas y actividades productivas puedan expandirse en todo el territorio. Asimismo, se debe facilitar un proceso de cambio estructural ordenado que permita el crecimiento de actividades de alto valor agregado al mismo tiempo que se apoya la transformación productiva de los sectores tradicionales de la economía. Para ello, es necesario coordinar la política de fomento económico, la infraestructura logística y la política sobre sectores estratégicos como el aprovechamiento de nuestros mares bajo esquemas de desarrollo sustentable en este caso.

III.3.2. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 para el Estado de Sonora

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021, publicado en el Boletín Oficial del Estado de Sonora el 12 de diciembre de 2015 engloba en sus cuatro ejes estratégicos y dos ejes transversales la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018.

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2021 engloba en sus cuatro ejes estratégicos y dos ejes transversales la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, uno y otro en esencia proponen hacer de México una sociedad en la cual todas las personas tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución. Se establecen en las metas nacionales así como, en los grandes retos del estado las políticas públicas y las acciones específicas que se realizarán para alcanzarlos. Ambos son el resultado de un esfuerzo de planeación democrática y presentan un plan realista, viable y claro.

Las metas nacionales: México en Paz, México Incluyente, México con Educación de Calidad, México Próspero y México con Responsabilidad Global, 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 incorpora la Perspectiva de género.

De la misma forma los ejes estratégicos del PED marcan la pauta para un desarrollo del estado con una amplia participación ciudadana y una visión municipalista que procura la transversalidad en todos los ejes, para conformar un gobierno eficiente, innovador, transparente y con sentido social, asimismo promueve el respeto a los derechos humanos y la igualdad de género.

En sus ejes estratégicos Sonora en paz y tranquilidad, Sonora y colonias con calidad de vida, Economía con futuro y Todos los sonorenses, todas las oportunidades, se fomenta la justicia, el equilibrio, la productividad y la competitividad del estado.

A continuación, se presenta la vinculación y alineación de las Metas Nacionales y sus estrategias transversales establecidas en el PND 2013-2018 y los Ejes Estratégicos y transversales del PED 2016-2021:



Figura III.2. Ejes estratégicos y transversales del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Sonora 2016-2021.

Dentro de sus principios se encuentra la SUSTENTABILIDAD, en el que indica que se actuará “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.”

A su vez, la Línea de Acción 1.3.4, señala: “Promover proyectos estratégicos sustentables, sostenibles con participación de capital público y privado”.

Con respecto al agua, la estrategia 8.1 sobre Fortalecer el abastecimiento de agua y acceso a servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como la producción agrícola,

señala en su línea de acción 8.1.1. Impulsar proyectos viables de desalación y de infraestructura para el aprovechamiento de nuevas fuentes de abastecimiento; 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 y rurales; 8.1.7. Coadyuvar en la mejora de las eficiencias de los servicios de agua en los municipios y sus localidades.

Así también en la Estrategia 8.3 Distribuir el agua de manera eficiente y equitativa entre los diferentes usos y usuarios, con un enfoque en la competitividad de las regiones y ciudades; en la línea de acción 8.3.1. Considerar la disponibilidad del agua en la definición de políticas de crecimiento e impulso a la competitividad, tomando en cuenta los contrastes regionales tanto en términos de vocaciones productivas, como de escasez del vital líquido.

Al respecto, definitivamente la ejecución del Proyecto tendría una participación directa para logra el resultado esperado en cuanto apoyar proyectos sustentables mediante la aplicación de tecnologías de desalación de agua de mar para el impulso en la competitividad de las localidades, tal como es el caso del proyecto.

III.3.3. Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 del municipio de Puerto Peñasco, Sonora

El Plan Municipal de Desarrollo se elaboró en perfecta alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018 y el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Sonora 2016-2021, orientando así las políticas públicas municipales.

El Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 es un documento que refleja las necesidades más sentidas de la población, siendo la razón para que todas las acciones de este gobierno se realicen pensando siempre en el bien común de las personas.

Una frase sencilla de llevar a la práctica, definiendo un buen gobierno como un ejercicio de la función pública priorizada en el ciudadano. Debemos ser sensibles a las necesidades y tener la capacidad de respuesta que Puerto Peñasco nos demanda.

El proyecto se relaciona con las siguientes estrategias municipales:

EJE ESTRATEGICO I Desarrollo Económico con Mejores Oportunidades de Empleo

TURISMO.

Objetivo 5.1.4.2.1. Aprovechar el potencial turístico de Puerto Peñasco para generar una mayor derrama económica en el municipio.

Estrategia 5.1.4.2.1.1. Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.

Línea de acción 5.1.4.2.1.1.1. Promover el fortalecimiento de la calidad de los servicios y productos turísticos.

COMERCIO Y SERVICIOS

Objetivo 5.1.5.2.1. Recuperar la capacidad de crecimiento del sector.

Estrategia 5.1.5.2.1.1. Impulsar inversiones y su financiamiento para la ampliación de la oferta de productos y servicios.

Línea de acción 5.1.5.2.1.1.1. Promover inversiones para la apertura de nuevos establecimientos de comercio y servicios.

Estrategia 5.1.5.2.1.2. Impulsar la calidad de los servicios.

Línea de acción 5.1.5.2.1.2.2. Promover que un mayor número de establecimientos comerciales y de servicios cuenten con la certificación de calidad.

EJE ESTRATEGICO III Desarrollo Urbano, Vivienda y Servicios para Mejores Colonias y Medio Ambiente Sustentable

SUELO URBANO Y VIVIENDA

Objetivo 5.3.2.2.2. Promover la satisfacción de las necesidades de una vivienda digna de las familias

SERVICIOS BÁSICOS

Objetivo 5.3.3.2.1. Disminuir los rezagos y atender los nuevos requerimientos de la demanda de servicios básicos.

Estrategia 5.3.3.2.1.1. Mejorar y ampliar la infraestructura para la prestación de servicios básicos.

Línea de acción 5.3.3.2.1.1.2. Impulsar la construcción de nueva infraestructura para los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y energía eléctrica.

Objetivo 5.3.3.2.2. Ampliar la capacidad de respuesta para la atención de los rezagos y nuevas demandas de servicios básicos.

Estrategia 5.3.3.2.2.1. Promover acciones coordinadas con los otros niveles de gobierno y concertadas con la comunidad para la atención de los rezagos y nuevas demandas de servicios básicos.

Línea de acción 5.3.3.2.2.1.2. Promover inversiones en forma coordinada con los gobiernos estatal y federal para la rehabilitación y construcción de nueva infraestructura para los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y energía eléctrica.

Línea de acción 5.3.3.2.2.1.3. Promover la participación de la comunidad beneficiaria mediante esquemas de concertación para obras de rehabilitación y construcción de nueva infraestructura para los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y energía eléctrica.

III.4. Ordenamientos del Territorio

De acuerdo a SEMARNAT, El *Ordenamiento ecológico* se define, jurídicamente, como "El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos" (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Titulo Primero, Art.3 fracción XXIV). Con lo que se establece un marco básico de gestión integral del territorio y sus recursos, siendo además una herramienta estratégica para la convergencia entre Estado y Sociedad.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que el *Ordenamiento ecológico* es un instrumento que se deberá incorporar en la planeación nacional del desarrollo (Artículo 17). Señala además, cuáles son los criterios que deben considerarse para la formulación del mismo (Artículo 19), cuáles son sus modalidades (Artículo 19 Bis), y describe cuáles son las instancias y los órdenes de gobierno a quienes corresponde la formulación de las diferentes modalidades del *Ordenamiento Ecológico*, lo mismo que los alcances de dichos programas (Artículos 20 al 20 Bis 7).

En el Reglamento de la LGEEPA, en materia de *Ordenamiento ecológico (Reglamento),* se definen las competencias de la SEMARNAT, así como la participación de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en la formulación, expedición, ejecución, asesoría, evaluación, validación y vigilancia de los ordenamientos ecológicos de competencia federal; la participación en la formulación de los programas de *Ordenamiento ecológico regional* de interés de la Federación y en la participación en la elaboración y en su caso, la aprobación de los programas de *Ordenamiento ecológico local*. Finalmente, cada Entidad Federativa tiene atribuciones particulares en materia de *Ordenamiento ecológico*, establecidas en su respectiva legislación local.

El ordenamiento ecológico se puede formular según las siguientes modalidades:

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Tiene como objetivo fundamental, vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal cuyas

actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio; en particular, se puede destacar que con el Programa se busca llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria. Su formulación deberá atender a lo establecido en los artículos 20 y 20 bis de la LGEEPA y el capítulo tercero de su Reglamento.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino.- Tiene por objeto delimitar una regionalización de unidades de gestión ambiental terrestres en la que se determinan las aptitudes sectoriales que son la base para definir los usos del suelo fuera de los centros de población. En el Programa se establecen los criterios de regulación ecológica para promover la sustentabilidad de las actividades sectoriales, minimizar los conflictos entre los sectores y promover la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; se incluyen los lineamientos ecológicos que definen las metas de calidad ambiental y se presenta una estrategia ecológica que permita cumplir con los lineamientos. Su formulación, publicación y modificación deberá atender lo establecido en los artículos 20 bis 3 de la LGEEPA y 40 a 50 de su Reglamento.

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional. Tiene por objeto identificar las actividades sectoriales presentes en regiones consideradas prioritarias o estratégicas para el país, así como su relación con la generación de posibles conflictos ambientales, sobre todo con respecto a la oferta y demanda de recursos naturales; el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, así como con la protección y conservación de los ecosistemas y de la biodiversidad. Su formulación deberá atender a lo establecido en los artículos 20 bis3 de la LGEEPA y 40 de su Reglamento.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local. Presenta los mismos elementos que un programa de ordenamiento ecológico regional, con la peculiaridad de que este programa tiene un análisis más preciso del territorio, sus recursos e incluye los criterios de regulación ecológica para los centros de población, para que éstos formen parte integral de los programas de desarrollo urbano formulados por las autoridades municipales, de acuerdo con lo que establecen los artículos 20 bis 4 y bis 5 de la LGEEPA y los artículos 57 al 61 de su Reglamento. Los municipios formularán su Programa de Ordenamiento Ecológico con base en las leyes locales en la materia, y podrán invitar al gobierno federal a participar en el proceso de ordenamiento ecológico a través de la suscripción de un convenio de coordinación.

Los programas de ordenamiento ecológico regional o local, en cuyas áreas se incluya un área natural protegida de competencia federal, son elaborados y aprobados conjuntamente por el gobierno estatal o municipal correspondiente y la SEMARNAT, conforme a lo determinado por los artículos 20 bis 2 y 20 bis 5 de la LGEEPA, respectivamente.

De acuerdo con SEMARNAT, a nivel nacional se han expedido 45 Ordenamientos Regionales y 71 Ordenamientos Locales. En el Estado de Sonora se tienen dos ordenamientos decretados únicamente, uno de tipo Regional y otro Local, así como un Ordenamiento Ecológico Marino.

El ordenamiento Local es el publicado el 30 de Julio de 2007 en el Diario Oficial de la Federación para el municipio de Rosario, Sonora. El Ordenamiento de tipo regional considera toda la zona costera del Estado y fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 20 Agosto de 2009.

Fuente:

Presidencia de la República, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, México, 19-01-2018, consultado en www.dof.gob.mx.
Presidencia de la República, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, Diario Oficial de la Federación, México, 31-10-2014, consultado en www.dof.gob.mx.
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, Marzo, 2018.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California atiende a todo el Golfo de California con costas en los estados de Baja California Sur, Baja California, Sonora, Sinaloa y Nayarit. El Ordenamiento en mención, se publica en el Diario Oficial de la Federación el dia 29 de Noviembre de 2006.

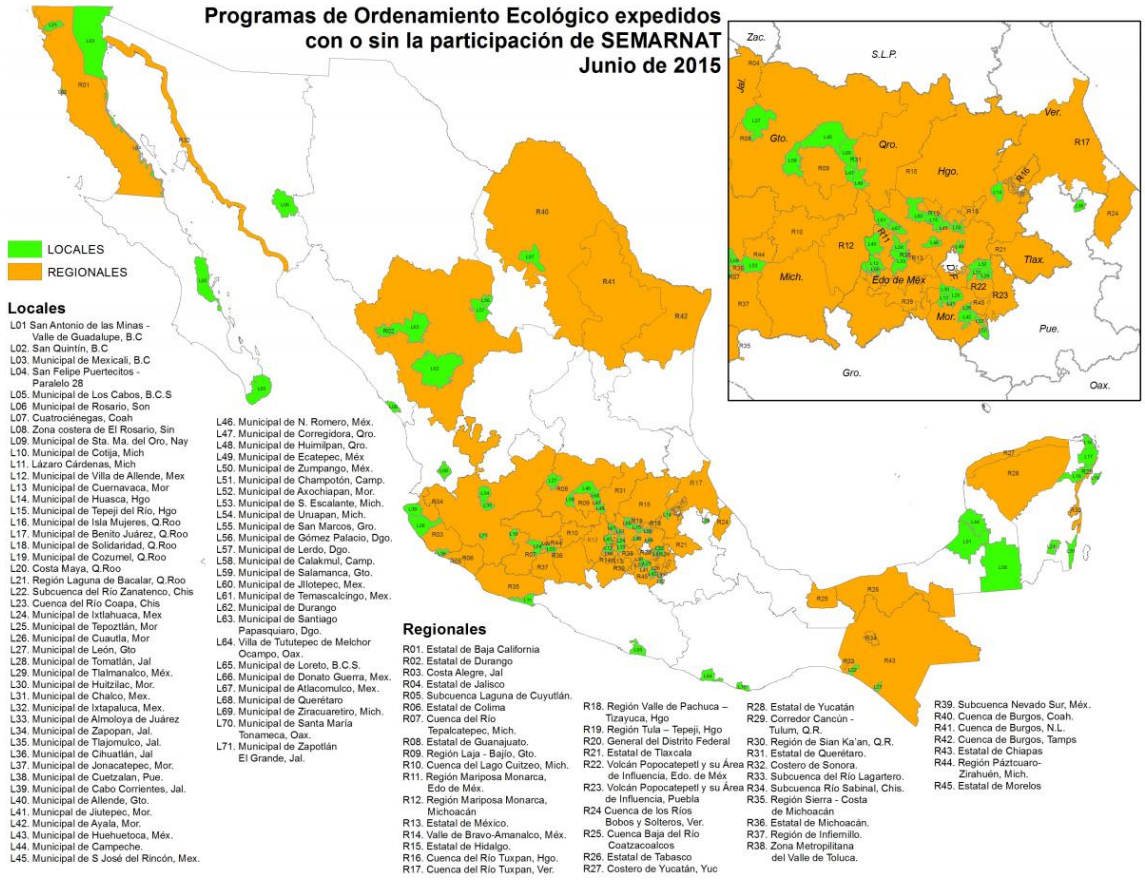


Figura III.3. Programas de Ordenamiento Ecológico Expedidos con o sin la participación de la Semarnat.



Figura III.4. Ordenamiento Ecológico del Territorio y Ordenamientos Ecológicos Marinos decretados en México.

Los Programas de Ordenamiento Ecológico, en cualquiera de sus modalidades, son herramientas de planeación y tienen como objeto regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas con el fin de un desarrollo sustentable. En la región costera donde se ubica el área de interés, se identificaron dos ordenamientos territoriales decretados: Programa de ordenamiento Ecológico de la Costa de Sonora y el Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

Es importante señalar que aun cuando Semarnat señala únicamente dos programas de ordenamiento, se identifican además, el Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Sonora (de índole estatal), mismo que serán descritos a continuación.

III.4.1. Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Ordenamiento Ecológico, de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, es un instrumento de política ambiental dirigido a regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (LGEEPA, Artículo 3. Fracc. XXIII, 1988).

Bajo este contexto, existe vigente el Decreto de ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) (Diario Oficial de la Federación del 7 de Septiembre de 2012) de jurisdicción federal.

Por la ubicación del proyecto, este se encuentra situado en la UAB 6 Desierto de Altar, región 3.34.

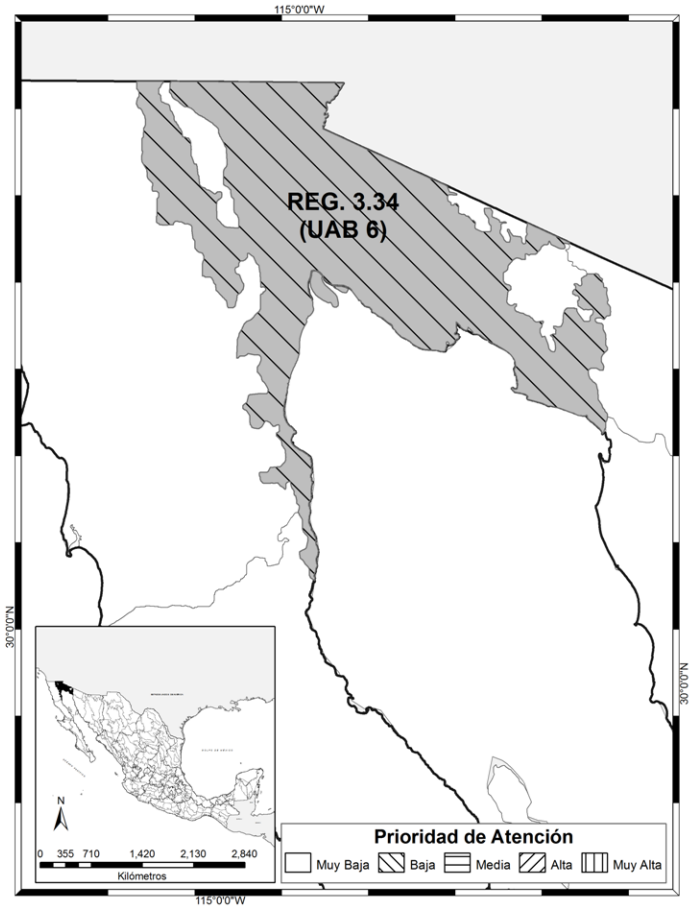


Figura III.5. Localización de la Unidad ambiental biofísica No. 6 donde se ubica el proyecto.

Puerto Peñasco, Sonora

La Región ecológica 3.34, Unidad Ambiental Biofísica 6 es denominada “Desierto de Altar”, se localiza al extremo noroeste del estado de Sonora y parte del extremo noreste de Baja California Norte, y cubre una superficie de 21,265.89 km^2, la cual se encuentra habitada por 1,172,249 personas y tiene presencia indígena Cucapa.

Está regida por la política ambiental, entendida como las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable, denominada “Preservación, Protección y Aprovechamiento Sustentable”. En ésta, la preservación de flora y fauna y turismo es el sector rector del desarrollo y tiene prioridad de atención baja, en tanto que su situación ambiental se considera de estable a medianamente estable.

Para calificar de estable a medianamente estable la situación ambiental de la UAB 6, el formulador del POEGT tomó en cuenta los factores siguientes:

- Conflicto Sectorial Nulo.
- La mitad encuentra ocupada por ANP's.
- Baja degradación de los Suelos.
- Media degradación de la Vegetación.
- Sin degradación por Desertificación.
- La modificación antropogénica es Baja.
- Longitud de Carreteras (km): Media.
- Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja.
- Densidad de población (hab/km2): Baja.
- El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Areas desprovistas de vegetación.
- Déficit de agua subterránea.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 7.1.
- Muy baja marginación social.
- Muy alto índice medio de educación.
- Medio índice medio de salud.
- Bajo hacinamiento en la vivienda.
- Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda.
- Medio indicador de capitalización industrial.
- Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
- Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
- Actividad agrícola altamente tecnificada.
- Baja importancia de la actividad minera.
- Media importancia de la actividad ganadera.

Las estrategias sectoriales identificadas para la UAB 6, están enmarcadas en los tres grandes grupos identificados:

- Lograr la sustentabilidad ambiental del territorio,
- Mejoramiento del sistema social e infraestructura, y

- Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

Tabla III.1. Lineamientos ecológicos y estrategias sectoriales de la UAB 8

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
6	Turismo	Forestal	Preservación de Flora y Fauna	Agricultura-Minería	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 33, 36, 37, 42, 44
Lineamientos ecológicos y estrategias sectoriales					
	Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio				
	A) Preservación		1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.		
			2. Recuperación de especies en riesgo.		
			3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.		
	B) Aprovechamiento sustentable		4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.		
			7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.		
			8. Valoración de los servicios ambientales.		
	C) Protección de los recursos naturales		9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.		
			10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.		
			12. Protección de los ecosistemas.		
			13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.		
	D) Restauración		14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.		
	E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios		15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.		
			15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.		
			21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.		
			22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.		
			23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).		

	Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
	C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.
		29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
	D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
	E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.
		36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
		37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
	Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
	A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
	B) Planeación del Ordenamiento Territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Tabla III.2. Análisis de coincidencias del proyecto con las estrategias del POEGT

Estrategia	Coincidencia
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Asegurar los criterios de excepción, contribuirá a que el POEGT coincida con esta estrategia en el ámbito geográfico que conforma el área del proyecto.
2. Recuperación de especies en riesgo.	No corresponde al gobernado su ejecución, esta deriva de la acción de la autoridad gubernamental a través de programas específicos para especies particulares.
3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No corresponde al gobernado su ejecución. La escala y los alcances de esta estrategia solo pueden conseguirse a través de la implementación de políticas públicas y corresponde al Estado su ejecución.
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No corresponde al gobernado su ejecución. Además, el proyecto no pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento de recursos naturales.

7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no pretende ningún aprovechamiento directo de los recursos forestales, toda vez que no existen en el sitio del proyecto.
8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto contribuye a valorar los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas en el espacio geográfico donde pretende efectuarse el proyecto a través de su consideración y análisis, tendiendo a la no afectación significativa delos mismos.
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto contribuye a la recuperación de cuencas y acuiferos en la region, procurando el abastecimiento de agua a la población y disminuyendo la presión a los acuiferos.
10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	No corresponde al gobernado su ejecución.
12. Protección de los ecosistemas.	No corresponde al gobernado su ejecución. La acción de protección es un atributo que deriva de un acto de autoridad. El proyecto contribuirá a dicha estrategia con las acciones descritas.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No corresponde al gobernado su ejecución; además el proyecto no tiene ninguna relación con el uso de este tipo de agroquímicos.
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No corresponde al gobernado su ejecución, ello derivado de que el proyecto no pretende degradar a este tipo de ecosistemas, sino por el contrario, pretende no incidir en la degradación de los mismos.
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No corresponde al gobernado su ejecución;
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No corresponde al gobernado su ejecución;
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No corresponde al gobernado su ejecución. El diseño y rediseño de políticas es atribución de la Administración Pública.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No corresponde al gobernado su ejecución; además, el proyecto no tiene una vinculación directa con el sector turístico.
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la	No corresponde al gobernado su ejecución, además, el proyecto no tiene una vinculación directa con el sector turístico

experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No corresponde al gobernado su ejecución. Además el proyecto no interviene en la gestión de este recurso, ello es competencia de la APF.
29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No corresponde al gobernado su ejecución; además esta estrategia deriva de una política pública a cargo de la APF.
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No corresponde al gobernado su ejecución; sin embargo, el proyecto contribuye a la mejora en la demanda de los servicios basicos de la localidad.
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	No corresponde al gobernado su ejecución;
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No corresponde al gobernado su ejecución;
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No corresponde al gobernado su ejecución;
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No corresponde al gobernado su ejecución;
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No corresponde al gobernado su ejecución;

Sin embargo, por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus

prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Lo anterior con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. La propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria), las áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.
Así, a la luz de las consideraciones realizadas en este apartado, es claro que el proyecto se encuentra alineado con las políticas y estrategias del POEGT ya que no tienen vinculación jurídicamente exigible.

III.4.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Sonora.

En jurisdicción estatal, recientemente se ha publicado el Decreto para el Ordenamiento del Estado de Sonora, el 21 de mayo de 2015. En apego a lo anterior, el proyecto se ubica en la política de la UGA 508-0/01 denominada “Llanura alluvial con dunas”.

La Llanura aluvial con dunas es una formación en la cual se encuentran “terrenos con montículos de arena acumulada por el viento” en una llanura aluvial. Esta es una situación especial de la Subprovincia 06 Desierto de Altar de la Provincia II Llanura Sonorense, donde se encuentra la UGA en 219,739 ha. Son terrenos con pendientes suaves, suelos dominados por una textura gruesa, en áreas cercanas a la costa con climas calientes.

Entre los elementos biológicos asociados predominan la vegetación de dunas. En esta UGA no se tienen propuestas para la protección de recursos naturales ya que el área vecina es la Reserva de la Biósfera de El Pinacate y Gran Desierto de Altar.

Las principales actividades son el turismo inmobiliario en Puerto Peñasco y La Choya y el turismo alternativo hacia El Pinacate. La actividad posible es el turismo alternativo de aventura con vehículos todo terreno. Por consiguiente, las posibles fuentes de conflicto son los impactos con la conservación de humedales.

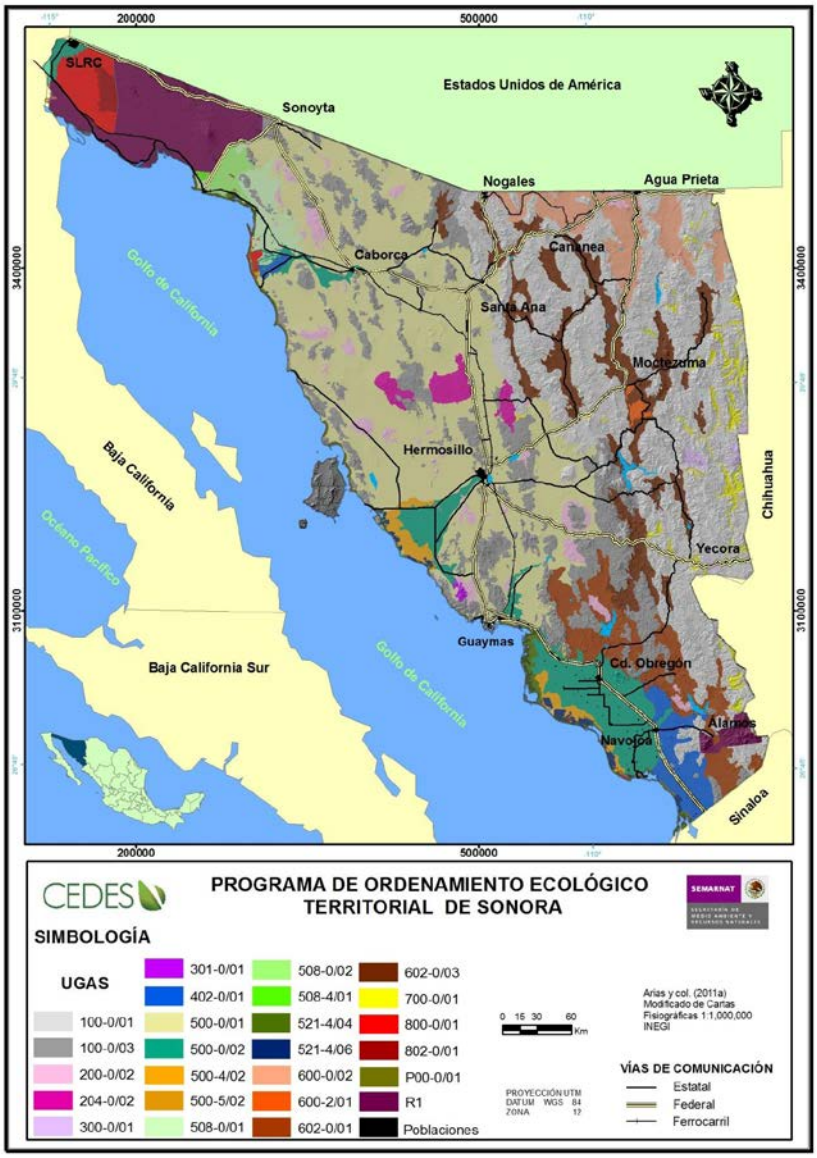


Figura III.6. Unidades de Gestión Ambiental Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora.



Figura III.7. Localización de la UGA 508-0/01 Sierra baja.

Tabla III.3. Matriz de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas de la UGA 508-0/01 Sierra Baja donde se ubica el proyecto

UGA	**508-0/01**
Aptitud	C2 C5 D4 T3
Lineamiento ecológico	Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto (aves residentes y mamíferos menores), su conservación y el turismo Aventura.
Criterios de regulación ecológica	CRE-08, CRE-11, CRE-12, CRE-19
Estrategia ecológica	CX; D4; T3

Se presenta el análisis de vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica aplicable a la UGA 508-0/01:

Tabla III.4. Vinculación del proyecto y los criterios de regulación ecológica

Clave	**Criterio de regulación ecológica**	**Fundamento legal**	**Comentarios**	**Vinculación con el proyecto**
CRE-08	Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente.	Aplicación de la NOM-059 de SEMARNAT con relación a la extracción de especies bajo alguna categoría de protección.	Específico para actividad cinegética	Se atiende la Ordenanza y se presentará este Cambio de uso de suelo y programa de rescate correspondiente.
CRE-11	Regulación de los niveles de perturbación por ruido de vehículos	Reglamento para el tráfico y presencia de vehículos en ecosistemas de dunas	Especifico Turismo de Aventura	Se atiende la Ordenanza
CRE-12	Reducción y/o eliminación de los impactos debido al vertimiento de residuos sólidos y líquidos	Reglamento para el vertimiento de residuos sólidos y líquidos en ecosistemas de dunas	Especifico Turismo de Aventura	Se atiende la Ordenanza
CRE-19	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético	Aplicación de los artículos 82- 91 y 94- 96 de la Ley General de Vida Silvestre y relativos con el aprovechamiento extractivo y cinegético.	Específico para aprovechamiento cinegético	No aplica al proyecto

Tabla III.5. Estrategia ecológica.

CLAVE ESTRATEGIA	ESTRATEGIA ECOLÓGICA
CX	Aprovechamiento sustentable de la actividad cinegética
D4	Protección, conservación y restauración de ecosistemas (conservación de ecosistemas de desierto)
T3	Aprovechamiento sustentable del turismo (turismo alternativo)

III.4.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora.

El sustento del ***Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora*** está basado en un acuerdo de cooperación firmado por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaria de Turismo (SECTUR) y los gobernadores de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit. Pero este acuerdo no involucra cambios en materia jurisdiccional y, por consiguiente, las actividades propuestas en este ordenamiento ecológico que se encuentran en las áreas naturales protegidas están sujetas al decreto y al programa de manejo respectivo.

El Área de ordenamiento Ecológico (AEO), la Costa de Sonora, fue definida como la porción terrestre en una distancia paralela a la línea de costa de 15 km, considerando que esta distancia cubre la máxima influencia de la zona marina sobre la zona terrestre con base a la salinización del suelo provocada por la amplitud de mareas, verificada con mapas de salinidad del suelo y distribución de vegetación halófila.

El *Programa de Ordenamiento Ecológico territorial de la Costa de Sonora* consiste en dos partes fundamentales: el **Modelo de Ordenamiento Ecológico**, que consiste en una zonificación del Área de Ordenamiento Ecológico (AOE) y cuyo resultado son las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) y el **Plan de Acción**, conformada por los Lineamientos, Políticas, Criterios de regulación y estrategias asociadas a cada unidad de gestión ambiental.

La zona de interés queda comprendida dentro del Programa de Ordenamiento en mención, como se muestra en las imágenes inferiores. Así mismo se detalla las Unidades de Gestión Ambiental que fueron definidas para la misma zona y en base a las cuales se anidan las políticas y estrategias ecológicas definidas para cada UGA en función de sus características.

En la región de interés se encuentran diversas Unidades de Gestión, sin embargo, se identificaron 2 unidades de mayor importancia, debido a que el proyecto se encuentra inmerso en una ellas, como se muestra en la tabla.

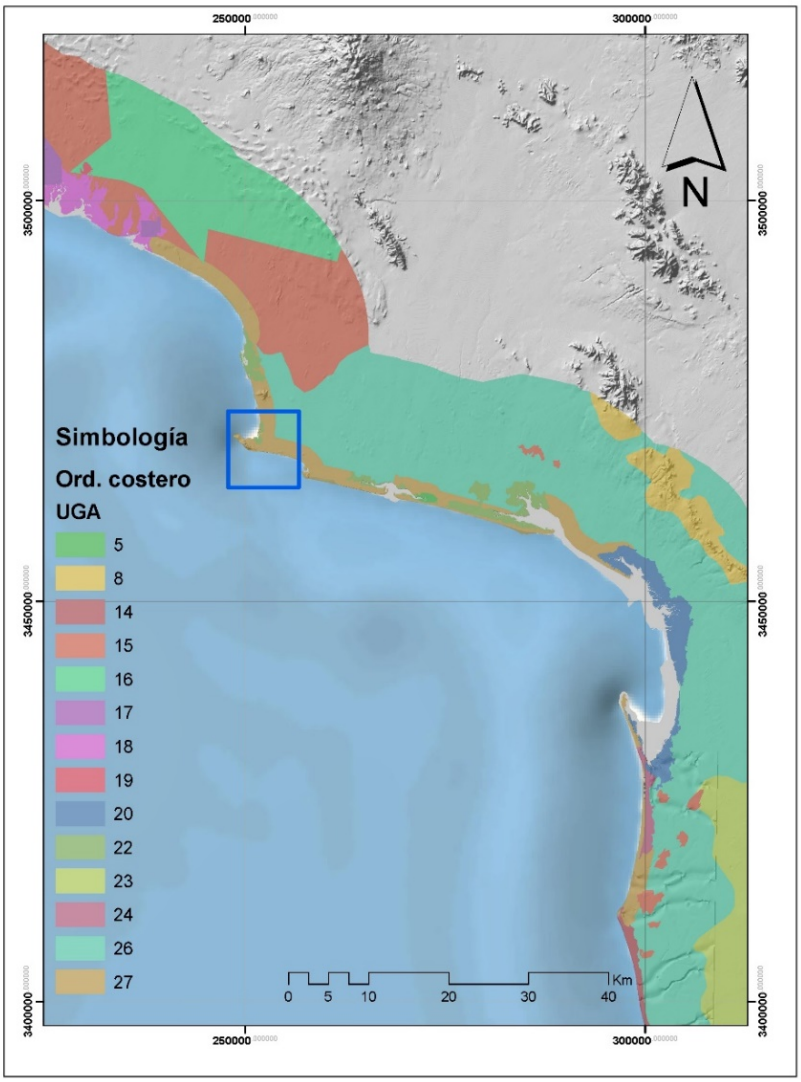


Figura III.8. Unidades de Gestión Ambiental en Programa de Ordenamiento Ecológico Costa de Sonora. Fuente: Boletín Oficial Gobierno del estado de Sonora

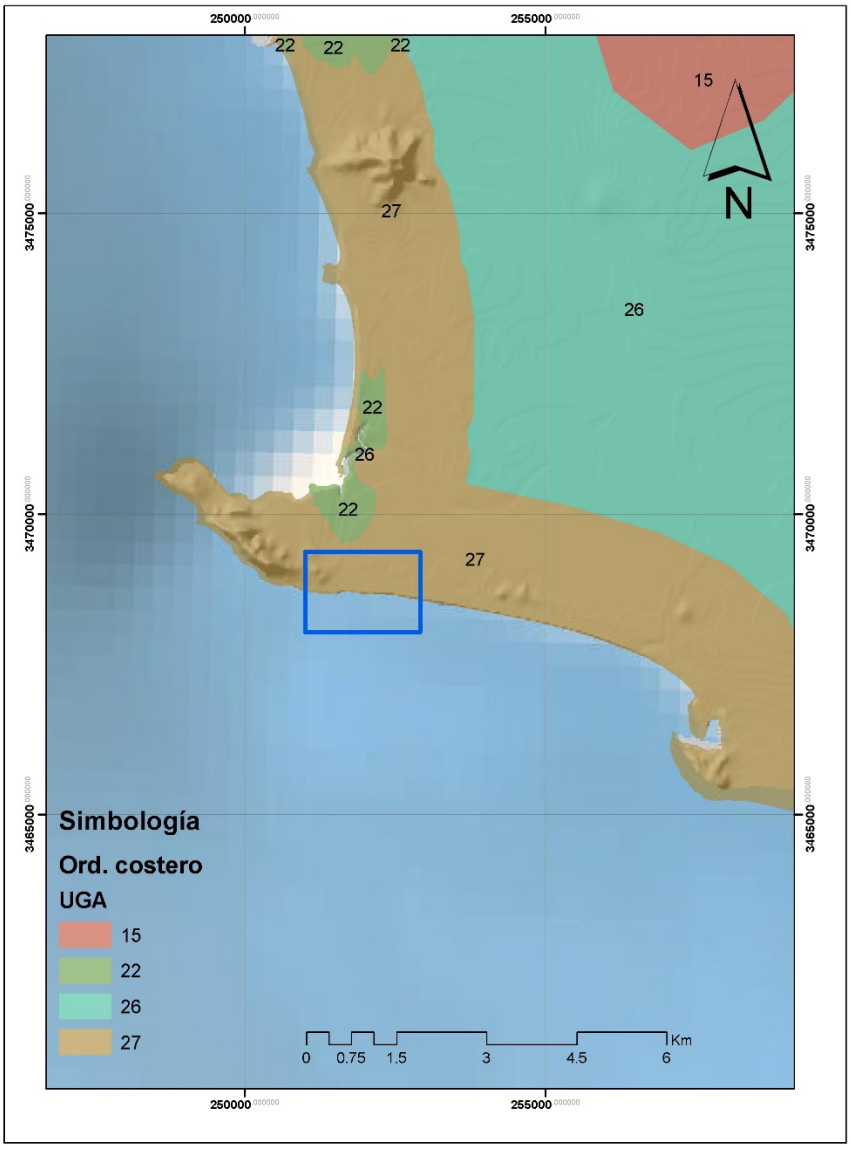


Figura III.9. Detalle de Unidades de Gestión Ambiental en Programa de Ordenamiento Ecológico Costa de Sonora.

Fuente: Boletin Oficial Gobierno del estado de Sonora

De acuerdo al Programa de Ordenamiento, se identificaron cuatro Políticas de uso de suelo considerados dentro del Plan de Acción: Protección, Restauración, Conservación y Aprovechamiento. De ellas se derivan 11 Lineamientos Ecológicos.

Las Políticas Ambientales son definidas de la siguiente manera:

Aprovechamiento sustentable. Esta se asigna a aquellas áreas que pos sus características son aptas para un uso o actividad económico, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente el ambiente. Incluye las áreas con uso de suelo actual.
Protección (o preservación). Corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal. Se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. Esta política implica un uso con fines recreativos, científicos y ecológicos. Quedan prohibidas actividades productivas o asentamientos humanos no controlados.

Conservación. Está dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieran con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales en el ámbito estatal y municipal es opcional. Esta política tiene por objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos.

Restauración. Aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental en las cuales es necesario la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los procesos naturales.

Los Lineamientos Ecológicos están enfocados a la **Protección** de (1) humedales prioritarios que proveen servicios ecológicos en la producción pesquera y conversión de materia orgánica, (2) ecosistemas de sierras que contribuyen con la recarga de acuíferos, y (3) protección de especies distintivas del Desierto Sonorense como el Cirio y las cactáceas columnares; un lineamiento para **Restauración** de humedales prioritarios y los servicios ambientales que prestan a la economía de la región a través de las pesquerías; lineamientos para la **Conservación** de (1) ecosistemas de sierras, (2) ecosistemas de dunas, y (3) humedales donde se puede realizar ostricultura; y cuatro lineamientos relacionados con el **Aprovechamiento** de la (1) producción acuícola, (2)producción agrícola, (3) aprovechamiento cinegético y (4) turismo.

En los mapas inferiores se muestra la ubicación del proyecto en el contexto de las políticas ambientales definidas en el programa de ordenamiento. Se observa la ubicación de áreas del proyecto sobre zonas con política de aprovechamiento.

En la figura anterior se observa más detallada la ubicación de las obras con respecto a la política definida para cada Unidad de Gestión Ambiental. Las políticas identificadas por cada unidad de gestión se detallan en la tabla inferior. Las características de la UGA en referencia a su política, lineamientos y estrategias son detalladas en forma tabular.

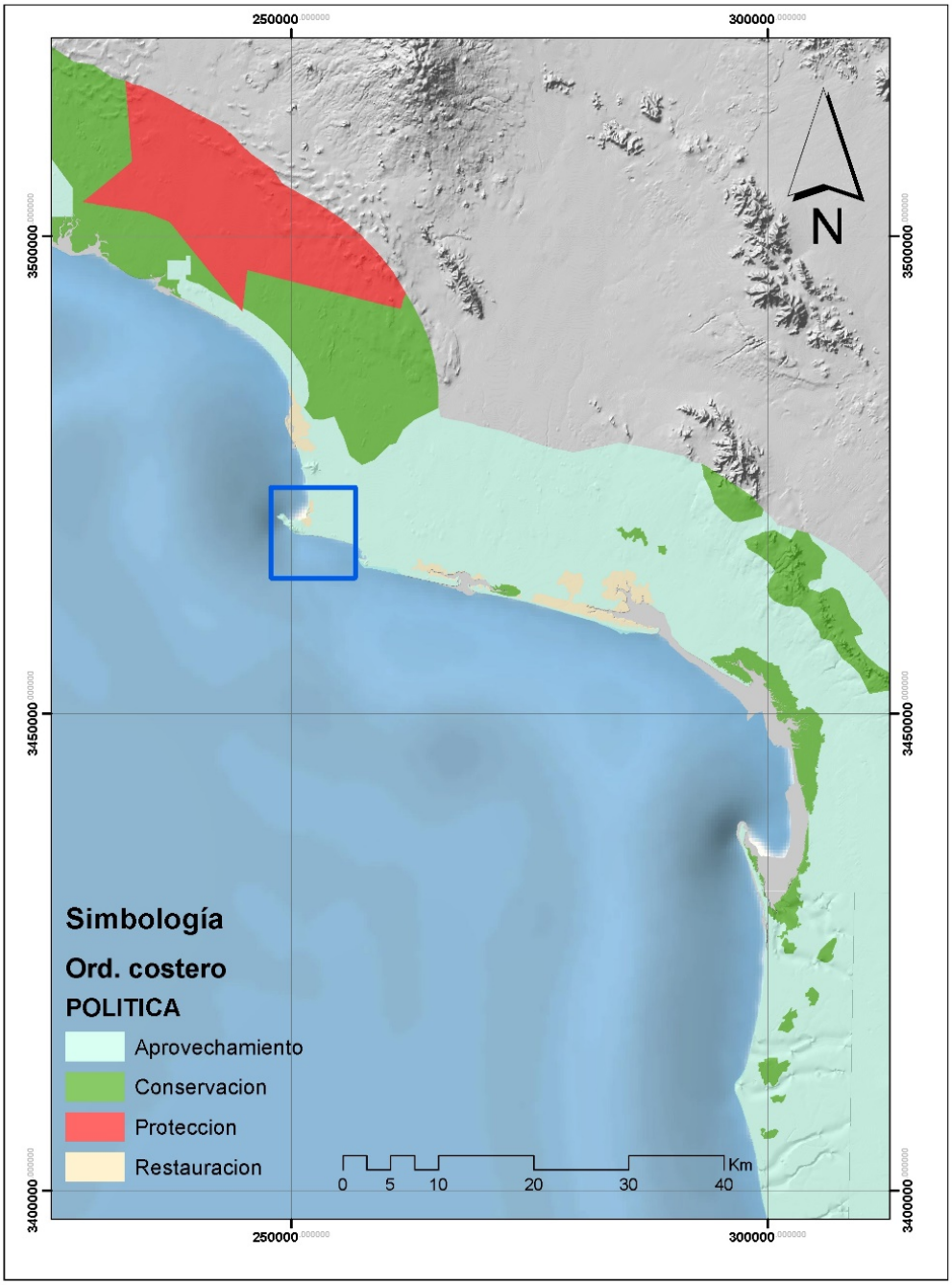


Figura III.10. Políticas propuestas en Programa de Ordenamiento Ecológico Costa de Sonora. Fuente: Boletín Oficial Gobierno del estado de Sonora

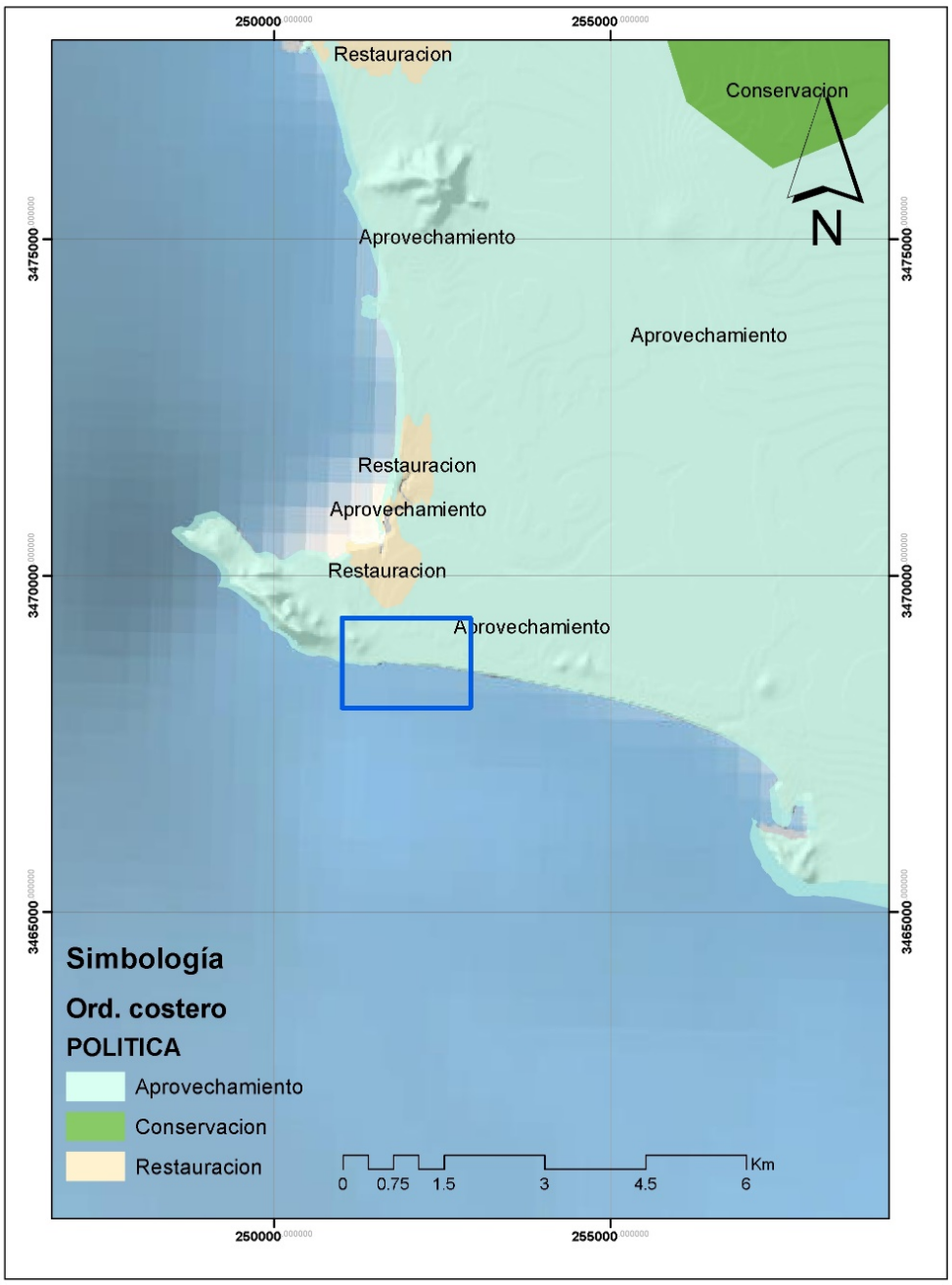


Figura III.11. Detalle de Políticas propuestas en Programa de Ordenamiento Ecológico Costa de Sonora. Fuente: Boletín Oficial Gobierno del estado de Sonora

Tabla III.6. Resumen de las características generales para cada UGA en el área de estudio.

Unidades de Gestión Ambiental	Ordenamiento	Política de uso de suelo	Aptitud del suelo	Superficie total de la UGA (ha)
27	**OET Costero**	Aprovechamiento (OET Costero)	Sol y Playa, Aves residentes	3647

Fuente: Ordenamiento Ecológico territorial de la Costa de Sonora.

Tabla III.7. Matriz de políticas, lineamientos, criterios de regulación ecológica y estrategia ecológica para las UGAs identificadas en la zona de estudio.

UGA	APTITU	POLITICA	LINEAMIENTO ECOLÓGICO	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	ESTRATEGIA ECOLÓGICA
27	TT-GR	Aprovechamiento	Aprovechamiento sustentable de 54,490 ha de playas o barras para turismo tradicional o caceria de aves residentes	CRE-02, CRE-06, CRE-07, CRE-21, CRE-22, CRE-23, CRE-11, CRE-12, CRE-20	TS-01, GS-01, GS-02, GS-03, GS-04

III.4.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de la política ambiental, a través del cual gobierno y sociedad construyen de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generan, instrumentan y evalúan las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente. Bajo este contexto, a lo largo de este proceso se deberán considerar los intereses y las necesidades de los diferentes actores sociales para establecer, de manera justa, los mecanismos de consenso y negociación en el que converja una visión regional de desarrollo, bajo un esquema de sustentabilidad.

El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de la política ambiental, a través del cual gobierno y sociedad construyen de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generan, instrumentan y evalúan las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente. Bajo este contexto, a lo largo de este proceso se deberán considerar los intereses y las necesidades de los diferentes actores sociales para establecer, de manera justa, los

mecanismos de consenso y negociación en el que converja una visión regional de desarrollo, bajo un esquema de sustentabilidad.

El Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es la instancia rectora de este proceso, donde se pretende institucionalizar un mecanismo plural de participación para prevenir y atender los conflictos ambientales en la región. Por ello, a este Comité se convocaron a todos los sectores públicos de la población que hacen uso de los recursos marinos, legitimando así la toma de decisiones en torno al desarrollo regional. Este Comité se divide en dos órganos, el órgano técnico y el órgano ejecutivo. El Órgano Ejecutivo es responsable de la toma de decisiones en la instrumentación del proceso, mientras que el Órgano Técnico es responsable de la revisión y validación de los estudios y demás insumos técnicos. Este Proceso inició de manera formal el 5 de junio de 2004 con la suscripción del Convenio de Coordinación entre el gobierno federal (representado por seis secretarías de estado: SEMARNAT, SAGARPA, SEGOB, SEMAR, SECTUR y SCT) y los cinco gobiernos estatales ribereños (Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora).

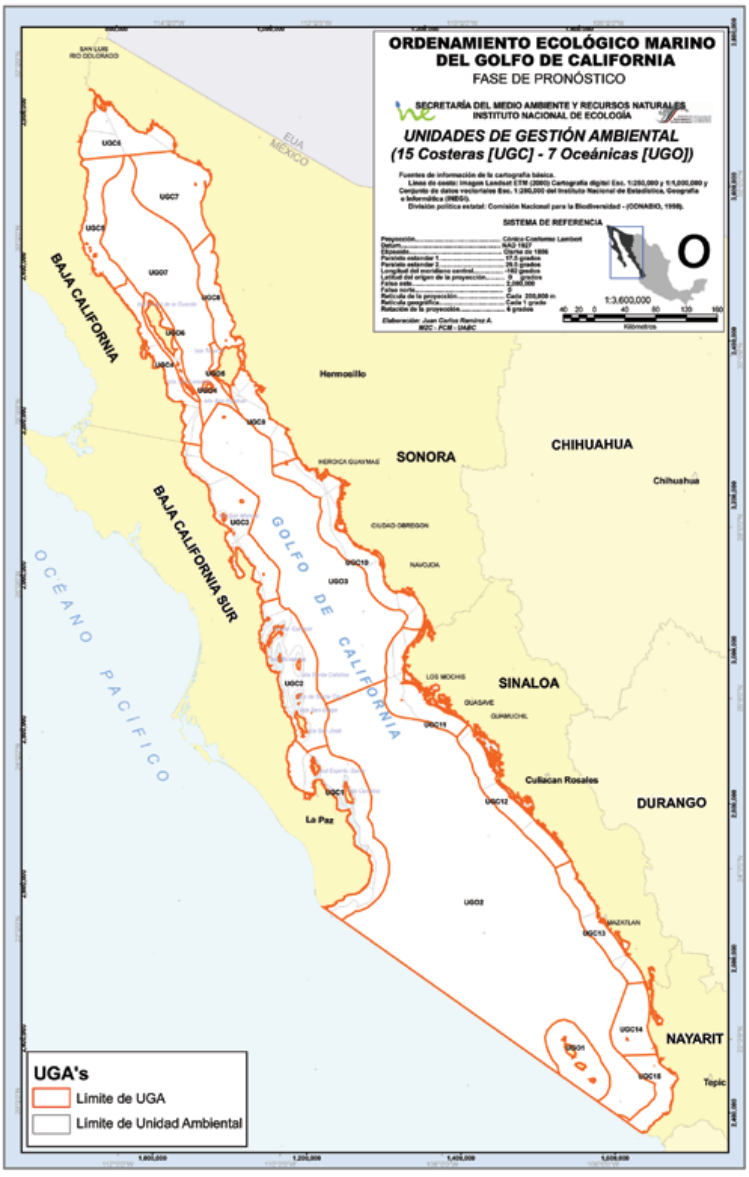


Figura III. 12. Mapa de Unidades de Gestión Ambiental (UGA)

El 9 de julio del mismo año, el Órgano Ejecutivo del Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California tuvo su primera sesión e inició el trabajo para la generación de su Reglamento Interno. En éste se definió la estructura del Órgano Técnico, en el que, además de las entidades gubernamentales suscriptoras del convenio, se integraron a representantes de diferentes sectores de la sociedad: Pesca Industrial, Pesca Ribereña, Turismo, Acuacultura, Grupos Indígenas y Sector Académico. Más adelante se invitaría a participar en el Órgano Ejecutivo a un representante de los municipios costeros de la región.

Para la zona de interés, se delimitó una Unidad de Gestión Costera en este ordenamiento. La UGC7 (Puerto Peñasco) comprende desde La Choya hasta el sur del Estero los Tanques en el municipio de Caborca. Esta Unidad de Gestión está a su vez subdividida en 3 unidades. Las características generales de la UGC se detallan en los párrafos siguientes.

UGC7. Puerto Peñasco. Limita con el litoral del estado de Sonora que va de Puerto peñasco a Caborca. Unicamente hay un centro de población importante en términos de número de habitantes y actividades que realizan (Puerto Peñasco). Presenta una superficie total de 3332 km^2. Los sectores con aptitud predominante en esta UGA son: Conservación, Pesca industrial y Turismo.

Los atributos ambientales que determinaron estos niveles de aptitud se resumen de la siguiente manera:

- Alta biodiversidad.
- Zonas de distribución de aves marinas y macroalgas.
- Zonas de distribución de aves, especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las cuales se encuentra la totoaba, el tiburón peregrino, el tiburón ballena y el tiburón blanco.
- Áreas naturales protegidas: Isla San Jorge, entre otras, que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California.
- Zonas de pesca de camarón y de corvina y en menor proporción de pelágicos menores.
- Zonas de distribución de mamíferos marinos y tortugas marinas.
- Servicios para deportes acuáticos.

Los lineamientos ecológicos definidos para esta UGA enmarcan que las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales. En esta unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de corrección que permita revertir las tendencias de presión alta, la cual está dada por un nivel de presión terrestre medio y por un nivel de presión marina alto.

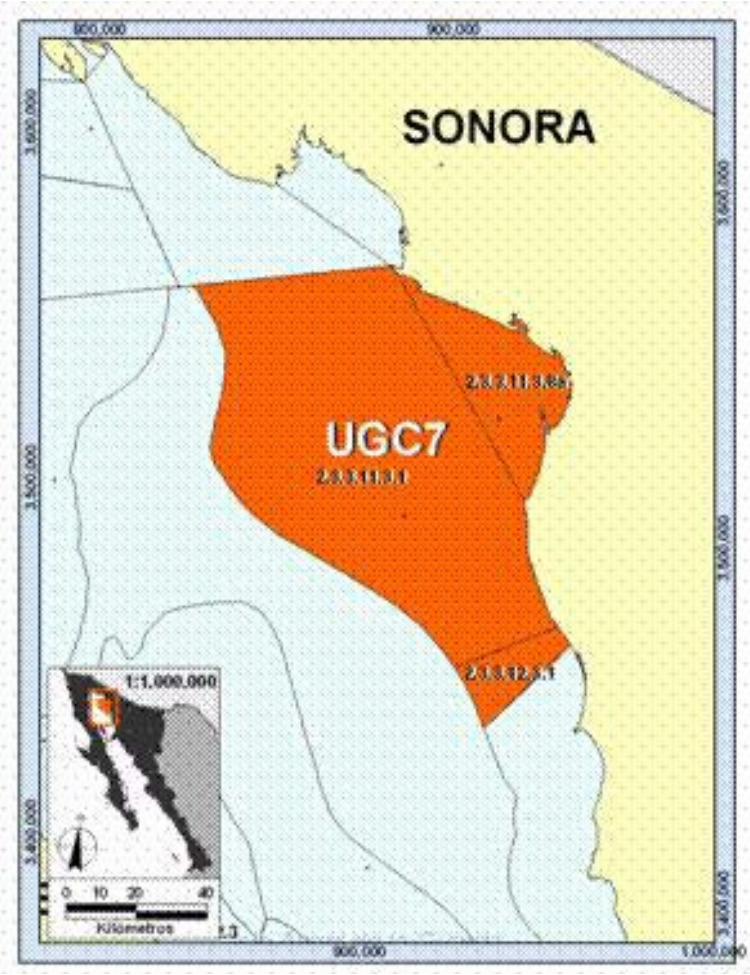


Figura III.13. Mapa de UGC7.

Fuente: DOF 15 de Diciembre 2006

Los resultados de los análisis de aptitud para los cuatro sectores evaluados en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marido del Golfo de California muestran que las zonas costeras del Golfo de California presentan aptitudes altas para todos los sectores.

La característica principal y razón por la cual estas zonas resultaron tener gran aptitud para estos sectores, es debido a, que el sistema en cuestión presenta una alta productividad biológica y características naturales de importancia tanto para su aprovechamiento así como atributos especiales a nivel nacional e internacional para su conservación.

Los sectores pesca ribereña y pesca industrial resultaron tener mayor aptitud para las zonas costeras de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit más que para Baja California y Baja California Sur, a excepción de la región de Bahía Los Ángeles-San Felipe.

Las características tanto geomorfológicas, como biológicas y especies carismáticas presentes en las costas oriental y occidental, así como atributos socioeconómicos presentes en las costas, dan un alto nivel de aptitud para el sector turismo en todo el G.C.

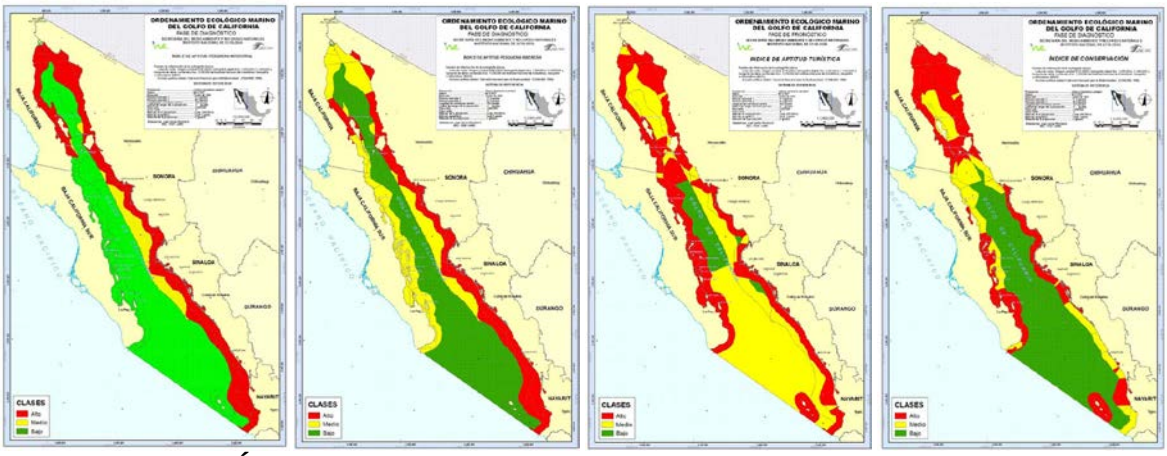


Figura III.14. Índice de Aptitud Pesca Industrial, Pesca Ribereña, Turismo y Conservación. Fuente: DOF 15 de Diciembre 2006

Así mismo, se identificaron UGA´s prioritarias a través de un análisis de vulnerabilidad. Las unidades que resultaron con mayor nivel de presión fueron las encontradas en las zonas costeras del sur de Sonora, Sinaloa y Nayarit, principalmente por el alto desarrollo de actividades acuícolas, desarrollo urbano y actividad pesquera.

De forma complementaria a este análisis de presión de las unidades, el análisis de fragilidad nos permite identificar a nivel regional la zonas que son criticas para su conservación por el tipo de especies, tipo de ecosistemas, así como los bienes y servicios ambientales que prestan.

Identifican tres grandes regiones con estas características:

- Alto Golfo de California y región de las Grandes Islas.
- Región costera Los Cabos – Bahía Concepción.
- Región costera Norte de Sinaloa – Sur de Sonora.

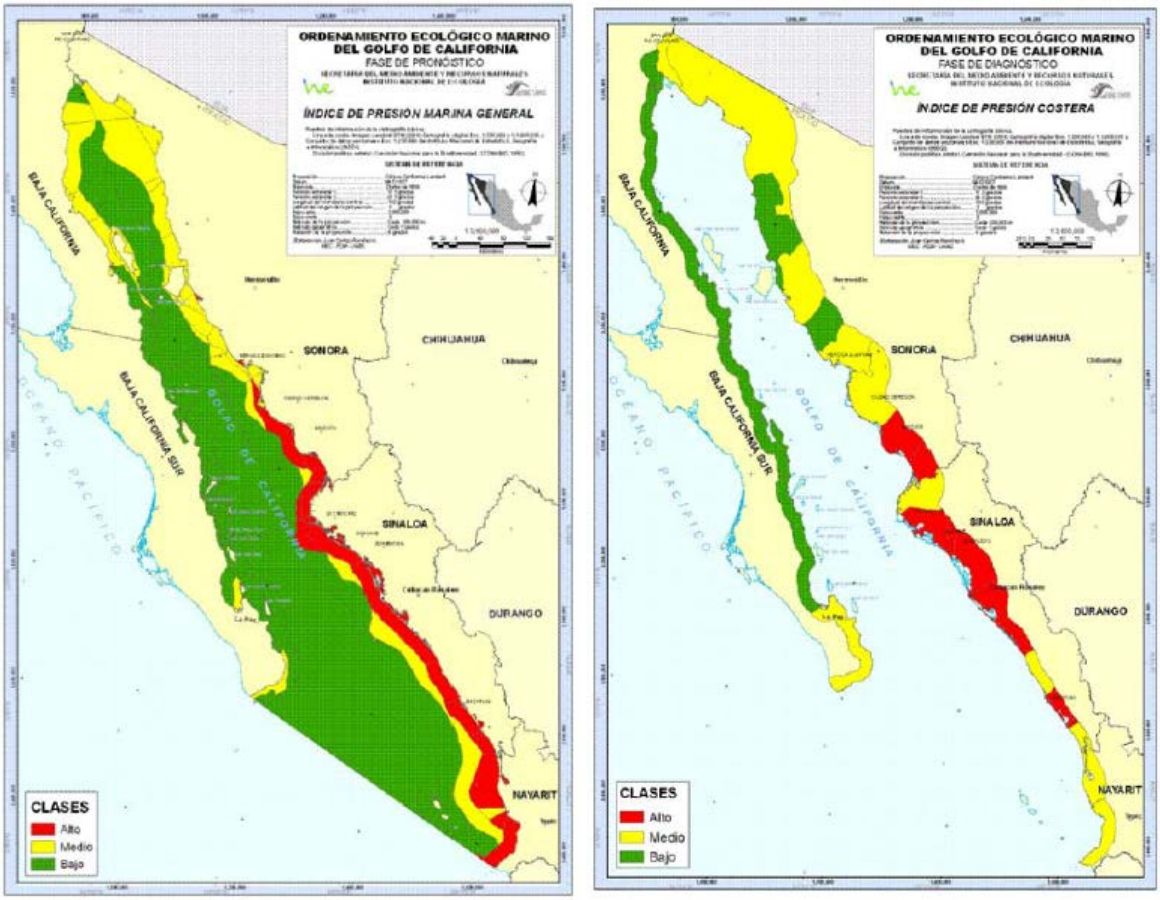


Figura III.15. Índice de presión marina e índice de presión costera por unidad de influencia terrestre. Fuente: DOF 15 de Diciembre 2006

A partir del análisis de vulnerabilidad se identificaron cuatro Unidades de Gestión costeras de mayor prioridad a nivel regional:

- UGC 10. Guaymas – Sonora Sur.
- UGC 11. Sinaloa Norte.
- UGC 12. Sinaloa Centro – Culiacán.
- UGC 14. Nayarit Norte.

Así como las unidades de gestión ambiental de mayor prioridad para cada Estado:

- Baja California Sur: UGC1 Los Cabos – La Paz.
- Baja California. UGC5 San Luis Gonzaga – San Felipe Sur y UGC6 Reserva del Alto Golfo

-	Sonora.	UGC6 Reserva del Alto Golfo; UGC8 Puerto Libertad – Tiburón Norte y UGC10 Guaymas – Sonora Sur.
-	Sinaloa.	UGC11 Sinaloa Norte y UGC12 Sinaloa Centro – Culiacán.
-	Nayarit.	UGC14 Nayarit Norte.

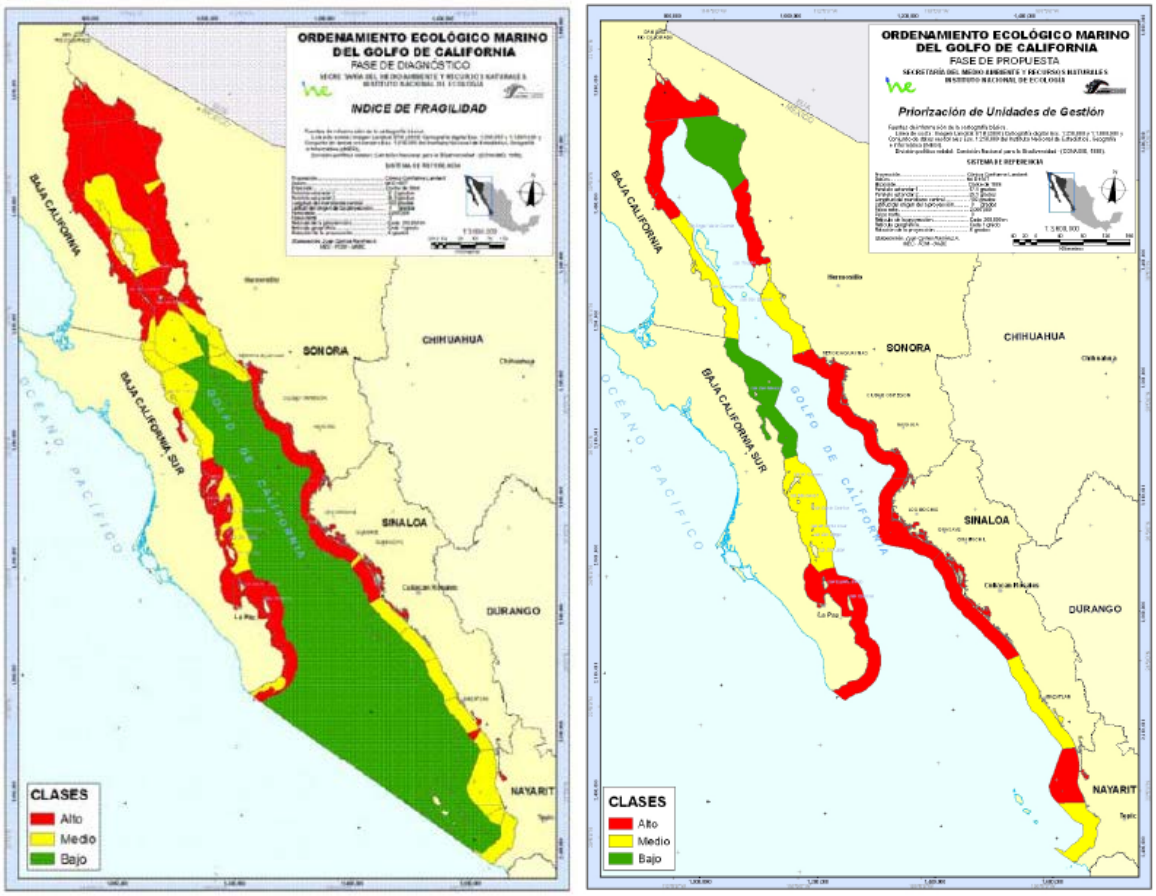


Figura III.16. Índice de fragilidad y mapa de zonas de interés prioritario a nivel estatal.

Fuente: DOF 15 de Diciembre 2006

III.5. Áreas naturales y de atención prioritaria.

III.5.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.
Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25’394,779 hectáreas. Y están divididas en Nueve Regiones en el país.

El área del proyecto no se encuentra dentro de Áreas Naturales Protegidas decretadas, ya sean estatales, municipales o particulares. Las ANP más cercana corresponde a las Reservas de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar y Alto Golfo de California y Delta del Rio Colorado, ubicada a 16 y 1.5 km respectivamente, sin embargo, el desarrollo del proyecto no afectará a ningún organismo ni característica ambiental.



Figura III.17. Distribución de Áreas Naturales Protegidas en México.

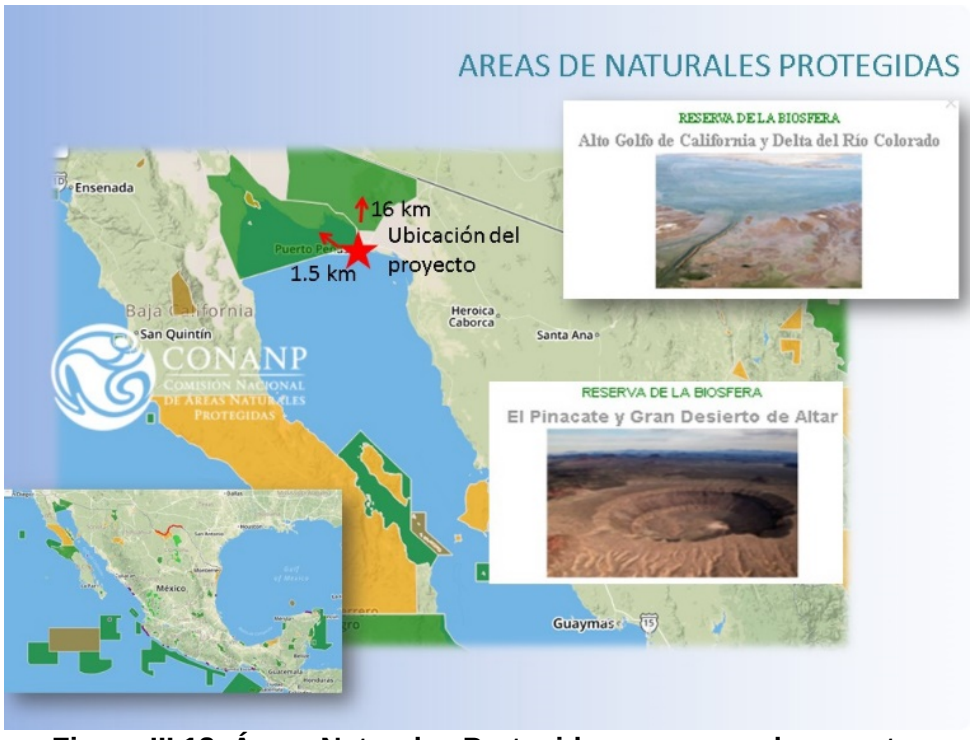


Figura III.18. Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto.

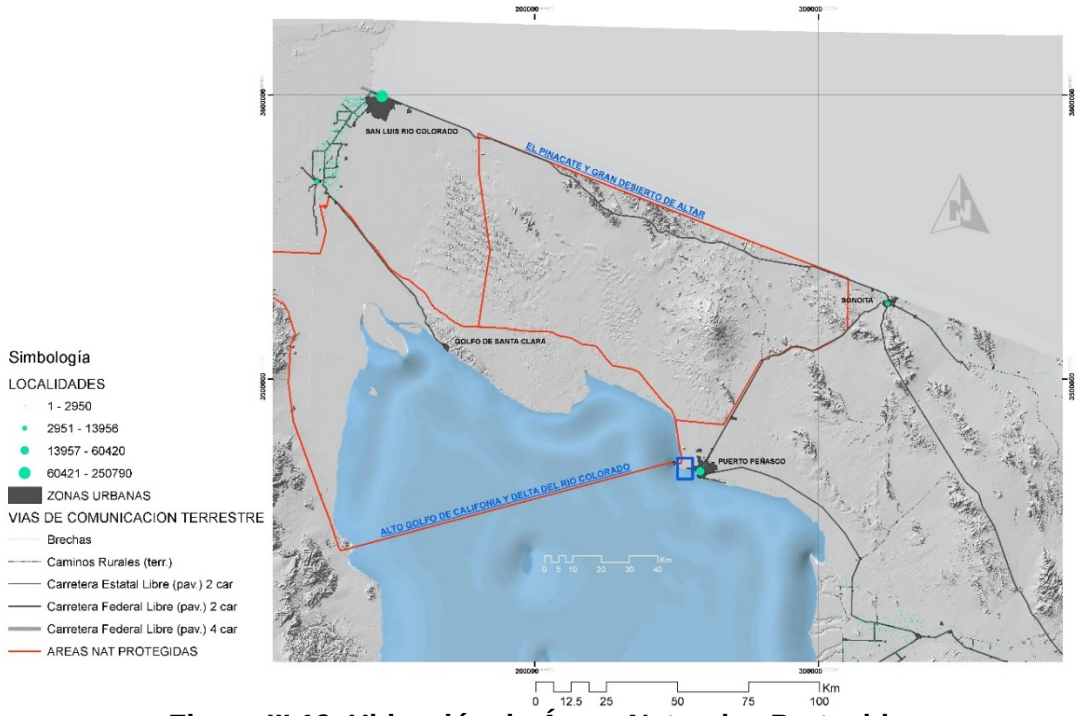


Figura III.19. Ubicación de Áreas Naturales Protegidas.

Reserva de la Biósfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar

En norte américa existen cuadro grandes desiertos cálidos, entre ellos el Desierto Sonorense, el cual es considerado el de mayor biodiversidad, dicho desierto se extiende por los estados de Sonora, Baja California y Baja California Sur en México y los estado de Arizona y California en Estados Unidos.

Dentro del Desierto Sonorense se encuentra la Reserva de la Biosfera y Gran Desierto de Altar, entre las coordenadas 32°22'8.4"N -114°23'56.4"W y 31°22'12"N -113°01'11.99" 31°22'12"W con una superficie de 7,111.61 Km2 se encuentra ubicada en el estado de Sonora fue decretada como reserva de la biosfera el 15 de junio de 1993.

El Área Natural Protegida presenta un clima BWh(x') según la clasificación de Köppen modificado por García, lo cual significa un clima muy árido, semicálido, con temperaturas entre 18° y 22° C, con una temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con lluvias entre verano e invierno mayores de 18% anual.

Fisiográficamente, las geoformas presentes son Sierras, conos volcánicos y Llanuras Costeras; el 72% de la superficie presenta un suelo Arenosol háplico, el cual es un suelo con una textura gruesa hasta una profundidad mínima de un metro, posee únicamente un horizonte A ócrico o un horizonte E álbico con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta; el 28% restante es suelo Calcisol pétrico, el cual corresponde a un suelo con una acumulación muy importante de carbonato de calcio y con un horizonte petrocálcico, que corresponde a un horizonte cálcico continuo endurecido o cementado por carbonato de cálcio y/o magnésico,

La zona comprende ecosistemas de desiertos cálidos y semidesérticos, de la vegetación presente, el 49% es vegetación de dunas las cuales se establecen sobre ellas y las estabilizan dejándolas fijas, el 35% es matorral desértico micrófilo, compuesto por arbustos de hojas pequeñas y el 16% restante pertenece a otros tipos de vegetación.

En general, los ecosistemas de la región se encuentran bien conservados, esto le permite fungir como corredor biológico entre el continente y la zona de la península de Baja California, es considerado el desierto de arena más grande de Norteamérica, el cual presenta endemismos de mamíferos y reptiles así como de la especie de planta *Senecio* sp. Dentro de la riqueza de especies que presenta se encuentran especies vegetales como: *Senecio* sp., *Heterotheca* sp., *Chamaesyce platysperma*, *Croton wigginsii*, *Dimorphocarpa pinnatifida*, *Eriogonum* sp., *Lennoa* sp. y *Stephanomeria* sp. En cuanto a reptiles, se encuentran: *Cnemidophorus burti*, *Xantusia vigilis*, *Tantilla hobartsmithi*, *Thamnophis cyrtopsis*, *Crotalus molossus*, *Kinosternon flavescensy Leptotyphlops humilis*. La avifauna está compuesta principalmente por la codorniz (*Callipepla gambelii*), la churea (*Geococcyx velox*) y el cuervo (*Corvus corax*). Entre los mamíferos destacan: el borrego cimarrón, el venado cola blanca, el jabalí, el puma, la zorra gris, la zorra del desierto y murciélagos.

Las actividades humanas en el ANP son de bajo impacto y no hay provocado una alteración en el área, de igual forma, la fragmentación es baja por lo que se mantiene la integridad ecológica aceptable, esto aunado a una densidad demográfica baja que permite mantener la conservación de la región, sin embargo, existen prácticas de manejo inadecuadas, entre las que se encuentran la extracción de tezontle, la ganadería extensiva y el uso de vehículos para tod terreno, así como la construcción desordenada de caminos.

El Gran Desierto de Altar – El Pinacate cuenta con un pan de manejo, esta administrado por la CONANP y han trabajado en ella diversos grupos como lo son el centro ecológico de sonora, el grupo O'odham, la Universidad De Arizona, PRONATURA, Organ Pipe Cactus National Monument, entre otros.

Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado
El Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado es una reserva natural protegida por el gobierno de México. Se encuentra entre los estados de Sonora y de Baja California. El río Colorado, el río más caudaloso de Estados Unidos, nace en las Montañas Rocosas en el estado del mismo nombre en Estados Unidos y desemboca en el golfo de California o mar de Cortes en México. Fue reconocido por la Unesco como patrimonio de la humanidad por su ecosistema ya que abarca grandes profundidades de corales en peligro de extinción en 1985. El río Colorado se abre paso desde la abertura de Mexicali hecho por la falla de San Andrés. Se le conoce como (ya no existe el Delta) delta a la abertura del río Colorado para llegar al golfo de California que separa grandes profundidades de México y Estados Unidos. Divide la porción septentrional del desierto de Sonora de Baja California.

El área natural protegida Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado se encuentra entre las coordenadas 32°09'30.80"N -115°14'39.42"W y 31°05'21.008"N -113°35'30.717"W con una superficie de 9,356.021 Km2 de los cuales 5,276.08 Km2 son marinos, se distribuye entre los estados de Baja California y Sonora, fue decretado como reserva de la biosfera el 16 de junio de 1993

El 60% de la ANP presenta un clima BWh(x') según la clasificación de Köppen modificado por García, lo cual significa un clima muy árido, semicálido, con temperaturas entre 18° y 22° C, con una temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con lluvias entre verano e invierno mayores de 18% anual; mientras que el 40% restante de la superficie presenta un clima BW(h)(x') el cual es muy árido, cálido, con temperaturas media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C, lluvias de verano del 5% al 10.2% anual y lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

Fisiográficamente, la zona está catalogada dentro de llanura costera, delta, islas; de la superficie total, el 57% del suelo es Solonchak háplico, el cual es un suelo salino, con un horizonte hístico de 20 a 40 cm de espesor, y una capa de materia orgánica superficial menor de 25 cm, mientras el 43% restante es Arenoso háplico, el cual es un suelo con textura gruesa hasta una profundidad mínima de un metro.

La zona presenta pozas a lo largo de la bahía Adaír, dentro del área de influencia de mareas, dichas pozas ayudan al sostenimiento de vegetación distinta a la del resto de la zona; de forma general, la RTP13 presenta en la mayoría de su superficie áreas sin vegetación aparente, cubriendo una extensión del 51%, el resto de la vegetación presente en la zona es matorral desértico micrófilo compuesto por arbustos de hojas pequeñas y representando el 20% de la superficie; la vegetación de dunas representa el 18% y la vegetación halófila representa el 11% de la superficie total.

En el ANP, existe una creciente degradación de los ecosistemas desérticos, esto causado por el avance y expansión de las zonas agrícolas, de igual forma, el delta del rio colorado funge como corredor biológico para algunas especies de aves, ello en virtud de que existe presencia de una gran cantidad de especies de aves migratorias, a la par de que existen relictos de vegetación de galería riparia, y hay registradas especies de plantas endémicas en la región; La vegetación está formada por suculentas como vidrillo (*Batis maritima*), deditos(*Salicornia* sp.) y perennes halófitas. En el sistema de dunas se encuentran alrededor de 85 especies, algunas de las cuales son perennes, como la hierba del burro, yamate y otras. En cuanto a la fauna pueden encontrarse la iguana del desierto, camaleón, lagartijas y serpientes; el cachorrito del desierto es el único sobreviviente de las especies nativas dentro de la reserva, existen al menos 80 especies de aves terrestres y acuáticas; hay ratas, ardillas, zorrillos, venado cola blanca, zorros, coyote y gato montés. Es uno de los pocos lugares en Norteamérica donde se distribuyen lagartijas del género *Uma*.

Existe en la zona una serie de problemáticas ambientales estrechamente relacionadas con las actividades humanas, entre las que destacan el cierre de las aguas del río Colorado, el desarrollo de la agricultura, el uso de agroquímicos y la degradación por el uso de vehículos del tipo todo terreno, se presenta perdida en la superficie original derivado de la falta de agua en el río colorado y la conversión del suelo a zonas agrícolas, de igual forma, hay un crecimiento significativo en la población de los asentamientos humanos presentes en la RTP13 y un alto nivel de degradación de los ecosistemas a causa de lo antes descrito.

III.5.2. Regiones Terrestres Prioritarias.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tiene por objetivo determinar unidades estables ambientalmente, dentro del territorio nacional continental, las cuales presenten alta riqueza ecosistémica y específica en comparación con el resto del país, que además se tenga una oportunidad real de conservación.

Dicho proyecto se gestó con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal.

Como producto se tienen 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que representa una superficie total de 515,558 km^2, siendo a más del 25% del territorio nacional.

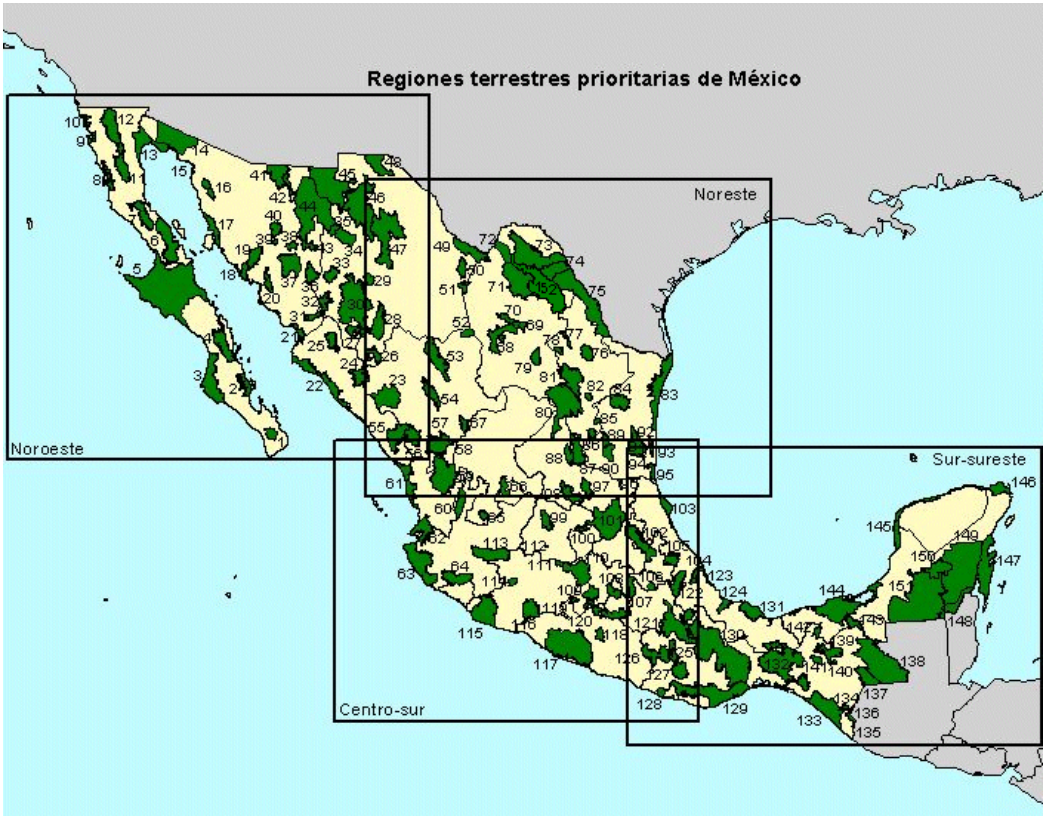


Figura III. 20. Mapa de regiones Terrestres Prioritarias en México

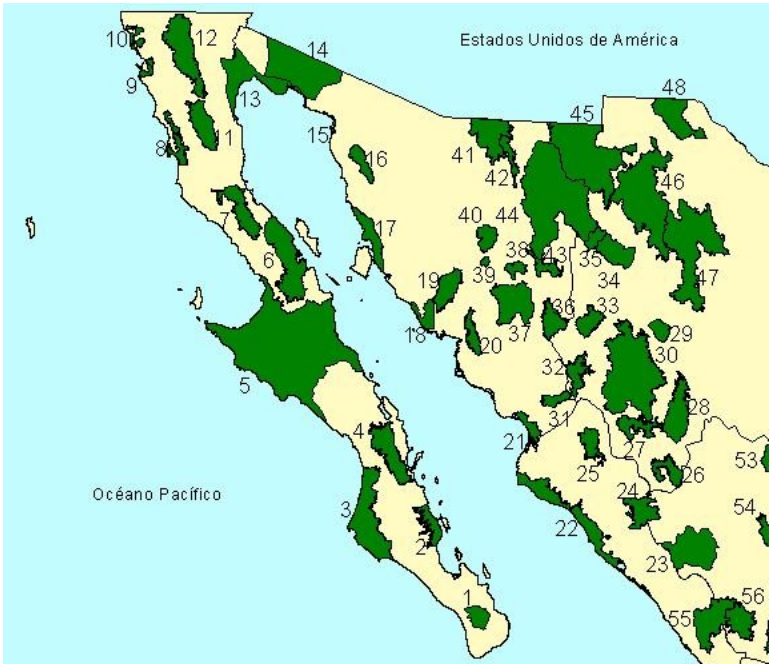


Figura III.21. Mapa de regiones Terrestres Prioritarias en el noroeste de México

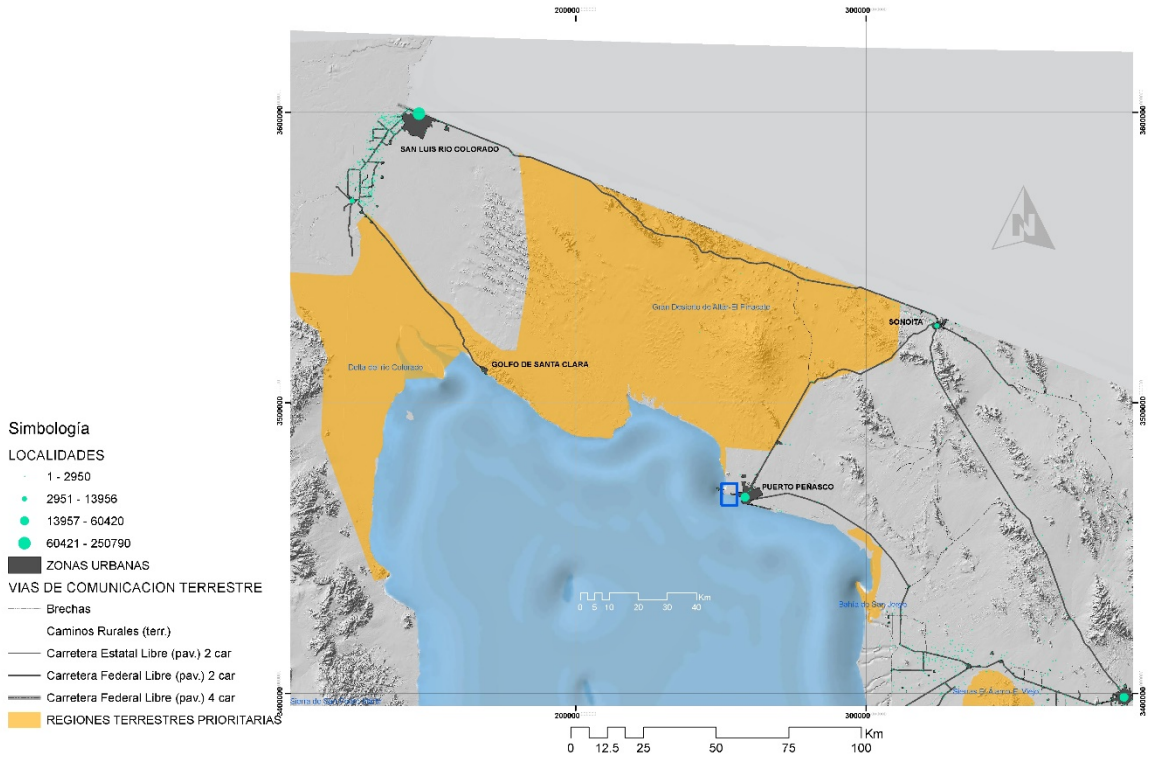


Figura III.22. Mapa de ubicación de RTP cercanas al sitio

RTP-13 Delta del Río Colorado

La región prioritaria para la conservación 13 Delta del Río Colorado se encuentra encuadrada entre las coordenadas 32° 09' 36"N ,-115° 13' 12" W y 31° 01' 12" N, -113°36'36"; abarcando los municipios de Puerto Peñasco, San Luis Río Colorado en el estado de Sonora y Mexicali en el estado de Baja California.

Cuenta con una superficie de 4,310 Km^2 dándole un valor para la conservación de 3 al ser mayor a 1,000 Km^2. el criterio que se empleó para definir dicha región fue su importancia faunística, dado que posee un valor alto de especies de aves anidantes, de igual forma, es parte de la reserva del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, por las condiciones climáticas presentes en el área, la mayoría de la superficie se mantiene sin vegetación aparente; la RTP13 presenta un alto número de especies tanto cosmopolitas como endémicas del alto golfo.

El 60% de la RTP13 presenta un clima BWh(x') según la clasificación de Köppen modificado por García, lo cual significa un clima muy árido, semicálido, con temperaturas entre 18° y 22° C, con una temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con lluvias entre verano e invierno mayores de 18% anual; mientras que el 40% restante de la superficie de la RTP13 presenta un clima BW(h)(x') el cual es muy árido, cálido, con temperaturas media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C, lluvias de verano del 5% al 10.2% anual y lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

Fisiográficamente, la RTP13 está catalogada dentro de llanura costera, delta, islas; de la superficie total, el 57% del suelo es Solonchak háplico, el cual es un suelo salino, con un horizonte hístico de 20 a 40 cm de espesor, y una capa de materia orgánica superficial menor de 25 cm, mientras el 43% restante es Arenoso háplico, el cual es un suelo con textura gruesa hasta una profundidad mínima de un metro.

La zona presenta pozas a lo largo de la bahía Adaír, dentro del área de influencia de mareas, dichas pozas ayudan al sostenimiento de vegetación distinta a la del resto de la zona; de forma general, la RTP13 presenta en la mayoría de su superficie áreas sin vegetación aparente, cubriendo una extensión del 51%, el resto de la vegetación presente en la zona es matorral desértico micrófilo compuesto por arbustos de hojas pequeñas y representando el 20% de la superficie; la vegetación de dunas representa el 18% y la vegetación halófila representa el 11% de la superficie total.

En la zona, existe una creciente degradación de los ecosistemas desérticos, esto causado por el avance y expansión de las zonas agrícolas, de igual forma, el delta del rio colorado funge como corredor biológico para algunas especies de aves, ello en virtud de que existe presencia de una gran cantidad de especies de aves migratorias, a la par de que existen relictos de vegetación de galería riparia, y hay registradas especies de plantas endémicas

en la región; La vegetación está formada por suculentas como vidrillo (*Batis maritima*), deditos(*Salicornia* sp.) y perennes halófitas. En el sistema de dunas se encuentran alrededor de 85 especies, algunas de las cuales son perennes, como la hierba del burro, yamate y otras. En cuanto a la fauna pueden encontrarse la iguana del desierto, camaleón, lagartijas y serpientes; el cachorrito del desierto es el único sobreviviente de las especies nativas dentro de la reserva, existen al menos 80 especies de aves terrestres y acuáticas; hay ratas, ardillas, zorrillos, venado cola blanca, zorros, coyote y gato montés. Es uno de los pocos lugares en Norteamérica donde se distribuyen lagartijas del género *Uma*.

Existe en la región una serie de problemáticas ambientales estrechamente relacionadas con las actividades humanas, entre las que destacan el cierre de las aguas del río Colorado, el desarrollo de la agricultura, el uso de agroquímicos y la degradación por el uso de vehículos del tipo todo terreno, se presenta perdida en la superficie original derivado de la falta de agua en el río colorado y la conversión del suelo a zonas agrícolas, de igual forma, hay un crecimiento significativo en la población de los asentamientos humanos presentes en la RTP13 y un alto nivel de degradación de los ecosistemas a causa de lo antes descrito. A pesar de que existen grupos organizados y especialistas que han trabajado en la región, tales como el otrora denominado IMADES, CICESE; CIMEX; DUMAC, la UABC, CREAS, CIAD, CEDO, no existe un programa de manejo integral para la región RTP13, sin embargo se cuenta con el decreto como región prioritaria para la conservación emitida en el año de 1993.

RTP-14 Gran Desierto de Altar – El Pinacate

La región prioritaria para la conservación 14 Gran Desierto de Altar – El Pinacate, se encuentra encuadrada entre las coordenadas 32° 21’ 36”N ,-114° 23’ 24” W y 31° 27’ 36” N, -112°59’24”; abarcando los municipios de Puerto Peñasco, San Luis Río Colorado y Plutarco Elías Calles en el estado de Sonora

Cuenta con una superficie de 7,146 Km^2 dándole un valor para la conservación de 3 al ser mayor a 1,000 Km^2. Esta RTP está caracterizada por la presencia de un escudo volcánico, y una extensa zona de dunas activas en la zona limítrofe, presenta una gran variedad de asociaciones vegetales en las dunas y en las zonas de derrama de lava, las cuales presentan características especiales y de alto valor ecológico por ser único. Con vegetación propia de los desiertos, la RTP14 cuenta con 560 especies de plantas, pertenecientes a 315 géneros, y 85 familias, así como 53 especies de mamíferos, 222 especies de aves, 43 de reptiles, y 5 d eanfibios.

La región presenta un clima BWh(x’) según la clasificación de Köppen modificado por García, lo cual significa un clima muy árido, semicálido, con temperaturas entre 18° y 22° C, con una temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con lluvias entre verano e invierno mayores de 18% anual.

Fisiográficamente, las geoformas presentes son Sierras, conos volcánicos y Llanuras Costeras; el 72% de la superficie presenta un suelo Arenosol háplico, el cual es un suelo con una textura gruesa hasta una profundidad mínima de un metro, posee únicamente un

horizonte A ócrico o un horizonte E álbico con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta; el 28% restante es suelo Calcisol pétrico, el cual corresponde a un suelo con una acumulación muy importante de carbonato de calcio y con un horizonte petrocálcico, que corresponde a un horizonte cálcico continuo endurecido o cementado por carbonato de cálcio y/o magnésico,

La zona comprende ecosistemas de desiertos cálidos y semidesérticos, de la vegetación presente, el 49% es vegetación de dunas las cuales se establecen sobre ellas y las estabilizan dejándolas fijas, el 35% es matorral desértico micrófilo, compuesto por arbustos de hojas pequeñas y el 16% restante pertenece a otros tipos de vegetación.

En general, los ecosistemas de la región se encuentran bien conservados, esto le permite fungir como corredor biológico entre el continente y la zona de la península de Baja California, es considerado el desierto de arena más grande de Norteamérica, el cual presenta endemismos de mamíferos y reptiles así como de la especie de planta *Senecio* sp. Dentro de la riqueza de especies que presenta se encuentran especies vegetales como: *Senecio* sp., *Heterotheca* sp., *Chamaesyce platysperma*, *Croton wigginsii*, *Dimorphocarpa pinnatifida*, *Eriogonum* sp., *Lennoa* sp. y *Stephanomeria* sp. En cuanto a reptiles, se encuentran: *Cnemidophorus burti*, *Xantusia vigilis*, *Tantilla hobartsmithi*, *Thamnophis cyrtopsis*, *Crotalus molossus*, *Kinosternon flavescensy Leptotyphlops humilis*. La avifauna está compuesta principalmente por la codorniz (*Callipepla gambelii*), la churea (*Geococcyx velox*) y el cuervo (*Corvus corax*). Entre los mamíferos destacan: el borrego cimarrón, el venado cola blanca, el jabalí, el puma, la zorra gris, la zorra del desierto y murciélagos.

Las actividades humanas en la región son de bajo impacto y no hay provocado una alteración en el área, de igual forma, la fragmentación es baja por lo que se mantiene la integridad ecológica aceptable, esto aunado a una densidad demográfica baja que permite mantener la conservación de la región, sin embargo, existen prácticas de manejo inadecuadas, entre las que se encuentran la extracción de tezontle, la ganadería extensiva y el uso de vehículos para todo terreno, así como la construcción desordenada de caminos. Al ser también una reserva de la biosfera, la RTP14 Gran Desierto de Altar – El Pinacate cuenta con un pan de manejo, esta administrado por la CONANP y han trabajado en ella diversos grupos como lo son el centro ecológico de sonora, el grupo O'odham, la Universidad De Arizona, PRONATURA, Organ Pipe Cactus National Monument, entre otros.

RTP-15 Bahía de San Jorge

La región prioritaria para la conservación 15 Bahía de San Jorge, se encuentra encuadrada entre las coordenadas 31° 13' 48"N ,-113° 10' 12" W y 30° 55' 48" N, -113° 01' 48"; dentro de los municipios de Caborca y Puerto Peñasco en el estado de Sonora

Cuenta con una superficie de 130 Km^2 dándole un valor para la conservación de 2 al tener una superficie entre 100 y 1,000 Km^2. Esta RTP presenta una alta importancia como hábitat de aves de tránsito y anidantes del Alto Golfo. Dada su ubicación geográfica y su topografía,

la altimetría no tiene efectos significativos en la diferenciación de ecosistemas, sin embargo, la influencia marítima es relevante en el aporte de humedad en la zona.

La región presenta un clima BWh(x') según la clasificación de Köppen modificado por García, lo cual significa un clima muy árido, semicálido, con temperaturas entre 18° y 22° C, con una temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con lluvias entre verano e invierno mayores de 18% anual.

Fisiográficamente, las geoformas presentes son Llanura Costera y punta costera; la superficie total presenta un suelo Arenosol háplico, el cual es un suelo con una textura gruesa hasta una profundidad mínima de un metro, posee únicamente un horizonte A ócrico o un horizonte E álbico con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta; el 28% restante es suelo Calcisol pétrico, el cual corresponde a un suelo con una acumulación muy importante de carbonato de calcio y con un horizonte petrocálcico, que corresponde a un horizonte cálcico continuo endurecido o cementado por carbonato de cálcio y/o magnésico, La vegetación presente está compuesta principalmente por vegetación halófila, representando esta un 92% de la totalidad, la cual es vegetación que se establece en suelos salinos, y el 8% restante es vegetación de dunas la cual se establece sobre ellas y la estabiliza dejándolas fijas.

Existe un creciente proceso de urbanización en la zona costera, el cual, a pesar de estar en estadios iniciales, avanza de forma acelerada lo cual produce afectación a los ecosistemas de la zona, y la anidación de aves, eje central de protección.

El criterio de delimitación corresponde a la vegetación producto de las condiciones ambientales costeras (influencia marítima, presencia de un manto freático somero), siendo el límite de la vegetación halófila que bordea la bahía de San Jorge, el lindero regional.

III.5.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias.

En mayo de 1998, la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad.

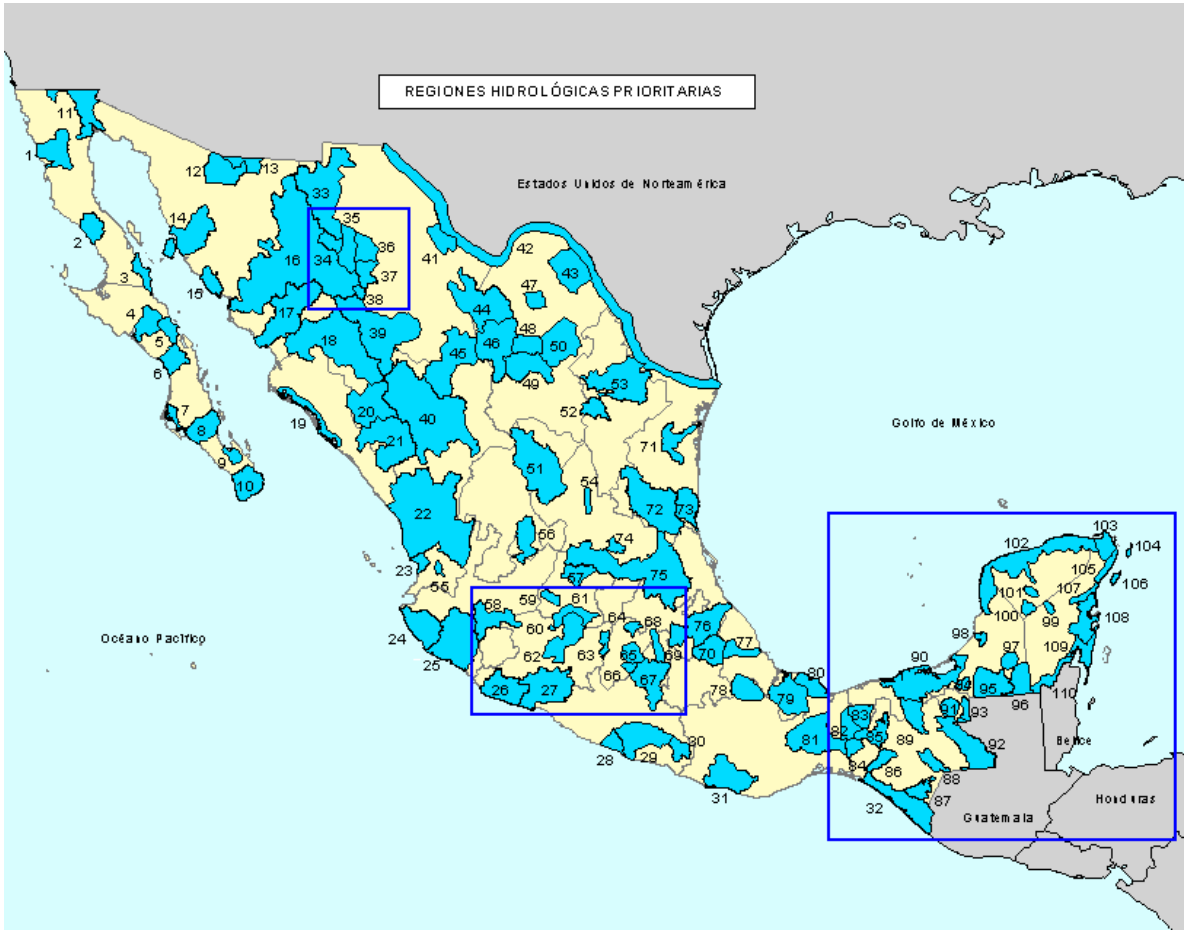


Fig.III.23. Mapa de regiones Hidrológicas Prioritarias en México

El área de interés no se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria. La RHP más cercana al área de interés se localiza a más de 100 km al oeste del sitio evaluado, y corresponde a la RTP 11: Delta del Río Colorado.

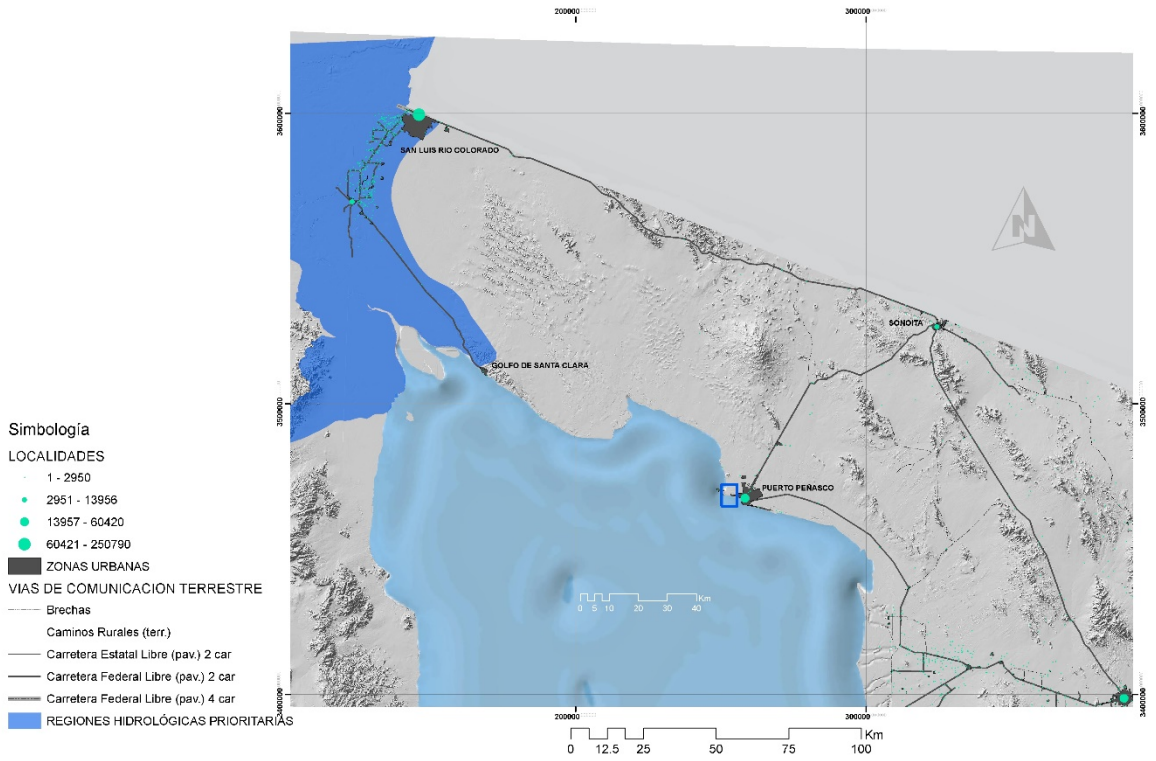


Figura III.24. Mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas.

RHP 11. Delta del Río Colorado

Recursos hídricos principales

Lénticos: Lago Salado, Ciénega de Santa Clara, estuarios, llanuras de inundación, pantanos, pozas permanentes

Lóticos: delta del río Colorado, arroyos, manantiales

Limnología básica: el delta del río Colorado se encuentra en la falla Imperial, la cual forma parte de la falla de San Andrés. El aporte de agua y nutrientes en la boca del río favorece el transporte de nutrientes a la costa, lo cual incrementa la productividad biológica de esas aguas.

Geología/Edafología: la topografía es muy regular, se caracteriza por amplias planicies de pendientes suaves que se extienden del mar hacia el continente y puntos como la mesa Arenosa, cerro Prieto, cerro El Chinero y cerro Punta El Machorro, con elevaciones de más

de 200 m; limitada al oeste por las sierras El Mayor y Las Tinajas, al este por la Sierra El Rosario y el desierto de Altar. Suelos de tipo Regosol, Litosol, Fluvisol, Zolonchak y Vertisol.

Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano e invierno. Temperatura media anual 18-24ºC. Precipitación total anual menor a 100 mm. Elevación 0-100 m.

Principales poblados: Mexicali, San Luis Río Colorado

Actividad económica principal: agrícola en el valle de Mexicali y pesquera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral desértico micrófilo, vegetación de desiertos arenosos, vegetación de dunas costeras, vegetación acuática y halófila, relictos de galería riparia. Existen más de 400 especies de plantas acuáticas y terrestres. Flora característica: los pantanos del delta están dominados por *Typha* spp y carrizales; en la boca de ríos y alrededor de las islas existen comunidades de plantas halófilas como *Allenrolfea occidentalis*, *Distichlis palmeri* (pasto salado endémico), *D. spicata, Salicornia* sp. La Ciénega de Santa Clara está considerada como vestigio de la comunidades naturales originales.

La vegetación ribereña está representada por *Populus* spp, *Prosopis glandulosa*y *Salix* spp. Fauna característica: de moluscos importantes como *Acanthodoris pina* (línea de marea)*, Anachis vexillum* (litoral rocoso)*, Calliclava palmeri* (en arena fina)*, Chaetopleura euryplax* (bajo rocas en fango)*, C. mixta* (zona litoral), *Chama mexicana, Chiton virgulatus* (bajo rocas, zona litoral)*, Collisella acutapex*(zona litoral), *Coryphella cynara* (litoral arenoso y dragados)*, Crassispira (Monilispira) pluto* (litoral rocoso)*, Dendrochiton lirulatus* (en rocas)*, Euclathurella carissima*(en rocas), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas)*, Knefastia dalli* (en fangos)*, Leptopecten palmeri, Lucina (Callucina) lampra, L. lingualis, Mulinia coloradoensis* (restringida a aguas del golfo)*, Muricopsis armatus* (zona litoral bajo rocas)*, Nymphispira nymphia* (zona litoral rocosa)*, Panopea globosa* (puede encontrarse en la costa o hasta 60 m)*, Polycera alabe* (rara), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Pyrgocythara scammoni* (línea de marea)*, Recluzia palmeri* (zona costera)*, Semele (Amphidesma) junonia, Solenosteira capitanea, Transennella humilis, Tricolia variegata* (litoral rocoso)*, Tripsycha (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso)*;* de crustáceos como el cangrejo *Petrolisthes schmitti;*hábitat y refugio de peces como *Anchoa helleri, A. nasus, Bairdiella icistia, Cynoscion xanthulus*, *Eleotris picta, Gasterosteus aculeatus, Gillichthys mirabilis, Gobiesox pinniger, Gobiosoma chiquita, Ictalurus pricei, Micropogon megalops*, *Mugil cephalus, Pantosteus clarki;* de reptiles y anfibios como las iguanas del desierto *Callisaurus draconoides, Dipsosaurus dorsalis sonoriensis,* el monstruo de Gila *Heloderma suspectum, Phrynosoma solare;* de aves el gorrión sabanero*Passerculus sandwichensis rostratus*, el pelícano *Pelecanus erythrorhynchus,* el rascador desértico *Pipilo crissalis,* el cuitlacoche piquicorto *Toxostoma bendirei* y el cuitlacoche pálido *Toxostoma lecontei*; de mamíferos el

coyote *Canis latrans,* el castor *Castor canadensis,* el lince *Lynx rufus,* el venado bura *Odocoileus hemionus* ylas zorras *Urocyon cinereoargenteus* y *Vulpes macrotis*.

Especies endémicas: de peces *Catostomus insignis,* la totoaba *Cynoscion macdonaldi,* el perrito del desierto*Cyprinodon macularis, Gila intermedia,* la carpita cola redonda *G. robusta*; de aves el palmoteador de yuma *Rallus longirostris yumanensis*. Todas estas especies junto con las aves *Chamaea fasciata, Falco peregrinus, Haliaeetus leucocephalus, Parus inornatus, Passerculus sandwichensis rostratus, Sterna antillarum* y *Toxostoma redivivum redivivum* se encuentran amenazadas por pérdida de hábitat y contaminación.

Especies extirpadas: de peces *Gila elegans, Ptychocheilus lucius, Rhinichthys osculus, Tiaroga cobitis, Xyrauchen texanus.* El delta del Río Colorado representa una zona de alta productividad y hábitat de gran importancia por ser zona de reproducción, desove y crianza de especies marinas.

Aspectos económicos: recursos de geotermia, agricultura intensiva, cacería ilegal de aves migratorias, acuicultura, ganadería extensiva, pesca y ecoturismo.

Problemática:

- Modificación del entorno: salinización de los acuíferos y degradación de los suelos, formación de canales. Reducción del aporte y calidad de agua dulce y cambios hidrodinámicos en la cuenca baja por el represamiento del río Colorado, que también tiene efectos a distancia. Cambio de uso de suelo para agricultura.

- Contaminación: por agroquímicos y descargas industriales y urbanas. En el valle Imperial se vierten contaminantes de todo tipo al río proveniente de los distritos de riego de Arizona y del valle de San Luis en México.

- Uso de recursos: reducción de fauna y flora; introducción de especies exóticas como *Cyprinella lutrensis* e *Ictalurus punctatus*; prácticas de pesca destructivas; sobreexplotación y mal manejo del agua (represas).

Conservación: preocupa el abatimiento de acuíferos, la calidad de los suelos y el agua. Se requiere restablecer la calidad del agua en río Colorado, los acuíferos y proponer un derecho de cuotas de agua dulce. Faltan estudios de la vegetación acuática y fauna de la Ciénega de Sta. Clara. No hay reporte de endemismos de insectos acuáticos de la región. Aves migratorias en riesgo. Existe constante violación a las disposiciones de regulación en la Reserva por falta de vigilancia. Comprende parte de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. El Delta del Río Colorado está considerado como humedal prioritario por el North American Wetlands Conservation Council y por la Convención de Ramsar.

Grupos e instituciones: Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Centro de Investigación Científica y Tecnológica, UNISON; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad de Sonora; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - Guaymas; Universidad de Arizona; Universidad de California, Conservación Internacional.

III.5.4. Regiones Marinas Prioritarias.

Dentro del primer taller realizado por la Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) para la delimitación de las áreas prioritarias para la conservación solo se consideraron las de carácter terrestre, dejando excluidas las marinas, las cuales son de gran relevancia para el país al contar este con dos líneas de costa extensas, en cuatro mares distintos, los cuales presentan diversidad, endemismos y riqueza de especies comparables con la zona continental. Es por ello que en 1998 se realizaron dos talleres en los que se definieron áreas prioritarias de biodiversidad en este tipo de ambientes particulares.

El resultado fue la delimitación de 70 regiones marinas prioritarias para la conservación de la biodiversidad costera y oceánica en México, repartidas en ambas costas del país: 43 en el Pacífico y 27 en el golfo de México-Mar Caribe; posteriormente se llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan, considerando la información generada durante el taller. Es indispensable señalar que esta clasificación se hizo tomando como base la evaluación que realizaron los participantes del taller, utilizando los criterios de evaluación para cada una de las áreas.

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Marina Prioritaria, la mas cercana corresponde a la RMP 14 Alto Golfo y se encuentra a 58 km aproximamente, al oeste de la zona de interés.

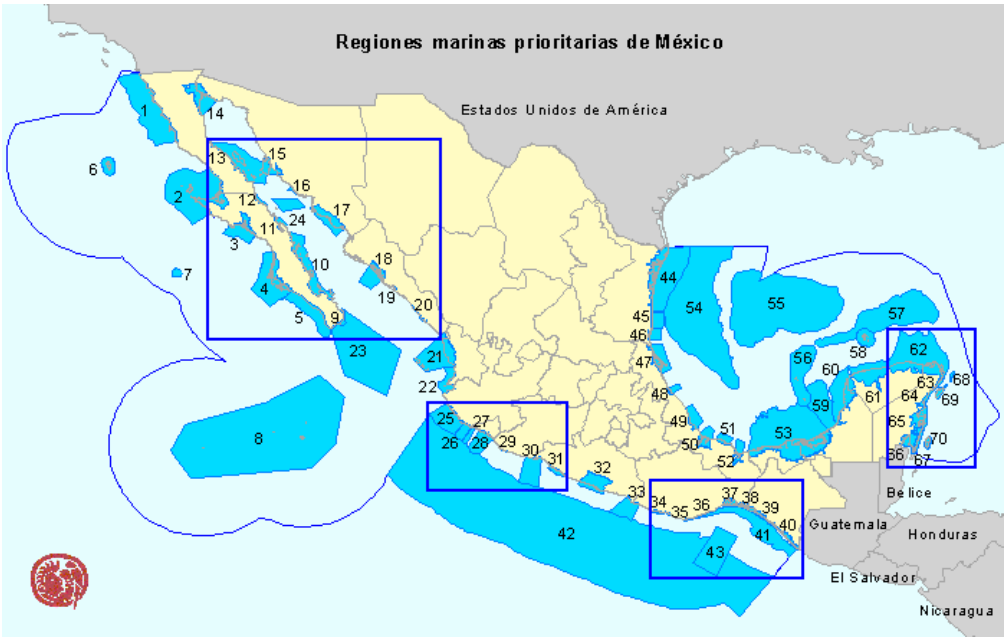


Figura III.25. Mapa de regiones Marinas Prioritarias en México

RMP14 Alto Golfo

Le región marítima prioritaria 14 Alto Golfo se encuentra ubicada en entre los estados de Sonora y Baja California, entre las coordenadas 32°10'12"N -115°31'48"W y 30°55'48"N -114°11'24", cuenta con una superficie de 7,152 Km^2.

La RMP14 está presente en un clima cálido extremoso, semiárido con un régimen de lluvia intermedio, con una temperatura media anual mayo a los 18 °C, se encuentra ubicado sobre la placa americana y la placa del pacifico, y lo atraviesa la falla de san Andrés, presenta rocas sedimentarias, una plataforma amplia, lodosa y de delta de río.

Esta región está compuesta por playas y dunas costeras, así como sistemas estuarinos y esteros, amplios humedales, costas, bahías y bajos, presenta una baja eutroficación y un ambiente intermareal con alta integridad ecológica. Oceanográficamente, presenta marea semidiurna muy amplia, con un bajo oleaje, el aporte de agua dulce perteneciente a los ríos es relativamente bajo en virtud de que estos se encuentran represados, está registrada la presencia de crecimiento microalgal nocivo, y una concentración media de nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos.

La diversidad en la zona es alta, resalta la presencia de diversas especies de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves residente sy migratorias, mamíferos marinos, macroalgas, halófitas, dentro de las especies endémicas hay plantas e invertebrados, se encuentra también la vaquita marina (*Phocoena sinus*) y marsopa: por su abundancia también hay especies indicadores como *Sicyonia penicillata* y *Squilla bigelovii*, también es zona de migración de *Sicyonia* spp., *Squilla* spp. Y *Callinectes* spp.

Dentro de la zona se desarrolla la pesca industrial de camarón, así como la agricultura altamente tecnificada y el turismo en pequeña escala. Existe modificación existe también modificación del entorno producto de la reducción de escargas de aguas dulces, esto en virtud de un cambio en la hidrodinámica de la zona baja de la cuenca por efecto de la presencia de presas cuenca arriba; hay que aunar a esto la contaminación de todo tipo, y una disminución en las poblaciones de fauna silvestre y de aprovechamiento mediante pesca. Se requiere con urgencia la regulación de la pesca ilegal y la pesca indicental de especies endémicas, la falta de integración de políticas ambientales y de desarrollo con los Estados Unidos ya que esta zona cuenta con una designación como área natural protegida de carácter federal.

III.5.5. Sitios RAMSAR

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Ésta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Ésta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

En México, la Convención Ramsar fue aprobada por la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión el 20 de diciembre de 1984 y fue publicada en el Diario Oficial de la Federación los días 24 de enero y 18 de julio del año 1985. El instrumento de adhesión de la Convención fue firmado por el Presidente Miguel de la Madrid el 23 de julio de 1985 y depositado ante el Director General de la UNESCO el 4 de julio de 1986, fecha en que se designó el primer Sitio Ramsar del país: “Humedal de Importancia Especialmente para la Conservación de Aves Acuáticas Reserva Ría Lagartos”, área que corresponde a la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos ubicada en el Estado de Yucatán.

El Artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos indica que “…todos los tratados que estén de acuerdo con la misma [Constitución], celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la ley suprema de toda la Unión”. Por eso, la Convención Ramsar debe de considerarse como una ley suprema y su cumplimiento es responsabilidad de todos los mexicanos, en función de nuestras atribuciones.

De acuerdo al Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la función de la CONANP en el marco de la Convención Ramsar, es coordinarse con las unidades administrativas competentes de dicha secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para que cada institución, en función de sus atribuciones, impulse el cumplimiento de los acuerdos y compromisos adoptados en éste tratado internacional.

Actualmente la CONANP impulsa el cumplimiento de la Convención en los Sitios Ramsar que se encuentran dentro de Áreas Naturales Protegidas Federales y facilita procesos para que todos los actores relacionados con los Sitios Ramsar fuera de Áreas Naturales Protegidas Federales, den cumplimiento a éste compromiso internacional que, a través de los procesos ecológicos de los humedales, brinda beneficios a todos los mexicanos.

Los sitios RAMSAR identificados en la región corresponden a: Humedales de Bahía Adair y Humedales de Bahía San Jorge. Aun cuando el área del proyecto no se encuentra dentro de ninguno de los antes mencionados, es importante definir que el primero se encuentra a 400 metros y 42 km el Segundo.

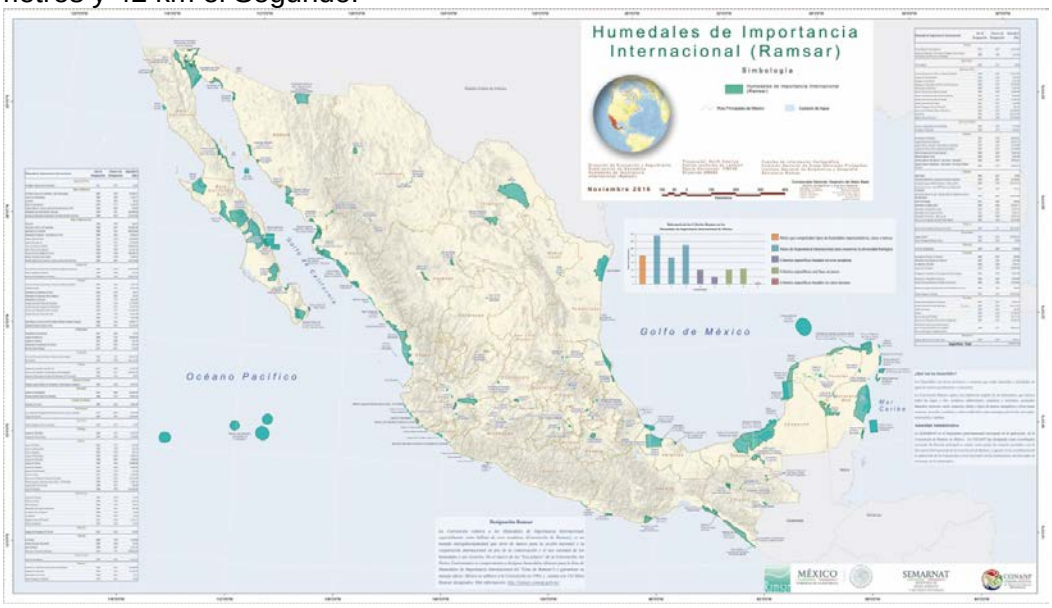


Figura III.26. Sitios RAMSAR en México

Como se observa en la imagen inferior, los sitios Ramsar identificados como mas cercanos al sitio del proyecto corresponden a Humedales de Bahía San Jorge y Humedales de Bahía Adair.



Figura III.27. Distancia de los sitios Ramsar con respecto al sitio.

De acuerdo a la ubicación de los polígonos de los sitios Ramsar, el sitio Ramsar Humedales de Bahía Adair, se encuentra a 30 km aproximadamente, sin embargo, la cobertura de este sitio engloba humedales pequeños cercanos a 1 km del área del proyecto. El sitio Humedales de Bahía San Jorge se encuentra a poco mas de 40 km del proyecto.

Las características descritas en las fichas de cada uno de los sitios se describen en los párrafos inferiores.

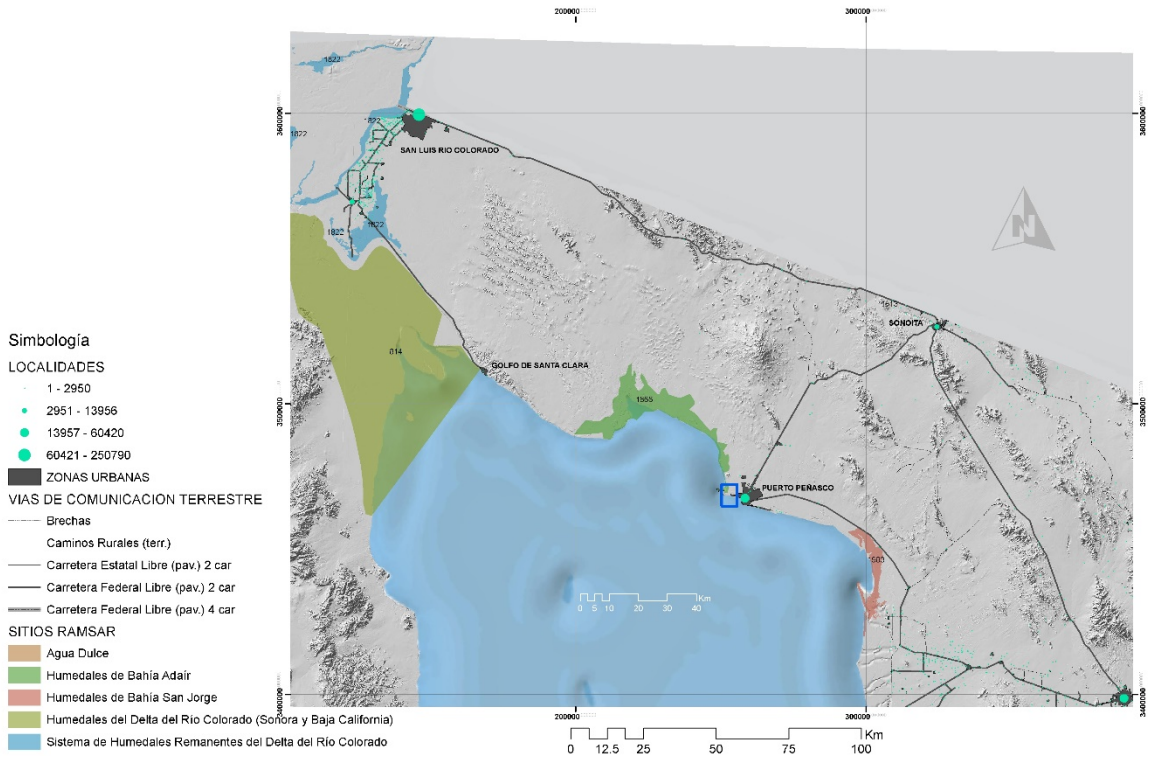


Figura III.28. Ubicación de los sitios Ramsar con respecto al sitio.

Humedales de Bahía San Jorge

Los Humedales de Bahía San Jorge se extienden a lo largo de 38 km lineales de costa, desde el extremo norte de Estero Almejas hasta el extremo sur de Estero San Francisquito, incluye planicies lodosas, marismas, salinas, y dunas costeras. Los Humedales de Bahía San Jorge abarcan desde el nivel más bajo de marea baja, siguiendo la línea de costa, hasta los 20 metros sobre la pleamar máxima comprendiendo la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), englobando a las dunas costeras, y algunas salinas que se encuentran dentro del ecotono humedal-terrestre. En su extremo noreste, el límite del sitio coincide con la carretera Puerto Peñasco-Caborca.

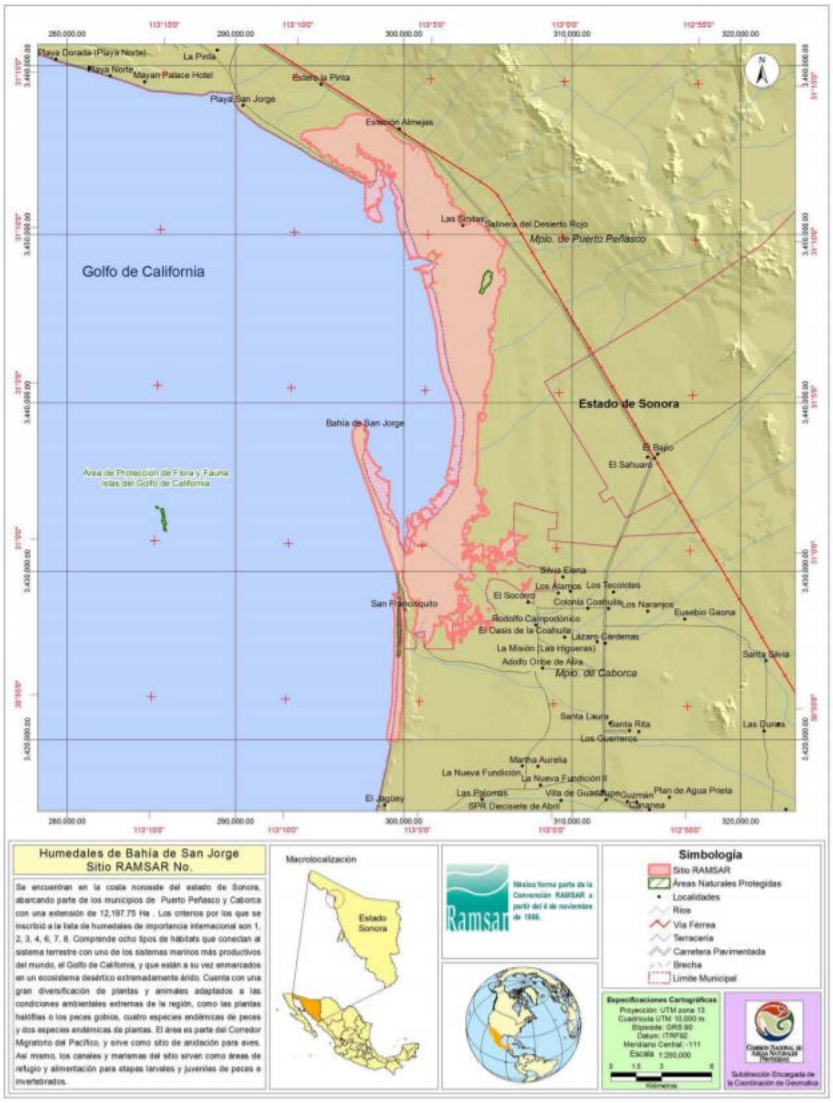


Figura III.29. Humedales de Bahía San Jorge.

Los Humedales de Bahía San Jorge comprenden dos polígonos, uno que engloba a los Esteros La Salina y Almejas y el segundo que rodea al Estero San Francisquito. El punto central del sitio no puede especificarse, debido a que por la configuración de los polígonos este se halla fuera del sitio, sin embargo las coordenadas del centro aproximado de la parte más extensa del sitio es 31°05'59.98"N 113°04'10.46"W.

Se localizan en la costa noroeste del estado de Sonora, abarcando parte de los municipios de Puerto Peñasco y Caborca. El poblado importante más próximo es la ciudad de Puerto

Peñasco, la cabecera municipal, que se localiza a ~35 km del sitio. En el polígono se encuentran varios accidentes costeros, en la forma de estuarios negativos o esteros conocidos como Almejas, La Salina y San Francisquito. Dentro del polígono se encuentran cuatro pequeños campos acuícolas y pesqueros: Las Sinitas Bahía de San Jorge, Playa San Jorge y Salinera del Desierto Rojo; el poblado más cercano al sitio es el Rodolfo Campodónico que cuenta con una población de 282 habitantes. El municipio de Puerto Peñasco cuenta con 44,875 habitantes y el de Caborca con 70,113 habitantes.

Los Humedales de Bahía San Jorge comprenden ocho tipos de hábitats: esteros, bajos intermareales de lodo, salinas, dunas costeras, playas de arena, aguas marinas someras permanentes y el ecotono humedal-terrestre. Los esteros son el tipo de humedal característico del Golfo Norte de California, son estuarios negativos con salinidad más alta en su interior que en la boca debido a la alta evaporación y falta de aporte de agua dulce. Los esteros constituyen una interfase entre los ecosistemas marino y terrestre; en esta interfase se importan y exportan nutrientes 3y especies, que combinan atributos de ambos ecosistemas. En el Golfo Norte los esteros sirven como zonas de anidación, descanso y alimentación a aves residentes y migratorias, como parte del Corredor Migratorio del Pacifico, por lo que se ha reconocido su importancia como potenciales sitios Ramsar. Esta región presenta una amplitud de marea de hasta 10 m, que junto con las corrientes y el clima extremoso le da a los esteros los hábitats y características ambientales que resulta en una flora y fauna única, caracterizada por un alto grado de especialización. En los esteros, los canales y marismas sirven como áreas de desove y alimentación de especies comerciales de pesca. Las zonas de marisma tienden a estar rodeadas de dunas no consolidadas y de suelos con inundación intermitente de origen marino y evaporativo, llamadas salinas; las salinas pueden presentar gruesas costras de sal y carecen de vegetación. Se han registrado 23 especies en los Humedales de Bahía San Jorge que se encuentran bajo alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (DOF 2002) y/o enlistadas por la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.Se registran también 7 especies endémicas al GolfoNorte o al Golfo de California.

Los principales tipos de vegetación representados en los Humedales de Bahía San Jorge son: vegetación halófila, vegetación que se establece en suelos salinos, marismas y planicies hipersalinas, vegetación de dunas, vegetación que se establece en dunas costeras, por lo que se estabilizan (8%), y planicies arenosas consolidadas y vegetación de Desierto Sonorense inmediatas al ecotono humedal-terrestre

En la zona centro-norte del Golfo de California se encuentran altas concentraciones de nutrientes y fitoplancton; estas condiciones de surgencia soportan grandes poblaciones de peces, mamíferos marinos y aves. Los Humedales de Bahía San Jorge están inmersos en esta región y constituyen un hábitat importante para muchas especies animales marinas que entran a alimentarse, reproducirse y descansar en los esteros. Asimismo los esteros proveen una conexión entre el sistema marino y el terrestre, y hay especies terrestres que dependen de los esteros.

Dentro del sitio Ramsar: El uso del suelo en los esteros comprendidos dentro del polígono en el Municipio de puerto Peñasco es de Zona inundable y Salitrales. En la barra de arena frente a Estero Almejas, que está dentro del mismo municipio tiene como uso de suelo Área Urbanizable (H. Ayuntamiento de Puerto Peñasco 2007). El Municipio de Caborca no cuenta con Programa de Desarrollo vigente, de manera que no hay información al respecto de la clasificación de uso de suelo. El Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora recomienda que los esteros sean usados para protección y las zonas arenosas y de dunas para aprovechamiento.

Humedales de Bahía Adair

Los Humedales de Bahía Adair se extienden a lo largo de 76 km lineales de costa, desde Punta Borrascoso hasta el Estero La Cholla, e incluyen esteros, salinas y pozas. Los Humedales de Bahía Adair abarcan desde el nivel más bajo de marea baja, siguiendo la línea de costa, hasta los 20 metros sobre la pleamar máxima (ZFMT), englobando a las marismas, y algunas salinas y pozas y englobando el perímetro de los pozos y salinas que se encuentran fuera de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZFMT). La mayor parte de los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, en la zona de amortiguamiento, y colindan con la Reserva de la Biosfera el Pinacate y Gran Desierto de Altar.

Se extienden desde La Salina (31º 31’ 17. 79” N – 114º 07’ 26.58” O), cerca de Punta El Borrascoso (31º 29’ 27. 52” N – 114º 03’ 08.55” O) en la costa hasta el Estero La Cholla (31º 20’ 25. 61” N – 113º 35’ 55.18” O).

Los Humedales de Bahía Adair y se localizan en la costa noroeste del estado de Sonora, abarcando parte de los municipios de San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco. La costa presenta varios accidentes costeros, en la forma de estuarios negativos o esteros. Estos esteros son conocidos como El Borrascoso, Las Lisas, San Judas, Los Paredones, Cerro Prieto y La Cholla. En esta zona no existen habitantes permanentes, solamente una cooperativa pesquera que no es residente. La ciudad más cercana es Puerto Peñasco, y cuenta con 44,647 habitantes, una de las colonias de esta ciudad se encuentra adyacente al Estero La Cholla. El municipio de San Luis Río Colorado cuenta con 157, 076 habitantes y Puerto Peñasco con 44,875 habitantes. La mayor parte del polígono se encuentra dentro de las inmediaciones de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.

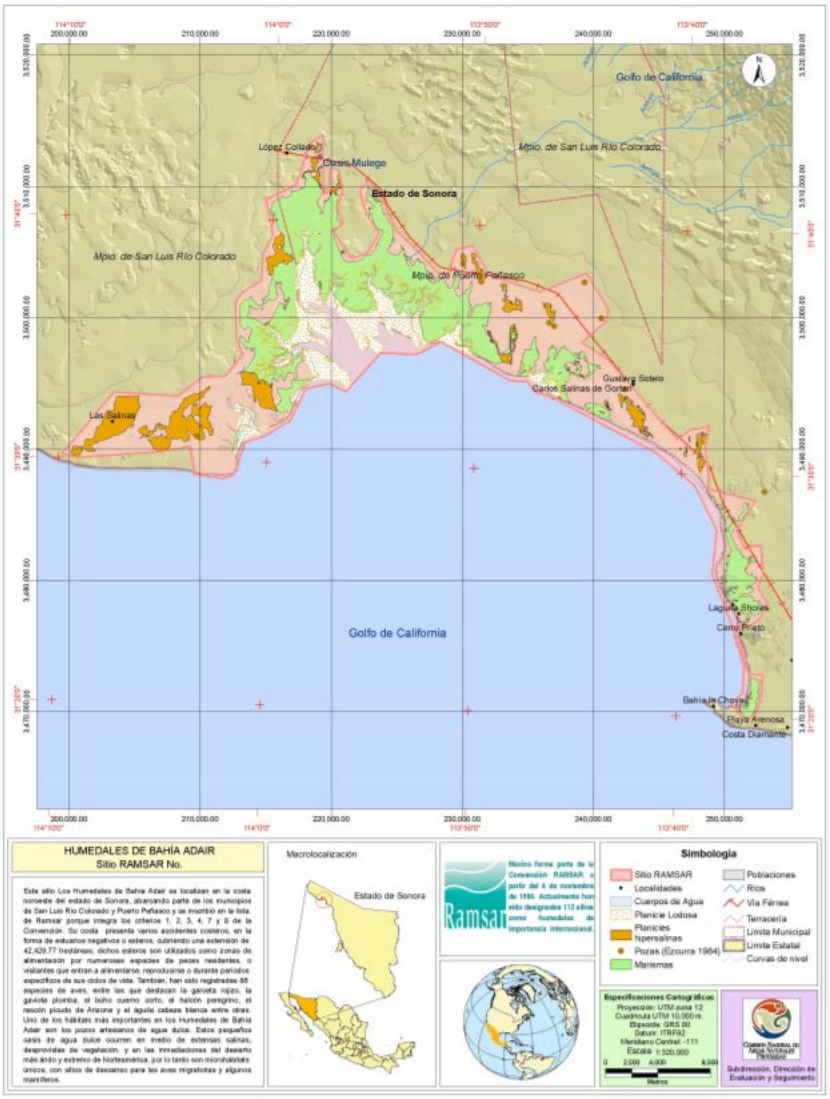


Figura III.30. Humedales de Bahía Adair

Los Humedales de Bahía Adair comprenden tres tipos de hábitats: los esteros, los pozos artesianos y las salinas. Los esteros se caracterizan por presentar mayor salinidad en su interior que en la boca debido a la alta evaporación y falta de aporte de agua dulce. El flujo de las mareas da como resultado una variedad de hábitats, incluyendo canales, marismas, planicies lodosas y salinas hipersalinas. Las marismas están cubiertas por una vegetación arbustiva de halófilas, tal como, *Allenrolfea occidentalis*, *Batis maritima*, Distichlis palmeri, *Frankenia salina*, *Monanthochloë littoralis*, *Arthrocnemum subterminalis*, *Suaeda esteroa*, y la endémica *Suaeda puertopenascoa*. Esta vegetación es la base de una alta productividad primaria que sostiene una diversa cadena trófica. Los canales y marismas sirven como

áreas de desove y alimentación de especies comerciales de pesca. Los esteros mantienen la conectividad entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos. En esta interfase se importan y exportan nutrientes y especies, que combinan atributos de ambos ecosistemas, y hacen un ambiente muy rico en nutrientes.

Los esteros también sirven como zonas de anidación, descanso y alimentación a aves residentes y migratorias, como parte del Corredor Migratorio del Pacifico. Las zonas de marisma tienden a estar rodeadas de dunas no consolidadas y de planicies lodosas hipersalinas, de origen marino y evaporativo. Estas planicies lodosas pueden presentar gruesas costras de sal y carecen de vegetación. En las orillas de las planicies lodosas hipersalinas se encuentran manantiales artesianos, llamados pozos.

En los pozos aflora el agua dulce acumulada en el extenso acuífero contenido bajo el manto arcilloso de Gran Desierto; en estas zonas la permeabilidad de la capa arcillosa es mayor. Los pozos son ecosistemas de alta importancia ecológica pues son el último hábitat disponible para especies adaptadas a sus condiciones particulares y porque proveen de agua dulce para los mamíferos y avifauna de la zona. Los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en el Gran Desierto de Altar, uno de los desiertos más áridos y extremos de Norteamérica. El Gran Desierto es demasiado árido incluso para las cactáceas, experto para pequeñas poblaciones de cholla, *Cylindropuntia* spp.

Cada uno de los hábitats que comprenden los Humedales de Bahía Adair presentan flora y fauna peculiar y caracterizada por un alto grado de especialización, debido a encontrarse en la interfase mar-tierra. Se han registrado 12 especies de animales en los Humedales de Bahía Adair que se encuentran bajo alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002) y/o enlistadas por la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2005). Se registran también 5 especies de plantas y animales endémicas en los esteros.

Los Humedales de Bahía Adair reúnen una combinación de hábitats, marismas, canales, pozos artesianos, planicies hipersalinas, y planicies lodosas, todos ellos conectan al sistema terrestre conuno de los sistemas marinos más productivos del mundo, el Golfo de California, y enmarcado un ecosistema desértico extremadamente árido. De este modo, los Humedales de Bahía Adairpresentan condiciones ambientales únicas. Existen especies únicas que sobreviven estas condiciones tal como las plantas halófilas. Esta combinación de hábitats y sus resultantes relaciones ecológicas le da a los Humedales de Bahía Adair un carácter singular, que merece ser reconocido internacionalmente. Uno de los hábitats más importantes en los Humedales de Bahía Adair son los pozos artesianos de agua dulce. Estos pequeños oasis de agua dulce ocurren en medio de extensas salinas, desprovistas de vegetación, y en las inmediaciones del desierto mas árido y extremo de Norteamérica, por lo tanto son microhábitats únicos, con sitios de descanso para las aves migratorias y algunos mamíferos.

Los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en el Gran Desierto de Altar, uno de los desiertos más áridos y extremos de Norteamérica. El Gran Desierto es demasiado

árido incluso para las cactáceas, excepto para pequeñas poblaciones de cholla, *Cylindropuntia* spp.

Los Humedales de Bahía Adair están inmersos dentro de un mar con gran riqueza biológica y alta productividad en sus aguas, el cual es considerado uno de los cinco ecosistemas marinos con mayor productividad y biodiversidad del planeta. Los humedales son hábitat importante para muchas especies animales acuáticas y terrestres. Asimismo los esteros proveen una conexión entre el sistema marino y el terrestre, y muchas especies marinas entran a alimentarse, reproducirse y descansar en los esteros.

Los humedales de Bahía Adair cuentan con importancia histórica y arqueológica, pues se ha encontrado evidencia que la región del Gran Desierto ha sido habitada desde hace 37,000 años o más. De principal importancia para las culturas prehispánicas fueron los pozos y tinajas pues servían de fuente de agua en esta región tan desértica. Las principales culturas recientes en el área fueron los Areneros y Pinacateños. Los Pinacateños aun habitaban la región cuando esta fue visitada por el Padre Kino en 1698.

La tenencia de la tierra es Zona Federal Maritimo Terrestre (ZFMT), terrenos ejidales (Ejido Salina de Gortari, Ejido López Collada y Ejido Toboyori), terrenos de posesión física, particular moral y particular físico. Los terrenos principalmente tienen hábitat de tipo marismas, planicies hipersalinas, planicie lodosa, otros terrenos están inmersos en el Gran Desierto de Altar y algunos contienen pozos artesanales.

III.5.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El programa de áreas de importancia para conservación de las aves (AICA) surgió a partir del trabajo conjunto entre la Sección mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las AVER (CIPAMEX(y BirdLife International, y el apoyo de la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) a partir del año de 1996, año en el que se llevó acabo el taller que reunió a especialistas en la materia para determinar áreas de forma regional que sirvieses para la preservación y conservación de las aves, dando como resultado 193 áreas de interés en todo el país.

El programa se dividió en cuatro coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro), cada región reevaluó las zonas de interés presentes pudiendo anexar o eliminar las que considerara pertinentes, teniendo como resultado final 219 AICAS en todo el país dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves determinado por México, Estados Unidos y Canadá.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es depositaria de la base de datos nacional de las AICAS. Pronatura A.C. es el aliado nacional de Birdlife International en México, coordinando diferentes aspectos del programa a nivel nacional. Derivado de la convocatoria de Identificación de nuevas AICAS organizada por

CONABIO a través de la Coordinación de la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (NABCI México) y el Programa Nacional de Aves de Pronatura, para la revisión y actualización de la red de AICAS en México, en 2015 se incluyeron 27 nuevas AICAS a la red, para sumar un total de 243 AICAS en México (tres de estas nuevas AICAS se fusionaron a AICAS existentes)

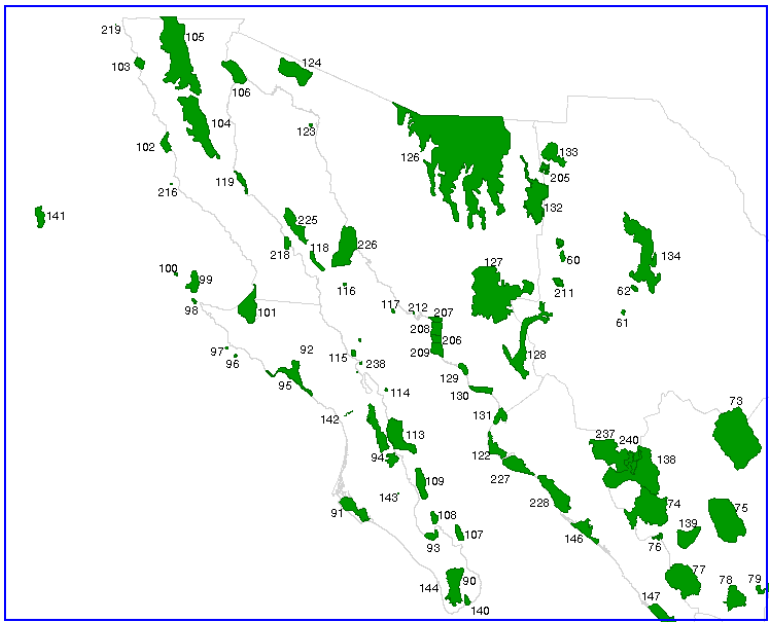


Figura III.31. Ubicación de áreas de importancia para la conservación de las aves en el Noroeste de México.

Bahía e Isla de San Jorge

Con una superficie de 2,682.38 Km2 de protección, las islas son uno pequeños montes rocosos de poca altura, al parecer de origen calcáreos, a poca distancia de la playa, aproximadamente a 12 Km. La barra de arena es una barra de 10km que limita a la bahía de San Jorge por su extremo sur. La altura máxima de la bahía es de 100m y de las islas 10m. La tenencia da tierra e de carácter ejidal y federal. Se encuentra ubicada en las coordenadas 31.014106° Norte y -113.244252° Oeste

En la isla predomina el suelo desnudo o sin vegetación aparente, sin embargo en la barra existe vegetación de dunas de arena.

No existe turismo hacia la zonas de las islas ni desarrollo urbano en el área, asi como no se cuenta con campamentos de pescadores en ella.

Las islas mantienen una colonia reproductiva de entre 2500 y 3000 parejas de *Sula leucogaster*. Otros anidantes son *Phaeton aethereus*, *Sula nebouxii*, *Phalacrocorax auritus*, *Larus heermani* y a principios de siglo: *Sterna maxima* y *S. elegans*. Las islas albergan una población reproductiva de lobos marinos que constituye la primera o la segunda en

importancia. Además, es la localidad más septentrional del murciélago pescador. La barra de arena en la bahía alberga la colonia reproductiva más grande conocida en el pacífico mexicano de *Sterna antillarum*, entre 250 y 300 parejas en 1995. Otras especies anidantes en la punta de la barra y otras áreas alrededor de la Bahía son: *Pandion haliaetus*, *Ardea herodias*, *Charadrius wilsonia*, *Haematopus palliatus* y quizás *Ammodramus sandwichensis rostratus*. Actualmente, la Bahía e Islas de San Jorge no cuentan con un plan de manejo.

III.6. Leyes y Reglamentos Federales

III.6.1.Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917 y reformada el 15 de agosto de 2016; se establece que en los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esa Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esa Constitución establece. De acuerdo con las características del Proyecto este se alinea y se vincula con los siguientes artículos:

En el artículo 4º, párrafo quinto, se establece que: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.” El Proyecto, dará cumplimiento a este artículo, toda vez que éste permitirá generar agua potable por desalación, sin la emisión de gases de efecto invernadero (GEI); asimismo, derivado de los impactos ambientales que se ocasionados por la ejecución del Proyecto, el Promovente tiene considerado la aplicación de medidas de mitigación y compensación, las cuales son descritas en el Capítulo VI de la Manifestación de Impacto Ambiental que se presenta ante la Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales para la autorización del Proyecto en Materia de Impacto Ambiental.

El artículo 25, párrafo séptimo, se establece que: “Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente”. Al respecto, el Proyecto se apega a este artículo, ya que es un proyecto sustentable.

En el artículo 27, en su párrafo tercero se describe que; “La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad." Durante el desarrollo del Proyecto se dará pleno cumplimiento a las medidas establecidas para usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable al Proyecto tal como se describe a lo largo de este capítulo; asimismo, permitirá beneficios económicos ya que generará fuentes de trabajo para los habitantes de las comunidades cercanas al área donde se ubicará el Proyecto y una vez que entre en operación, permitirá la disminución de Gases de Efecto Invernadero durante la desalación de agua de mar.

III.6.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fue publicada en 28 de enero de 1988 y la última reforma se realizó el 13 de mayo de 2016. Dicha Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Sus disposiciones tienen por objeto, entre otras cosas, establecer las bases para la protección de las áreas naturales y de flora y fauna silvestres acuáticas, así como para el aprovechamiento general de los elementos naturales de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos con el equilibrio de los ecosistemas.

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

Articulo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaria 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, carboductos y poliductos;

Articulo 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.

Titulo Tercero
Aprovechamiento sustentable de los elementos naturales
Capítulo I
Aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos

Articulo 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.

Titulo 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.

III.6.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental fue publicado en el Diario de la Federación el 30 de mayo del 2000 y la última reforma se realizó el 31 de octubre de 2014, dicho ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Capitulo 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 Secretaria 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.

III.6.4. 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.

III.6.5. 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 re suspensión 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 Mexicanas.

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.

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.

III.6.6. Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático, publicada en junio de 2012, reformada por última vez el 01 de junio de 2016, es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Esta ley tiene como objeto entre otros: regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma y regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.

III.6.7. Ley General de Vida Silvestre

La Ley de Vida Silvestre fue publicada en el Diario de la federación el 3 de julio de 2000 con su última reforma publicada el 19 de diciembre de 2016, es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales.

Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

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.

III.6.8. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales, publicada el 1 de diciembre de 1992 y reformada el 24 de marzo de 2016, 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.

Titulo Primero
Disposiciones Preliminares
Capitulo Único

Articulo 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.

Articulo 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
Capitulo 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 Articulo 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.

Articulo 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 […].

Capitulo 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 prejuicio de lo dispuesto en el Párrafo Quinto del Articulo 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”.

Titulo Quinto
Zonas reglamentadas, de veda o de reserva
Capitulo Único.

Articulo 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

Articulo 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.

III.7. Leyes Locales y sus Reglamentos aplicables

III.7.1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora

Esta Ley se publicó en el Boletín Oficial el 25 de septiembre de 2008, sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. A continuación, se describen los artículos de éstas que son aplicables al Proyecto y la forma en que el Promovente dará cumplimiento a los mismos.

Tabla III.8. Vinculación de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Sonora aplicable durante el desarrollo del proyecto.

Artículo	Actividades para el cumplimiento
Artículo 110.- Para la protección de la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: II.- Las emisiones de contaminantes de la atmosfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	La maquinaria y los vehículos automotores utilizados deberán contar con un adecuado mantenimiento, con el fin de mitigar las emisiones de partícula que se pueden generar; asimismo, durante la operación del Proyecto no se generarán ningún tipo de emisiones a la atmósfera.
Artículo 113.- Queda prohibido emitir contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. …del cumplimiento de las disposiciones a que se refiere este artículo.	
Artículo 117.- Las emisiones de contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado no deberán rebasar los límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas.	Los vehículos utilizados durante la construcción y operación del Proyecto contarán con el mantenimiento correspondiente.

Artículo 131.- Las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua de jurisdicción estatal o en los sistemas de drenaje y alcantarillado…. Estas descargas deberán registrarse ante el organismo operador o prestador de servicios correspondiente. Las aguas residuales domésticas quedan exceptuadas de lo dispuesto en los dos párrafos anteriores.	Durante la etapa de construcción del Proyecto, se contratarán los servicios de una empresa de sanitarios portátiles debidamente autorizada para que arrende los sanitarios, haga la limpieza y disposición correcta de las aguas provenientes de los sanitaros. Posteriormente, durante la operación del Proyecto, se construirá una fosa séptica para la disposición de las aguas residuales
Artículo 136.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II.- Los residuos deben ser controlados en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;	En todas las etapas del Proyecto, se implementarán procedimientos específicos para el Manejo de Residuos (sólidos urbanos y de manejo especial) que establezcan la prohibición de la disposición de éstos sobre suelo natural. Dentro de las medidas a implementar se considera: colocar contenedores para la disposición de residuos, hacer la separación de estos, reciclaje de materiales como cobre, aluminio, cartón, papel, etc.
Artículo 138.- Los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar I.- La contaminación del suelo; II.- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico del suelo;	En todas las etapas del Proyecto, se implementarán procedimientos específicos para el Manejo de Residuos (sólidos urbanos y de manejo especial) que establezcan la prohibición de la disposición de éstos sobre suelo natural.
Artículo 151.- En el manejo integral de residuos se considerarán los siguientes criterios: V.- Los residuos deben valorizarse para su aprovechamiento como insumos en las actividades productivas; …	Dentro de las medidas a implementar se considera: colocar contenedores para la disposición de residuos,
Artículo 171.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los criterios ecológicos aplicables.	El Proyecto, dará cumplimiento a todas la Normas Oficiales Mexicanas vigentes y aplicable a éste.

El Promovente mediante la aplicación y supervisión de medidas preventivas dará cumplimiento a lo establecido y aplicable de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora.

III.8. Normas que Rigen el Proceso

III.8.1. 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.

TABLA 2

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS

PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO			
	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)		HUMEDALES NATURALES (B)	
	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	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)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
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 $Oxígeno_5$	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.

Figura III.32. Referencia de Límites Máximos Permisibles para contaminantes básicos.

T A B L A 3

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS

PARÁMETROS (*)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO			
(miligramos por litro)	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protec- ción 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)		HUMEDALES NATURALES (B)	
	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**
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	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	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.

Figura III.33. Referencia de Límites Máximos Permisibles para metales pesados y cianuros.

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 oxigeno(s) (DBOs) o solidos 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

Figura III.34. Referencia de Fechas límites de cumplimiento Descargas No Municipales.

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

Figura III.35. Referencia de Periodicidad de análisis y reportes.

4.10 En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio mensual de los parámetros referidos en os 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 casi particular, a fin de que esta le fije condiciones particulares de descarga.

III.8.2. 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 almenos 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.

III.8.3. 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 al menos 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, solidos 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. Modificación a la

III.8.4. 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 Secretaria 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

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
E. coli o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

Figura III.36. Referencia de Límites permisibles de coliformes.

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

CARACTERISTICA	LIMITE 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.

Figura III.37. Referencia de Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

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

CARACTERISTICA	LIMITE 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
Fierro	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:	
Aldrín y dieldrín (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 $SO4^{=}$)	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:

Figura III.38. Referencia de Límites permisibles de constituyentes químicos.

III.8.5. Norma Oficial Mexicana 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.

III.8.6. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006.

Se trata de una Norma de protección ambiental para vehículos en circulación que usan diésel 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 diésel deberán cumplir los parámetros establecidos en esta Norma y verificados por una empresa autorizada.

III.8.7. Norma Oficial Mexicana 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

Figura III.39. Referencia de Límites Máximos Permisibles de peso bruto vehicular.

III.8.8. Norma Oficial Mexicana 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)

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1 Delimitación del área de estudio.

La región de estudio se encuentra delimitada por dos escalas de caracterización, una regional, integrada por la región UTB San Luis Rio Colorado y una a nivel municipal definida por el municipio de Puerto Peñasco.

La conformación de UTB en el estado atiende a la existencia en el Estado de condiciones diversas tanto en características ambientales, físicas, sociales y económicas, mismas que generan por condición natural, regiones y subregiones tengan comportamientos y relaciones distintas que hacen imposible el generar una línea de ordenamiento unificado del territorio. En ese sentido, el estado es dividido en cuatro regiones: Región Frontera, Región Centro, Región Sierra y Región Sur.

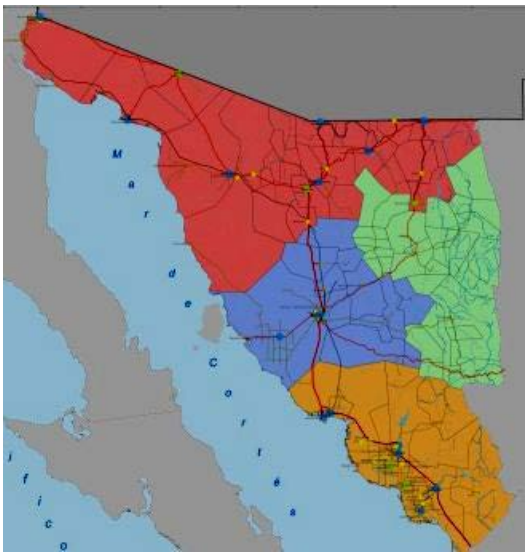


Figura IV. 1 Regiones en las que se integran las UTB en el Estado de Sonora.

La UTB San Luis Rio Colorado se ubica en la Región Frontera, al igual que las UTB Caborca, Nogales y Agua Prieta. La UTB San Luis Rio Colorado se encuentra ubicada al noroeste del estado de Sonora y colinda al Norte con la frontera de Estado Unidos, al Este con la UTB Caborca, al Sur con la costa del Golfo de California y al Oeste con el estado de Baja California.

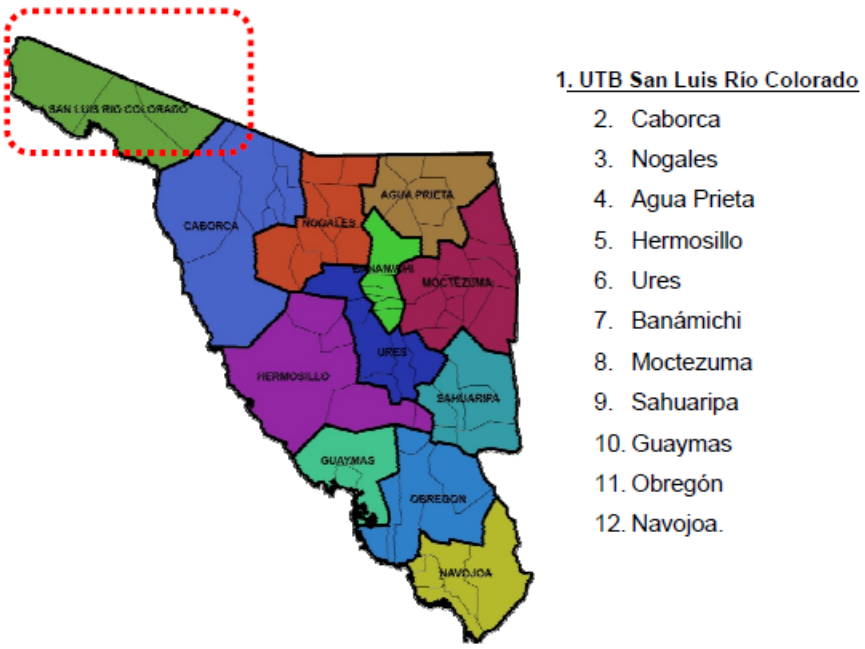


Figura IV. 2 División de UTB en el Estado.

La UTB San Luis Rio Colorado se encuentra constituida por tres municipios: San Luis Rio Colorado, General Plutarco Elías Calles y Puerto Peñasco.

El municipio de San Luis Rio Colorado se encuentra enclavado en la zona noroeste del Estado. Al norte colinda con el condado de Yuma, Arizona, EUA; al sur con el Golfo de California, al este con los municipios de Gral. Plutarco Elías Calles y Puerto Peñasco, al oeste con el municipio de Mexicali, Baja California y el tramo final del Rio Colorado. Las Localidades más importantes además de la cabecera municipal son: El Poblado Luis B. Sánchez, Golfo de Santa Clara Nuevo Michoacán e Islita.

El municipio recibió el título de aduana en 1923; en abril de 1924 se le otorgó la categoría de comisaría, con localidades segregadas del municipio de Caborca. La cabecera municipal es San Luis Rio Colorado, que fue elevada a categoría de ciudad en julio de 1958. Se considera fecha importante 1960 año en que se pavimentó la carretera Santa Ana – San Luis, 1964 cuando se construyó el puente que une a Sonora con Baja California. Su estructura económica se base en actividades pesqueras, agrícolas, ganaderas, industriales, comerciales, de servicios y turísticas.

El municipio de Puerto Peñasco está enclavado en el noroeste del Estado, su cabecera municipal es la población de Puerto Peñasco; colinda al norte con EUA y el municipio de Gral. Plutarco Elías Calles, al noroeste con San Luis Rio Colorado, al sureste con Caborca y su límite al sur es el Golfo de California.

Cuenta con una superficie de 5,663 km^2 y las principales localidades son: Puerto Peñasco, La Cholla, Las Conchas y los ejidos Nayarit, Los Norteños, J.F. Kennedy, López Collado, el pinacate entre otras de menor rango. Sus 110 kilómetros de litoral le hacen poseedor de un recurso muy valioso para la explotación de la actividad pesquera y la promoción del desarrollo turístico.

Los primeros asentamientos que se detectan en Puerto Peñasco fueron en la década de los años veinte, en cuevas y pequeñas chozas que servían de refugio a los pescadores que venían de otras latitudes a la pesca de totoaba. Para 1929 el lugar era conocido como Punta de Piedra o Puerto Peñasco.

En 1952 se crea el municipio de puerto peñasco, abarcando la comisaria de Sonoyta y todo su valle agrícola. En 1989 se crea el municipio de Gral. Plutarco Elías Calles, con cabecera municipal en Sonoyta lo cual redujo la superficie del municipio de Puerto Peñasco a 5,663 km^2.

De las actividades económicas, la actividad pesquera es el soporte del municipio ya que su recurso marino posee un gran potencial sobre todo el sector camaronícola; el segundo lugar lo ocupa el turismo, con 110 km de litoral y una amplia infraestructura turística; seguido por el comercio muy ligado a los servicios de turismo; la industria integrada por plantas procesadoras de productos del mar y empresas de la industria naval; y con una participación casi nula las actividades agrícolas y ganaderas.

El municipio de General Plutarco Elías Calles se ubica en la región noroeste del estado de Sonora. La superficie territorial con la que está formado es de 4,121.15 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura promedio de 7 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con EUA, al este con el municipio de Caborca, al sur y oeste con el municipio de Puerto Peñasco.

De un total de 79 localidades, las más importantes dentro del municipio corresponden a Sonoyta, El Desierto de Sonora, Colinas de Sonoyta, Morelia, La Nariz y Adolfo López Mateos. La población, de acuerdo al Censo de Inegi de 2010, es de 15,652 habitantes, de los cuales, 12,849 corresponden a la única localidad urbana Sonoyta.

Las actividades económicas presentes en el municipio son: agricultura, ganadería, silvicultura, industria manufacturera, de la construcción, electricidad y agua, así como

comercio, transporte y comunicaciones, turismo, administración pública, entre otras; siendo el sector terciario el que ocupa más del 65% de la población.

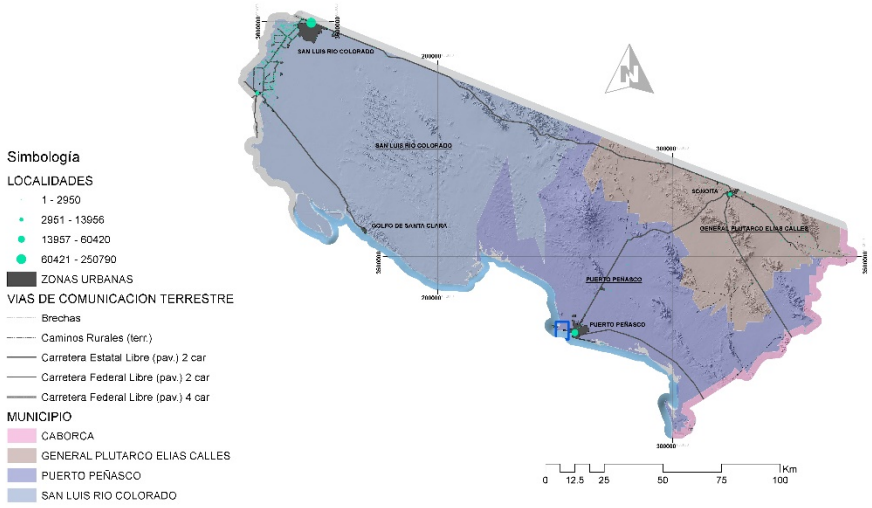


Figura IV. 3 Ubicación del proyecto respecto a la región de estudio (UTB San Luis Rio Colorado).

IV.2 Caracterización ambiental

La caracterización del medio físico se desarrolló mediante una variedad de técnicas y metodologías. La construcción de un sistema de información geográfica (SIG) con ArcGis 10.x fue fundamental en la caracterización del medio físico tanto a nivel regional como local. Este sistema incorporó lo siguiente:

Cartografía temática.-
Las cartas climáticos, edafológica, geología, hidrología superficial y subterránea y usos del suelo y vegetación, escala 1:250,000, editadas por el Instituto Nacional de Estadística.
Cartas topográficas del INEGI.-
Las imágenes rasterizadas de las cartas topográficas del región del proyecto, escala1:50,000 y 1:250,000, del INEGI fueron alimentadas al SIG para servir como mapas base y control.
Estudios previos de sitio.
La valoración de los estudios realizados como levantamiento topográfico, mecánica de suelos, batimetría e hidrología, así como las caracterizaciones a nivel regional realizados para la región en estudio.
Información de campo.

Verificación de cada uno de los parámetros descritos en el área, destacando en su caso, las modificaciones que aplicaban y el detalle de la información por obra descrita.

IV.2.1 Aspectos abióticos.

IV.2.1.1 Clima

Hoy el Gran Desierto es una de las regiones más áridas de América del Norte. Los vientos frecuentes acentúan la aridez y las precipitaciones son biestacionales. Las generalmente suaves lluvias de invierno-primavera, llamada Las equipatas, son producidos por las tormentas originadas en el Océano Pacífico. Estos ciclones migratorios, o las tormentas del Pacífico frontales a veces puede ser violentas y torrenciales, especialmente durante un año de El Niño.

La zona árida del desierto de Sonora abarca los municipios Plutarco E. Calles, Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado. Esta zona se establece en la porción septentrional del país y se encuentra influenciada por la zona subtropical de alta presión, ocasionando condiciones áridas.

Con base en la clasificación climática de Köppen (modificada por García, 1987), las condiciones climáticas en la zona en general son muy áridas o muy secas. En el caso de los sitios cercanos a San Luis Río Colorado se encuentran influenciados por un clima muy seco, cálido, con lluvias de invierno con 10.2% del total anual y con una oscilación isotermal muy extremoso, mayor de 14º C (BW(h´)hw(x´)(e´).

Relativamente un tipo uniforme de clima existe a lo extenso del Desierto Sonorense, con diferencias regionales dependiendo de la latitud, elevación y otras configuraciones geográficas del área. Debido a la cercanía del océano Pacifico y la intrusión del Golfo de California, el clima es distinto al resto del continente. Esto es particularmente cierto en la mayoría de la parte norte, que se ubica en las partes altas montañosas y no está influenciado por las aguas que corren al golfo de California.

A lo largo de la costa Pacifico en Baja California se presenta un decremento en la temperatura por las noches, el efecto intermitente del vapor de agua condensado, y una cantidad considerable de viento hacia la bahía. En las dos costas del golfo durante el día estos efectos no están presentes, pero un descenso sensible en la temperatura se percibe al adentrarse 100 m a la bahía.

La diferencia de 11° de latitud entre el norte y el sur del desierto sonorense crea una diferencia en las temperaturas durante el invierno. Lo mismo ocurre durante el verano con una diferencia en las temperaturas debido a la posición más continental de la zona norte del desierto sonorense. El aumento gradual de las costas hacia la interior resulta en una caída en el rango de temperaturas y sin ser parte de este fenómeno las heladas en la zona desértica durante los inviernos.

La misma característica hacia el interior tiene un efecto en la cantidad de precipitación (aumentándola), esto ocurre por la barrera que se crea con las montañas en el interior que se forman hacia las fronteras norte y este.

BW (h') (x'): Muy árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18° C.

BWh (x'): Muy árido, semicálido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.

BSoh (x'): Árido, semicálido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.

Climas muy secos (bw)

Estos tipos de clima, también llamados desérticos, abarcan cerca de 46% de la superficie de Sonora, y se caracterizan por su precipitación inferior a los 400 mm al año y su temperatura media anual de 18.0º a 26.0ºC; son considerados muy extremosos, ya que su oscilación térmica, es decir, la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la del mes más frío, es mayor a 14ºC. Se distribuyen en una extensa franja de terreno paralela a la costa, que va desde el límite con Sinaloa ensanchándose en el norte- hasta la porción noroccidental, en la frontera con los Estados Unidos de América.

Esta zona tiene una altitud variable, que comprende del nivel del mar a 800 m en las estribaciones de la Sierra Madre; pero en general la constituyen terrenos llanos con algunas prominencias, como la sierra La Gloria, al norte de Heroica Caborca. Los climas en esta región, con base en su temperatura, van de los cálidos en el sur, a los semicálidos en el noroeste.

Climas secos (bso)

Los climas secos influyen en los terrenos situados al este de los que presentan climas muy secos, ocupan cerca de 20% de la entidad y se extienden en una franja orientada noroeste-sureste, con prolongaciones hacia las zonas montañosas. También comprenden las tierras localizadas entre Agua Prieta, Villa Hidalgo y Bavispe.

La altitud de estas áreas varía de 600 a 1 400 m, pero dominan las menores a 1 000 m; entre ellas cabe destacar los valles y cañones de los ríos San Miguel de Horcasitas, Moctezuma y Yaqui, al igual que los sitios donde se ubican las presas Plutarco Elías Calles,

Álvaro Obregón y La Angostura. Con respecto a su temperatura media anual, se dividen en: cálidos (con valores de 22.0ºC en adelante), los cuales se distribuyen del centro hacia el sur del estado; semicálidos (entre 18.0º y 22.0ºC), del centro hacia el norte; y templados (entre 12.0º y 18.0ºC), en el noreste.

El municipio de Puerto Peñasco se caracteriza por presentar en su mayoría clima muy árido, semicálido con lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual. Las temperaturas de 38 a más de 44 grados centígrados en la región, pudiéndose observar un gradiente de menor a mayor conforme se aleja de la zona costera, observándose ambientes más cálidos en la zona limítrofe con el municipio de Plutarco Elías Calles y San Luis Rio Colorado.

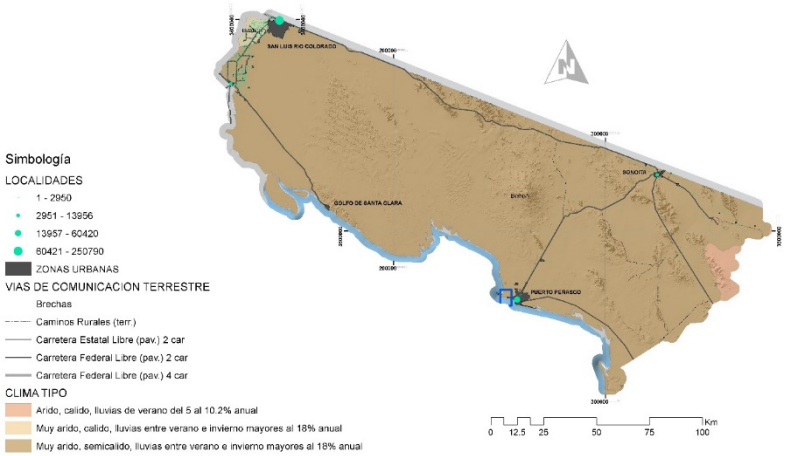


Figura IV. 4 Mapa de Climas en la región de interés.

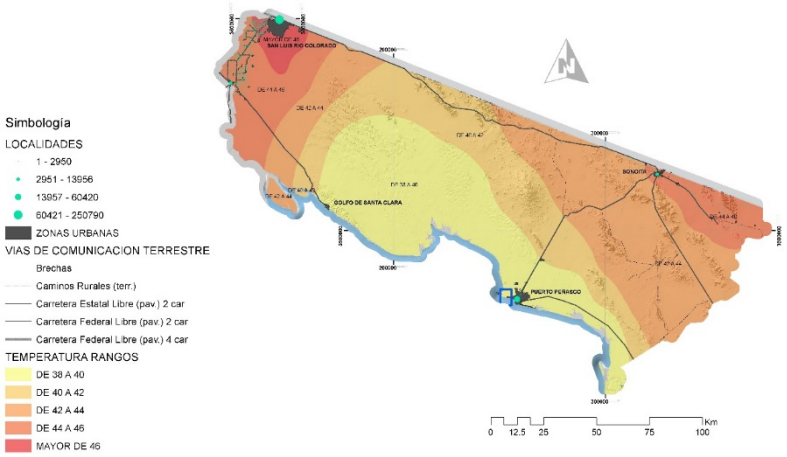


Figura IV. 5 Mapa de Temperaturas en la región de interés.

Tabla IV. 1 Estadísticas climatológicas normales de la estación Puerto Peñasco, Sonora (Conagua).

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY		JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA (ºC)	19.5	20.7	23.3	26.4	29.1		32.5	34.7	35.7	34.9	30.3	24.3	19.7	27.6
TEMPERATURA MEDIA (ºC)	13.3	14.8	17.2	20	23.3		26.9	30.4	31.1	29.6	24.2	17.9	12.2	21.7
TEMPERATURA MINIMA (ºC)	7.2	8.9	11.1	13.7	17.5		21.3	26.1	26.4	24.3	18.2	11.5	4.8	15.9
PRECIPITACION (mm)	5.8	7.9	9.9	3.4	0.2		0.6	4.2	14.5	4	20.5	4.6	16.2	91.8
EVAPORACION TOTAL (mm)	99.7	122.6	177	215.4	254.1		271	266.8	264.8	221.8	193.3	143.5	69	2,299.0

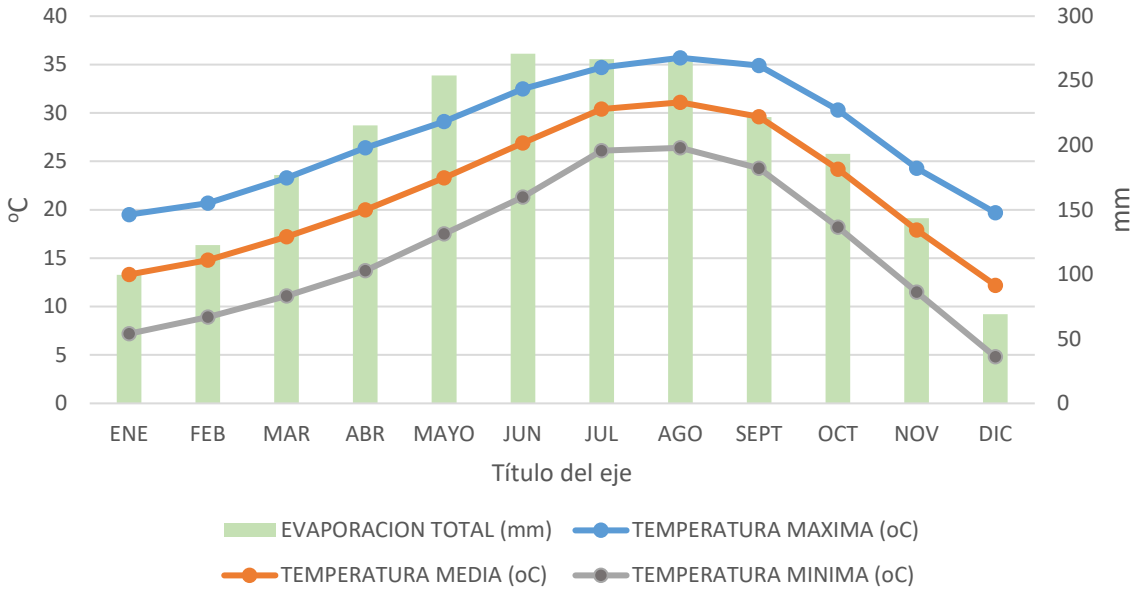


Figura IV. 6 Grafico de estadística climatológica para la estación de Puerto Peñasco.

IV.2.1.2 Geología y geomorfología.

Orografía

Las condiciones orográficas de la región son básicamente de terrenos planos, a base de dunas de pendiente suave, con cotas de terreno de entre 5 y 15 metros respecto al nivel del mar. Al norte de Puerto Peñasco a 50 km aproximadamente, se encuentran algunas elevaciones mayores, dando origen a la Sierra El Pinacate (Esta zona fue decretada Reserva de la Biósfera por el Presidente Carlos Salinas de Gortari el 10 de junio de 1993.

En ese mismo año ingresó a la Red Internacional de MAB-UNESCO. Presenta elevaciones cercanas a los 500 msnm, así como a la sierra Blanca, con elevaciones cercanas a los 125 msnm. En la porción oeste de Puerto Peñasco se origina un peñasco denominado La Cholla, el cual tiene elevaciones cercanas a los 100 msnm, asimismo en la zona urbana de Puerto Peñasco se ubica un peñasco, de donde toma el nombre la población, con elevaciones cercanas a la cota 50. El resto de la población urbana es prácticamente plana, con elevaciones entre la cota 4 y la cota 10, definiéndose una pendiente suave de norte a sur.

En San Luis Rio Colorado, el territorio es desértico en su totalidad, y forma parte del desierto de Altar; se destacan las serranías de El Tule, El Zumbador, El Rosario, Las Pintas, La Tinaja y Malpaís.

La mayor parte del Municipio General Plutarco Elías Calles es plana, aunque se encuentran varios conos volcánicos, entre ellos el Volcán El Pinacate, que constituyen la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar, ubicada en el extremo sur de los límites del municipio y que se extiende hacia el vecino de Puerto Peñasco donde se encuentra sus elevaciones máximas.

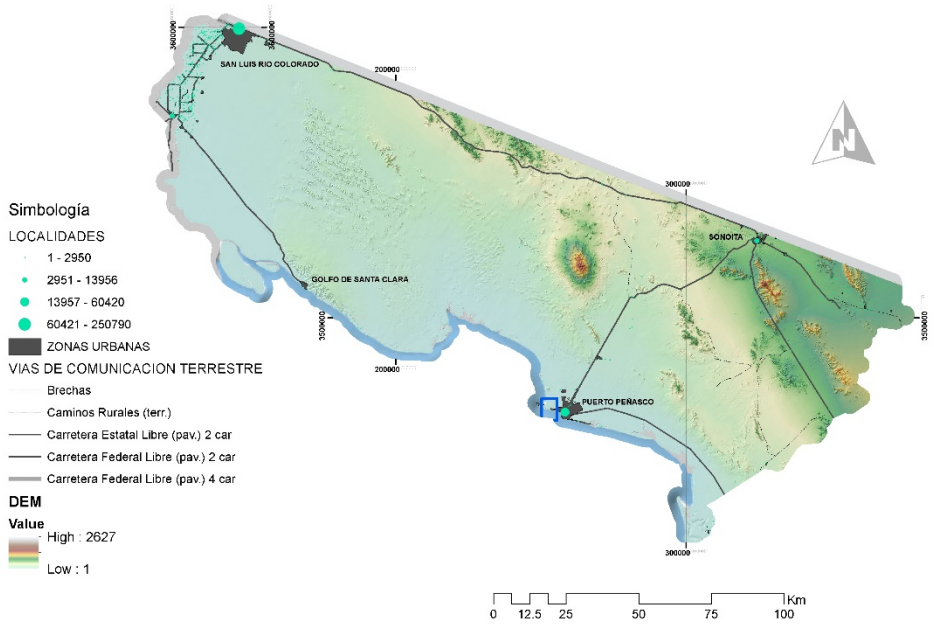


Figura IV. 7 Modelo de elevación digital.

Geología.

Las características geológicas de la región de interés presentan una gran diversidad de rasgos, como se muestra en la tabla inferior. Sin embargo, es importante hacerse notar que, aun cuando existe una amplia diversidad de rasgos, la dominancia en cobertura superficial por dos de estos es significativa.

Los depósitos eólicos del cuaternario, así como los aluviones del cuaternario, son los dos rasgos más importantes en esta región. De acuerdo con cartografía de Inegi a escala 1:250,000, los dos rasgos señalados cubren más del 83% del territorio de los tres municipios. Los depósitos eólicos del cuaternario cubren el 51.94% de la región de interés y se distribuyen en la parte centro sur desde el límite sur del municipio de Puerto Peñasco, hasta el límite oeste del municipio de San Luis Rio Colorado, abarcando gran parte de la Reserva de la Biósfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Los aluviones del cuaternario cubren más del 31% del territorio y se distribuyen en las partes más altas del territorio, al norte de los municipios señalados, mayormente en el municipio Gral. Plutarco Elías Calles y oeste del municipio de San Luis Rio Colorado.

Los restantes 33 rasgos geológicos identificados en la región se distribuyen de la manera dispersa y cubren menos del 17% de la región.

Tabla IV. 2 Distribución en porcentaje de las coberturas de cada uno de los rasgos geológicos en la región de estudio.

CLAVE	Rasgo geológico	%
Q(eo)	Depósito eólico del cuaternario	51.94
Q(al)	Aluvión del cuaternario	31.86
Q(B)	Basalto del cuaternario	6.43
K(Gr)	Granito del cretácico	1.19
PE(Gn)	Gneis del precámbrico	1.16
Q(la)	Lacustre del cuaternario	0.99
Q(Bvb)	Brecha volcánica del cuaternario	0.89
T(cg)	Conglomerado del terciario	0.80
J(Gr)	Granito del jurásico	0.77
M(Gn)	Gneis del mesozoico	0.71
PE(Gr)	Granito del precámbrico	0.67
T(ar)	Arenisca del terciario	0.53
T(A)	Andesita del terciario	0.40
Q(li)	Litoral del cuaternario	0.25
Q(pa)	Palustre del cuaternario	0.24
PE(E)	Esquisto del precámbrico	0.23

M(Gr)	Granito de mesozoico	0.18
T(R)	Riorita del terciario	0.14
T(B)	Basalto del terciario	0.14
PE(Gd-Tn)	Asociación Granodiorita-Tonalita del precámbrico	0.13
M(E)	Esquisto del mesozoico	0.08
M(R)	Riolita del mesozoico	0.05
PE(cz)	Caliza del precámbrico	0.05
T(Ta)	Toba ácida del terciario	0.04
T(Da)	Dacita del terciario	0.04
M(Ma)	Metaandesita del mesozoico	0.03
M(Gd)	Granodiorita del mesozoico	0.03
T(Tn)	Tonalita del terciario	0.01
PE(Gd)	Granodiorita del precámbrico	0.01
PE(Tn)	Tonalita del precámbrico	0.01
P(Gn)	Gneis del paleozoico	0.00
P(cz)	Caliza del paleozoico	0.00
PE(ar)	Arenisca del precámbrico	0.00
P(M)	Mármol del paleozoico	0.00
Ti(cg)	Conglomerado del cenozoico	0.00

En el municipio de San Luis Rio Colorado los rasgos geológicos más relevantes están representados por depósitos eólicos del cuaternario, aluvión del cuaternario, arenisca del cenozoico, lacustre del cuaternario, palustre del cuaternario y litoral del cuaternario. Los depósitos eólicos del cuaternario se distribuyen en la mayor parte del municipio y corresponde a la zona de dunas del Desierto de Altar. Los aluviones del cuaternario se distribuyen en la parte noroeste de la zona de estudio, en el área correspondiente al delta del Río Colorado. Los de tipo arenisca del cenozoico se distribuyen en la parte central, en la zona costera circundante a la localidad Golfo de Santa Clara. Los tipos geológicos restantes se distribuyen en la parte norte de Bahía Adair, característicos de zonas inundables.

En el municipio de Puerto Peñasco se observa que el depósito eólico del cuaternario, es el de mayor importancia debido al gran porcentaje que ocupa y es un rasgo característico para toda la zona noroeste del Estado. Los demás tipos se distribuyen de mayormente en la costa y cubren por debajo del 5% del municipio.

Tabla IV. 3 Distribución en porcentaje de las coberturas de cada uno de los rasgos geológicos en el municipio de Puerto Peñasco.

RASGO GEOLÓGICO	%
Arenisca del precámbrico	0.02
Granito del mesozoico	0.05
Basalto del Cenozoico	0.08
Caliza del precámbrico	0.23
Granito del precámbrico	0.26
Litoral del Cuaternario	0.37
Gneiss del precámbrico	1.06
Palustre del Cuaternario	1.19
Aluvión del Cuaternario	3.96
Lacustre del Cuaternario	4.85
Depósito eólico del Cuaternario	87.61

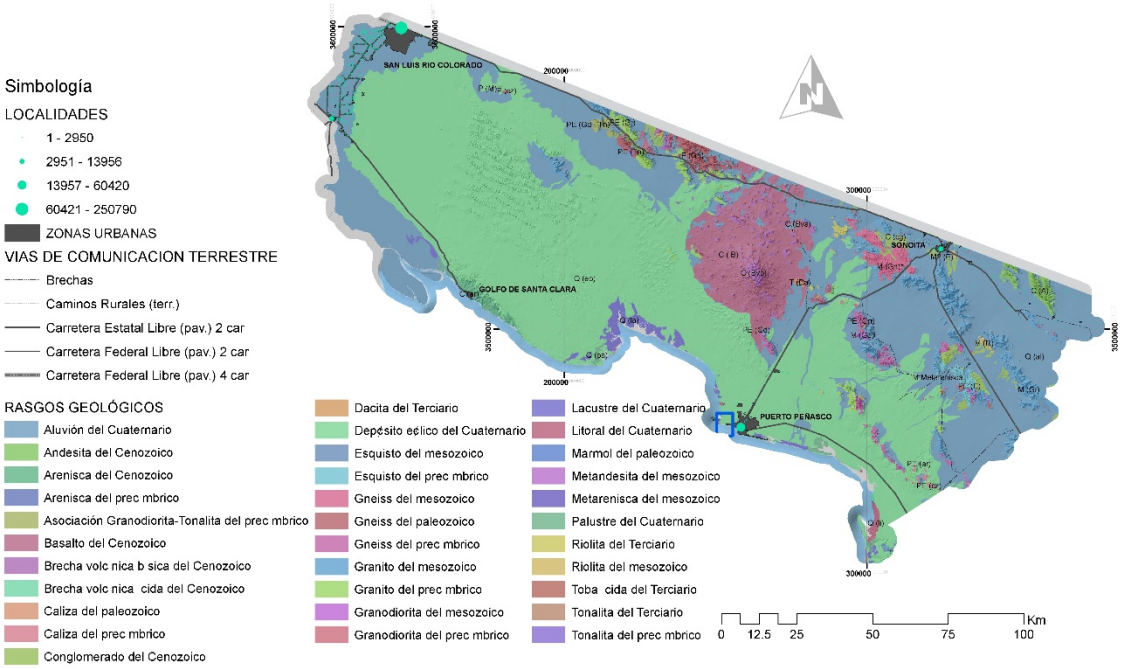


Figura IV. 8 Rasgos geológicos.

Rasgos fisiográficos.

Aun cuando la región se caracteriza por observarse en su mayoría paisajes planos, las características fisiográficas identificadas varían en cada municipio y paisaje. Las características fisiográficas en la región son diversas, se identificaron 22 rasgos fisiográficos distribuidos de forma dispersa en la región. El rasgo de mayor representatividad corresponde al Campo de Dunas y Gran Bajada con lomerío con 34.3 y 19.9 % respectivamente.

Tabla IV. 4 Rasgos fisiográficos en porcentaje de cobertura regional.

Rasgo Fisiográfico	%
Campo de dunas	34.33
Gran Bajada con lomerío	17.94
Llanura aluvial con dunas	9.15
Campo de dunas con lomerío	6.42
Llanura con dunas	5.93
Meseta basáltica con cráteres	5.80
Sierra escarpada del noroeste	3.47
Llanura deltaica inundable y salina	3.24
Llanura deltaica salina (abanico S.L.R.C.)	3.11
Llanura costera salina con ciénegas	2.51
Llanura costera salina con dunas	2.24
Sierra escarpada volcánica el Pinacate (48,49)	1.40
Sierra escarpada compleja	1.34
Sierra escarpada	0.94
Sierra escarpada con llanuras	0.90
Sierra escarpada volcánica del norte (4,35)	0.48
Lomerío con cañadas	0.29
Lomerío	0.22
Sierra escarpada aislada	0.14
Playa	0.12
AVA Meseta basáltica	0.02

Los rasgos de mayor representatividad en esta región, se distribuyen de forma agrupada en su mayoría. Los campos de dunas se distribuyen mayormente en la región de las Reservas de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar, entre los municipios de Puerto Peñasco y San Luis Rio Colorado. Gran Bajada con Lomerío se distribuye principalmente

en las zonas más altas de la región, correspondiente principalmente al municipio de Gral. Plutarco Elías Calles.

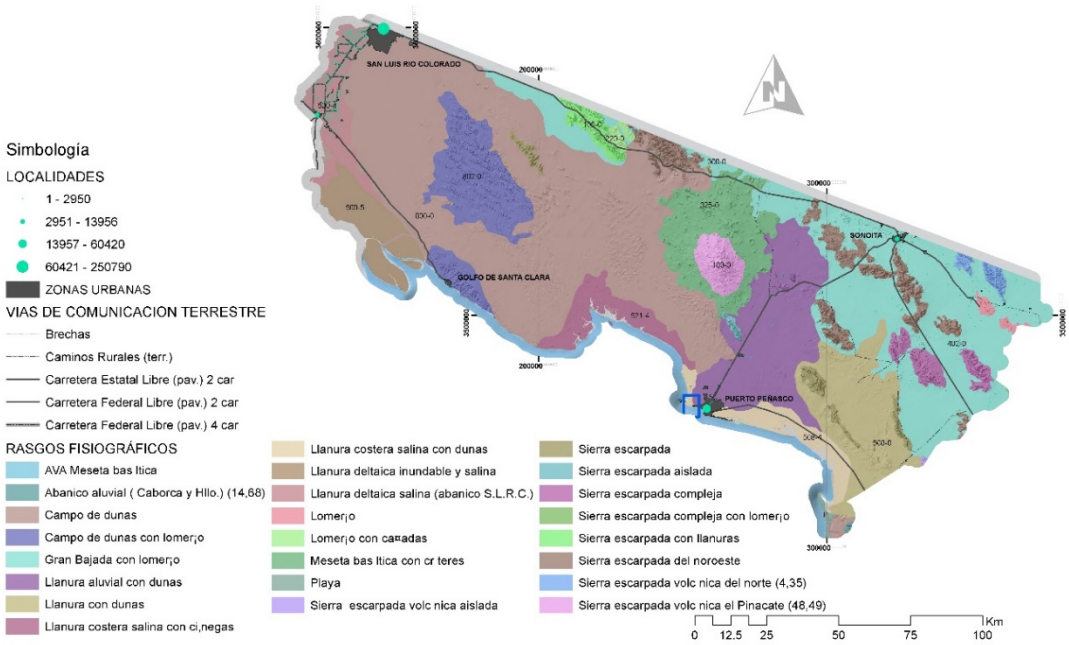


Figura IV. 9 Rasgos fisiográficos.

De forma agrupada se identificaron seis clases como se muestran en la tabla inferior. Como se mencionó en párrafos anteriores, los paisajes observados en esta región son mayormente llanos y de dunas, mismo que se observa al agruparlos en clases, que por sus características paisajísticas son similares. En este sentido, los rasgos con mayor representatividad están encabezados por Campo de dunas y llanuras principalmente, cubriendo más del 60 % del territorio, los lomeríos poco más del 18%, sierras 8.7%, meseta basaltatica 5.8% y playas <1%.

Tabla IV. 5 Rasgos fisiográficos agrupados.

Rasgo Fisiográfico	%
Campo de Dunas	40.7
Llanuras	26.2
Lomeríos	18.4
Sierras	8.7
Meseta basáltica	5.8

Playa	0.1

El municipio de Puerto Peñasco no es muy diverso fisiográficamente, los pocos tipos fisiográficos encontrados se detallan en la tabla inferior, donde se puede observar que los campos de dunas representan más del 64% y las planicies costeras poco más del 33%.

Tabla IV. 6 Distribución en porcentaje de las coberturas de las clases de fisiografía en el municipio de Puerto Peñasco.

Rasgo fisiográfico	%
Playa	0.72
Sierra	1.64
Llanuras	33.15
Campo de Dunas	64.49

La planicie costera o llanura es localizada al margen de la costa, mientras que los campos de dunas se encuentran tierra adentro, parte de ésta última clase se localiza dentro del Desierto del Altar.

IV.2.1.3 Suelos

El suelo es un recurso natural no renovable, de manera particular los suelos del desierto son considerados como frágiles debido a que son suelos con desarrollo incipiente. Esto sobre todo se encuentra influenciado por los procesos geomorfológicos y climáticos, más que los procesos pedogenéticos.

En general se ha observado que el recurso tiene una alta vulnerabilidad debido al efecto drástico de la erosión eólica; así como por la pérdida o composición vegetal muy abierta.

La tendencia del recurso suelo en la región es de una evolución lenta, con una alta vulnerabilidad debido a los factores formadores de este recurso. La disminución del impacto antrópico sobre el recurso incide en una disminución en el riego de pérdida el suelo de manera regional (esto sobre todo por las ANP), donde el proceso de degradación del suelo es alto.

A diferencia de elementos bióticos (sobre todo en las ANP), la presión sobre el recurso del suelo es alta, debido a la creación de infraestructura, contaminación urbana, etc.

La tendencia ambiental del recurso hídrico presente dentro de la región seguirá, eso debido a las condiciones climáticas de la zona principalmente y a la extracción de agua,

disminuyendo paulatinamente los pocos sitios del río Sonoyta que tienen agua permanente y reservorios de agua como pozos y tinajas profundas por la extracción de agua para la irrigación y abastecimiento de los asentamientos humanos.

La falta de hidratación de los suelos propiciará la formación de grietas y endurecimiento de las superficies, dificultando la penetración de agua a las raíces de las plantas, así como la pérdida de nutrimentos. Esto tendrá repercusiones sobre la recuperación de la estructura y composición de la vegetación.

La aceleración de los procesos de degradación continuara dándose, debido principalmente a la eliminación de la cubierta forestal, extracción de morusa y roca volcánica (Cerro los Vidrios), introducción de fauna no nativa, actividades turísticas sin control y apertura de caminos y brechas.

Arenosol. Esta unidad de suelo abarca el 68% de la región, el cual, se distribuye al Norte, Noroeste, Suroeste y Sureste. Este tipo de suelo ocupa el 86% del territorio de San Luis Rio Colorado, mientras que en Puerto Peñasco 71% y en el municipio de General Plutarco Elías Calles el 27%. Además, dentro de la superficie de las reservas, este tipo de suelo representa el 65% para la reserva del Pinacate y el Gran desierto de Altar; y el 80% para la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Rio Colorado.

Los Arenosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados de textura arenosa que, localmente, pueden ser calcáreos. En pequeñas áreas puede aparecer sobre areniscas o rocas silíceas muy alteradas y arenizadas.

Aparecen sobre dunas recientes, lomas de playas y llanuras arenosas bajo una vegetación herbácea muy clara y, en ocasiones, en mesetas muy viejas bajo un bosque muy claro. El perfil es de tipo AC, con un horizonte E ocasional. En la zona seca solo presenta un horizonte ócrico superficial. La mayoría de los Arenosoles en la zona seca se usan para pastoreo extensivo, más si se riegan pueden soportar una gran variedad de cultivos.

Calcisoles. El 26% del área del proyecto presenta este tipo de suelo, se distribuye al Noreste y Sureste. Esta unidad de suelo representa el 72% de la superficie del municipio General Plutarco Elías Calle y el 29% del Municipio de Puerto Peñasco.

El 25% de la superficie de la reserva del Pinacate y el Gran desierto de Altar corresponde a esta unidad de suelo.

El material original lo constituyen depósitos aluviales, coluviales o eólicos de materiales alterados ricos en bases. El perfil es de tipo ABC. El horizonte superficial es de color pálido y de tipo ócrico; el B es cámbico o árgico impregnado de carbonatos, e incluso vértico. En el horizonte C siempre hay una acumulación de carbonatos.

La sequía, la pedregosidad de algunas zonas, y la presencia de horizontes petrocálcicos someros, son las principales limitaciones a su utilización agrícola. Cuando se riegan y se fertilizan, es necesario que tengan buen drenaje para evitar la salinización, pueden tener una alta productividad para una gran diversidad de cultivos. Las zonas colindantes se usan preferentemente para pastizal con baja carga de ovejas y cabras.

Fluvisoles. Esta unidad de suelo representa el 3.96% y se distribuye al Noroeste del área de estudio. El 9% de la superficie de San Luis Rio Colorado corresponde a este tipo de suelo. En la reserva del Pinacate y el Gran Desierto de Altar, el 10% de suelo corresponde a Fluvisol.

Están formados de materiales aluviales recientes, que han sido depositados en los lechos de ríos, o bien en las bajadas de las sierras hacia donde escurre el agua. Los constituyen capas sobrepuestas de horizontes C y son sueltos o de estructura laminar, pero algunas veces llegan a desarrollar en la superficie o cerca de ella, un horizonte A ócrico sumamente permeable y de colores claros.

Solonchaks. Esta unidad de suelo representa el 2.13% y se ubica al sureste del área de estudio. El 5% de la superficie corresponde a solochaks dentro de la zona costera de San Luis Rio Colorado. En la reserva del Alto Golfo y Delta del Rio Colorado, el 20% de la superficie corresponde a este tipo de suelo.

Estos suelos jóvenes de origen litoral y aluvial, que han desarrollado un horizonte A ócrico, el cual sobreyace a un B cámbico. Presentan color pardo o gris con tinte rojizo, su textura va de migajones arenosos a arcillosos. Gran parte del complejo de intercambio se encuentra saturado con sodio, motivo por el que son extremadamente alcalinos, con pH hasta de 10.3. Su salinidad varía de 10 a 300 mmhos/cm, es decir son de moderada a fuertemente salinos, los iones más comunes son cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, sodio y fósforo.

Regosoles. La presencia de esta unidad de suelo en el área de estudio es mínima (0.10%). Se localiza al noreste en el límite municipal de Plutarco Elías Calles (O.5%). Este tipo de suelo se ha formado a partir de rocas ígneas ácidas y básicas, como también de algunos conglomerados y lutitas-areniscas. Algunos son de origen residual (in situ), es decir que se encuentran en el mismo sitio que el material del cual se derivan; otros son de origen aluvial, coluvial o eólico, en los cuales el material intemperizado que los constituye ha sido acarreado de otras zonas por medio del agua, la gravedad y el viento, respectivamente.

Estos suelos son muy parecidos al material parental, sólo presentan una capa superficial de colores pardo amarillento o pardo rojizo, que pertenece al horizonte A ócrico, y carecen

de estructura. Son muy pobres en materia orgánica, sus texturas van de arena a migajón arenoso y su capacidad de intercambio catiónico total (CICT) es baja o muy baja.

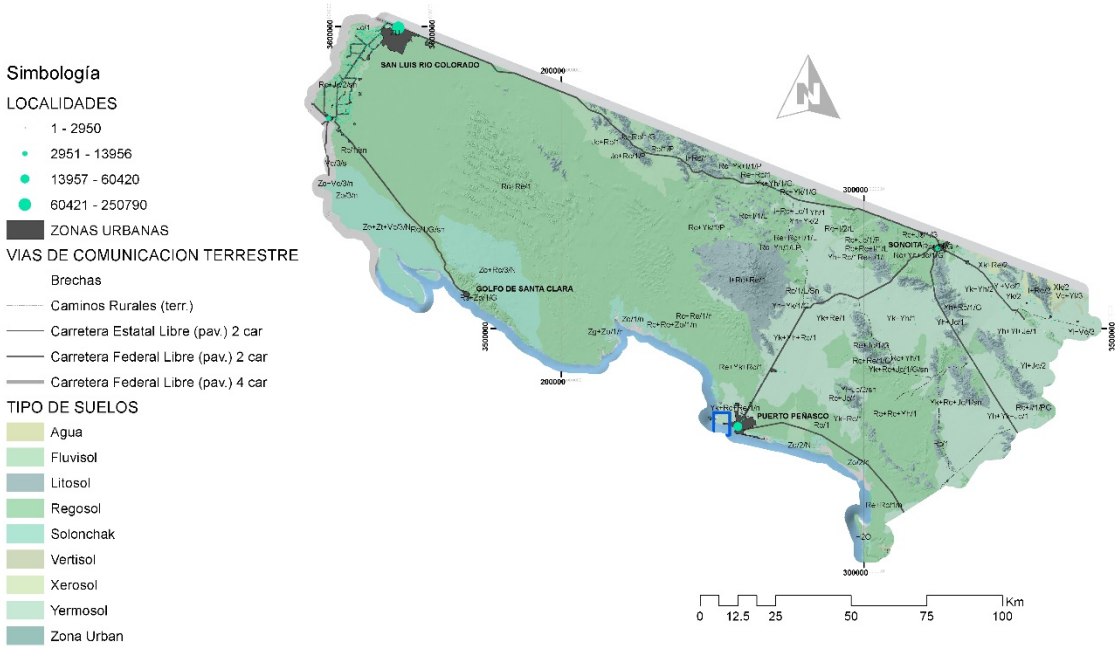


Figura IV. 10 Tipo de suelos.

Los diferentes tipos de suelos localizados en el territorio del municipio de Puerto Peñasco se muestran en la siguiente tabla. Los tipos de suelo Regosoles y Yermosoles son los de mayor importancia por su cobertura. Los regosoles se distribuyen en toda el área mientras que los yermosoles son localizados en la parte central. Los suelos de tipo solonchak, se encuentran en la zona costera que corresponde a la zona norte de bahía Adair y norte de bahía San Jorge al sur del municipio. Se observa una región cubierta por tipo fluvisol al sur del estero Morúa.

Tabla IV. 7 Distribución en porcentaje de las coberturas de cada uno de los tipos de suelo municipio de Puerto Peñasco.

EDAFOLOGÍA	%
Vertisol	0.01
Zona Urbana	0.16
Litosol	1.75
Fluvisol	2.90
Solonchak	7.94

Yermosol	13.20
Regosol	73.62

IV.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea.

La hidrografía en esta zona está representada principalmente por el Río Sonoyta, cuya cuenca cubre un área de captación de 6372 km2 en territorio mexicano. En los Estados Unidos de Norteamérica, antes de cruzar la frontera con México se le conoce como Río Bámori o "San Simón Wash", al cual se le unen dos corrientes de importancia por su margen izquierda al cruzar la frontera. El área del acuífero está localizada dentro de la Cuenca Hidrológica 8B-Río Sonoyta. El Río Sonoyta constituye el colector principal, su trayecto es de aproximadamente 178 km desde la Sierra La Manteca, localizada al Este de Sonoyta, hasta su desembocadura en el Golfo de California, su pendiente media es de 0.35 % y su dirección preferencial NE-SW hasta el Papalote, donde cambia al Sur hasta su desembocadura. Las corrientes secundarias de la zona que drena el Río Sonoyta, consisten en arroyos de régimen torrencial que forman un drenaje paralelo característico en la zona, excepto hacia la parte baja de la cuenca de la zona desértica, en donde existe un drenaje incipiente en algunos lugares y en otros es prácticamente nulo.

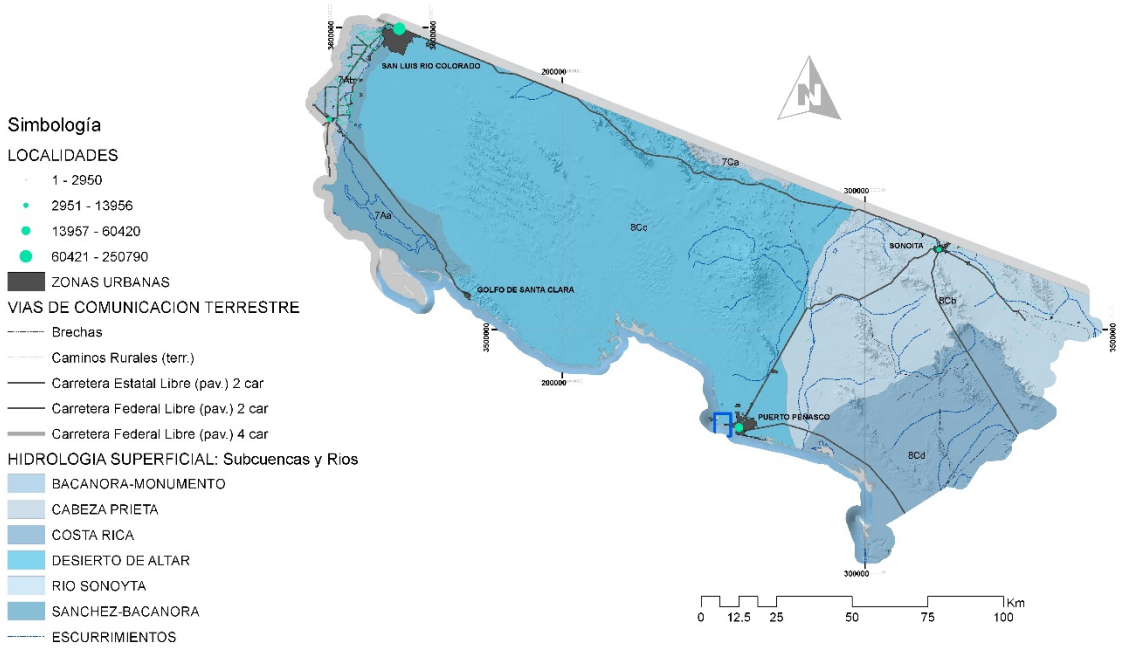


Figura IV. 11 Hidrología superficial: subcuencas y ríos.

Puerto Peñasco, Sonora

Tipo de acuífero

El sistema acuífero es de tipo libre y está constituido por formaciones permeables del valle del Río Sonoyta, se encuentran principalmente en los materiales aluviales y posiblemente en las dunas occidentales. Es posible encontrar depósitos de talud, piedemonte, abanicos aluviales y principalmente depósitos fluviales, que constituyen zonas de infiltración tanto de la lluvia como de los escurrimientos superficiales. Existe la posibilidad de que entre estos materiales aluviales y de depósitos de dunas se encuentren otras formaciones de edad terciaria y cuaternaria, conformados por conglomerados gruesos a finos, con posibilidad para su explotación. Hacia la parte alta de la cuenca, el espesor granular se encuentra interdigitado con capas lenticulares de materiales arcilloarenosos, que generan condiciones de semiconfinamiento.

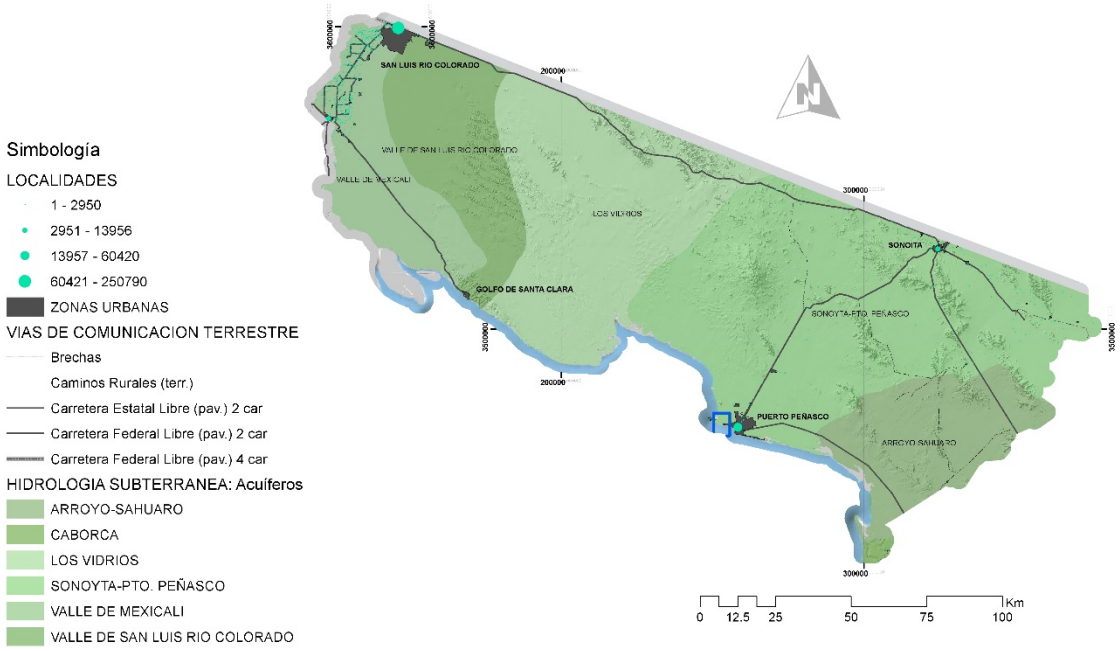


Figura IV. 12 Hidrología subterránea: acuíferos.

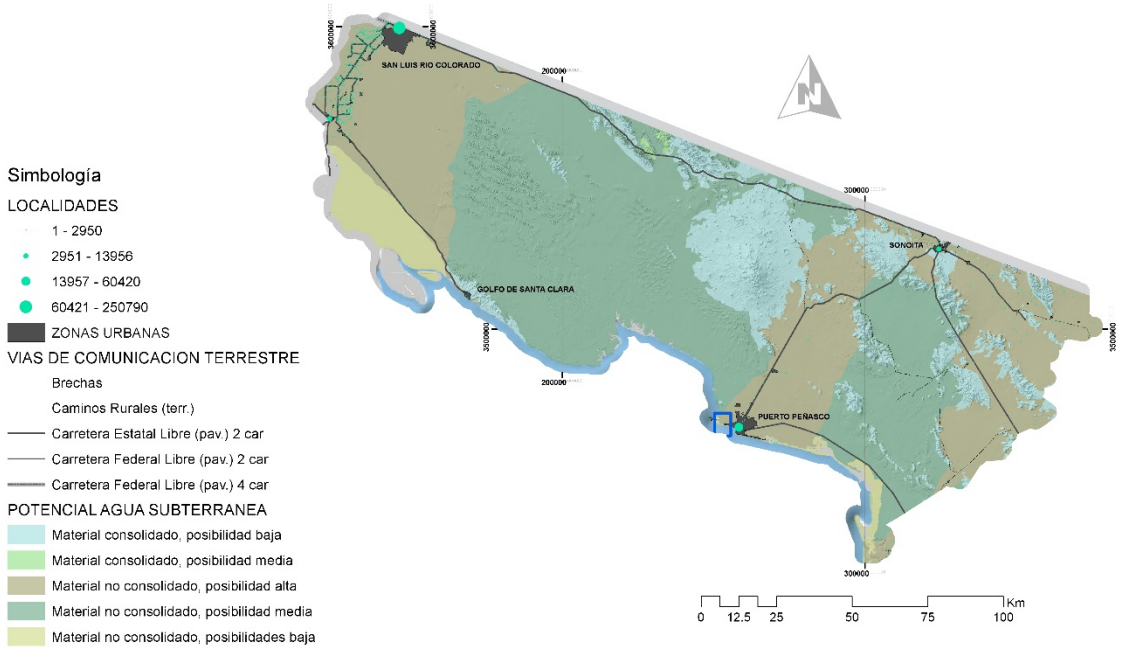


Figura IV. 13 Hidrología subterránea: potencial agua subterránea.

Calidad del agua subterránea

La calidad del agua subterránea, presenta variaciones que van de dulce a salada, predominando agua tolerable para consumo doméstico. En la región de Puerto Peñasco se presentan las mayores concentraciones de sales; tal es el caso de la zona cercana a la Colonia Ortiz García, donde se localizan los pozos de agua potable para el abastecimiento del Puerto antes mencionado. De acuerdo al Programa Regional de Ordenamiento Territorial San Luis 2017, respecto al riego el 32% de las muestras analizadas correspondió según la clasificación de Wilcox a agua muy salinas y con altas concentraciones de sodio, utilizables solamente con empleo de mejoradores y técnicas especiales para riego, medida que en lo general resulta antieconómica. El 43% correspondió a aguas altamente salinas y sódicas, inapropiadas para riego y solo son utilizables en suelos muy arenosos y en cultivos tolerables a las sales. El 25% restante puede usarse para riego con algunas restricciones en tipo de cultivo. Por lo que se refiere a ganadería el agua es en general de calidad aceptable.

De acuerdo con información de CONAGUA, 2018, los acuíferos presentan una situación, en su mayoría, de sobre explotación de los recursos a excepción de los acuíferos Los Vidrios y Arroyo Sahuaro, ubicados en San Luis Rio Colorado el primero y en el este de

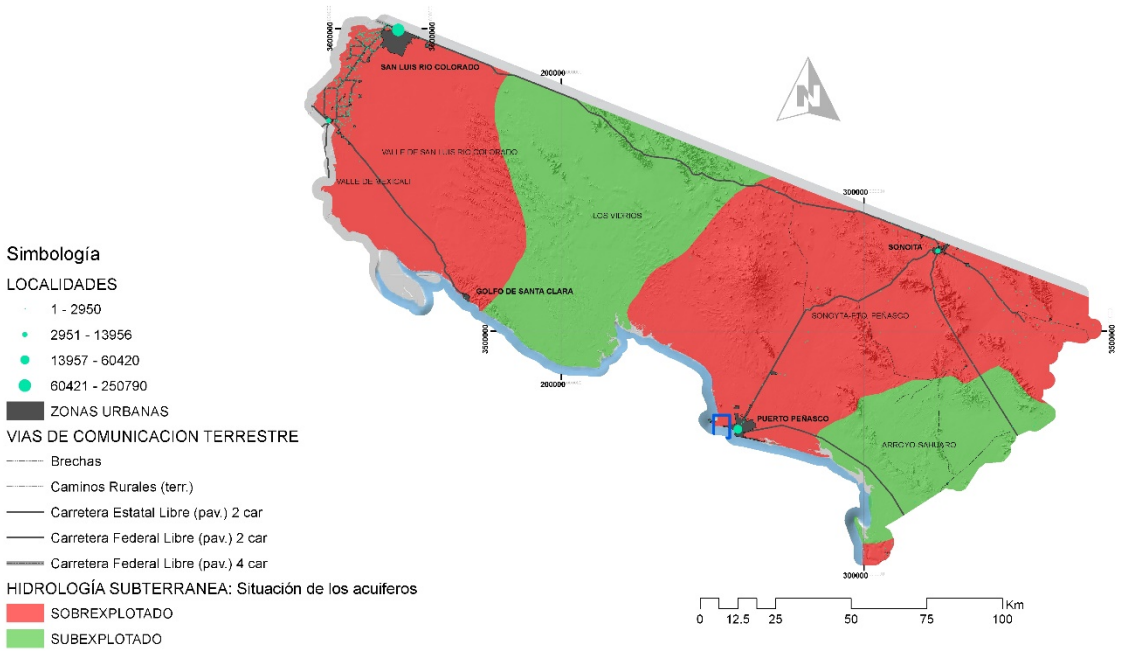
Puerto Peñasco el segundo. Se señala en ese mismo reporte, que los acuíferos Sonoyta-Puerto Peñasco y Caborca, presentan condiciones de intrusión salina, y el acuífero Valle de Mexicali presenta condiciones de salinización.

Tabla IV. 8 Detalle de los acuíferos en la región.

Detalle de los acuíferos en México (2018)
Noroeste

Clave	Nombre de acuífero	Sobre-explotado	Intrusión	Salinización	Recarga (hm^3)	Extracción (hm^3)	Disponibilidad (hm^3)	Área (km^2)	Zona de disponibilidad
210	Valle de Mexicali	*		*	520.50	602.00	.00	4,907.75	1
2601	Valle de San Luís Río Colorado	*			236.80	263.50	41.54	4,396.61	2
2602	Los Vidrios				6.70	.00	1.01	5,667.58	3
2603	Sonoyta-Puerto Peñasco	*	*		41.40	46.30	.00	8,900.51	1
2604	Arroyo Sahuaro				10.90	4.30	.00	3,050.38	1
2605	Caborca	*	*		212.90	321.20	.00	13,242.00	1
2606	Los Chirriones	*			30.00	54.20	.00	2,275.46	2

En función de la relación 'extracción/recarga' se define si los acuíferos presentan condición de 'Sobreexplotados' o 'No Sobreexplotados'; se consideran en el segundo caso cuando el resultado de dicha relación es menor a 1.10 hm3.
FUENTE: CONAGUA. 2018. Subdirección General Técnica.
Sistema Nacional de Información del Agua (SINA).



Puerto Peñasco, Sonora

Figura IV. 14 Hidrología subterránea: situación de los acuíferos.

IV.2.1.5 Oceanografía.

Aspectos de oceanografía física en el Golfo de California

El Golfo de California (GC) es una cuenca de evaporación que se localiza en una región predominantemente árida, su forma es rectangular, se localiza entre los estados de Sonora y Baja California en México. El GC se comunica con el océano Pacífico (OP) mediante una boca localizada al sur del mismo, por lo que su dinámica está fuertemente relacionada con los procesos que ocurren el OP; la longitud del GC es de aproximadamente 1000 km y tiene un ancho promedio de 150 km, dando un área superficial de 150,000 km2.

De acuerdo a su batimetría el GC se puede dividir en varias cuencas separadas unas de otras por cordilleras transversales. La profundidad máxima de la cuenca es de más de 3000 m, la parte norte del GC es la más somera con profundidades máximas de 200 a 300 m, separada del resto del golfo por grandes islas, esta parte del golfo presenta condiciones hidrográficas diferentes al resto de la cuenca, lo que se explica debido a lo somero de la zona.

Una batimetría del GC se presenta en la figura inferior, esta se obtuvo de la base de datos ETOPO1 (Amante, C. y B. W. Eakins, 2009), tiene una resolución espacial de 1 minuto en latitud y en longitud, en la batimetría se puede observar que la zona norte del GC es la más somera y que está delimitada por grandes islas; isla Ángel de la Guarda cerca de la costa de Baja California Norte e Isla Tiburón cerca de la costa de Sonora.

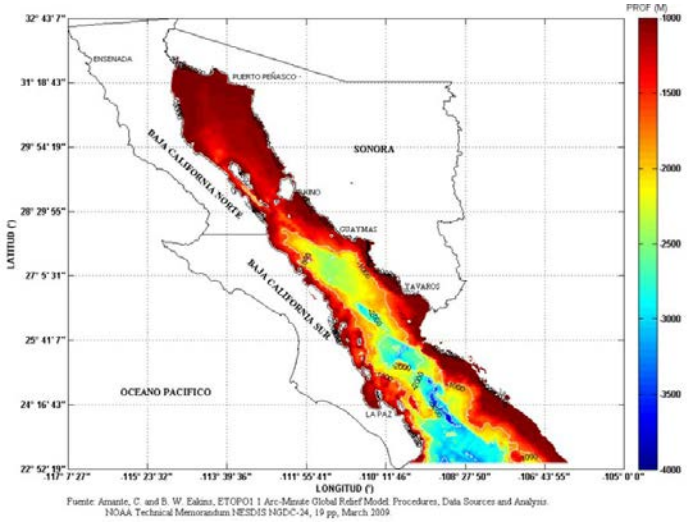


Figura IV. 15 Batimetría del Golfo de California obtenida de la base de datos ETOPO1 (Amante, C. y B. W. Eakins, 2009). La barra de colores representa las profundidades en metros.

En la parte central se aprecia la llamada Cuenca de Guaymas la cual tiene una profundidad del orden de 2500 m, se extiende aproximadamente desde los 27 N y limita al norte con las grandes islas. En la zona sur del GC cerca de la boca que lo conecta con el OP las profundidades son de más de 3000 m, y se aprecian cuencas separadas.

Son numerosos los trabajos científicos que se han realizado en el GC, y los tópicos muy variados. En general la temática podría dividirse como se hace tradicionalmente en oceanografía, esto es en cuatro áreas de interés: oceanografía biológica, química, física y geológica, sin embargo las interacciones que se presentan entre estas especialidades hace difícil entender un determinado proceso sin estudiar la influencia de otras áreas en dicho proceso. En razón de ello en este trabajo se hace un análisis y una síntesis de los trabajos científicos disponibles. Debido a la gran cantidad de trabajos que se han realizado en el GC únicamente se analizan aquellos que se consideran más relevantes y cuya cobertura geográfica comprenda la mayor parte o la totalidad del GC, excluyendo los de carácter local, no por ser menor su cobertura geográfica e importancia, como los realizados en bahías, lagunas costeras y playas.

Uno de los primeros trabajos fue el realizado por Gunnar (1958), su objetivo fue describir de forma adecuada y con la información disponible las condiciones oceanográficas y meteorológicas del GC. Desde el punto de vista científico considera que el GC es interesante por ser la única gran cuenca de evaporación en el OP. En su artículo menciona que agua considerablemente caliente y con salinidades altas se encuentran en bahías someras como la bahía de Guaymas y bahía Concepción.

Las surgencias se presentan en la parte norte del estado de Sonora, donde las temperaturas son un grado más bajas y las salinidades 0.4% menores que el agua en sus alrededores. Hacia el norte del GC descarga el río Colorado las salinidades varían entre 35.2 y 35.7% debido a la mezcla del agua dulce del río con el agua del GC, la temperatura del fondo es de orden 11.0 0C y la salinidad en el fondo varía entre 35.5 y 36.1%.

Concluye que las condiciones oceanográficas en el GC dependen de las condiciones atmosféricas.

Los trabajos más recientes han sido realizados en su mayoría por investigadores del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior (CICESE), en especial los tópicos de oceanografía física.

Corrientes y mareas en el golfo de california

El conocimiento de la variabilidad y la evolución del nivel del mar y el campo de corrientes son importantes tópicos de investigación en oceanografía, estos dependen de varios agentes forzantes como la topografía de las cuencas, el viento, interacciones no lineales entre otros. Sin embargo en la actualidad la capacidad para reproducir y predecir el nivel del mar y los campos de corrientes se ha incrementado debido a la disponibilidad de observaciones y al mejoramiento de los modelos numéricos. En particular las mareas y las corrientes de mareas se pueden predecir con buena precisión debido a que sus frecuencias son específicas.

La marea en el GC es generada principalmente por la cooscilación con la marea del OP, lo que implica que las variaciones del nivel del mar dentro del GC de deben principalmente a las variaciones del nivel del mar en la entrada del GC y no a la fuerza de gravedad del Sol y la Luna sobre las aguas del GC (Ripa y Velázquez, 1993).

En la monografía Contribuciones a la Oceanografía Física en México (Lavín, 1997) en el capítulo titulado “Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California” se menciona que las características principales de la onda de marea en el GC son:

- Es producida por co-oscilación con el Océano Pacifico.
- Se amplifica considerablemente de la boca hacia la cabeza del GC. Los componentes semidiurnos tienen un punto anfidrómico virtual a la altura de Santa Rosalía B. C.

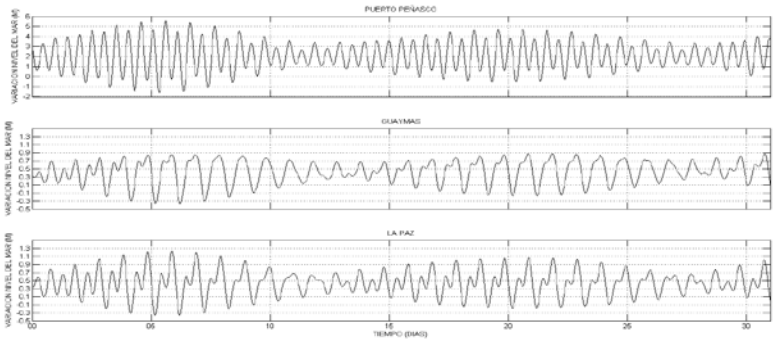


Figura IV. 16 Variación del nivel del mar para 3 sitios en el interior del GC. Panel inferior, variación del nivel del mar en la Paz BCS cerca de la boca del GC; panel intermedio, variación del nivel del mar en Guaymas, Sonora, parte central del GC; panel superior, variación del nivel del mar en Puerto Peñasco, Sonora, parte norte del GC, nótese el cambio de escala en el eje vertical. El nivel cero corresponde al NBMI.

La marea es mixta principalmente semidiurna, excepto en la parte central donde es principalmente diurna. En la figura se muestran series de tiempo de 30 días para 3 localidades en el GC: Puerto Peñasco y Guaymas, en Sonora y La Paz, Baja California Sur.

Se aprecia con claridad las diferencias en amplitud entre el sitio localizado en la parte sur (La Paz) y central (Guaymas) con respecto al localizado en la parte y norte (Puerto Peñasco) donde la variación del nivel del mar debido a la marea astronómica es del orden de 7.0 m.

Marinone et. al., (2009) realiza un trabajo para predecir la elevación del nivel del mar y el campo de corrientes en el GC a escalas estacionales y del orden de los periodos de la marea. Las variables que predice las reconstruye a partir de las constantes armónicas obtenidas del análisis armónico de las series de tiempo generadas por un modelo numérico baroclínico tridimensional del GC. El modelo numérico fue forzado con: 1) las ondas de marea que ingresan por la boca del GC y la variabilidad hidrográfica del OP (frecuencias anuales y semianuales), y 2) por los vientos superficiales en el GC, y los flujos de calor y agua dulce (también en frecuencias anuales y semianuales).

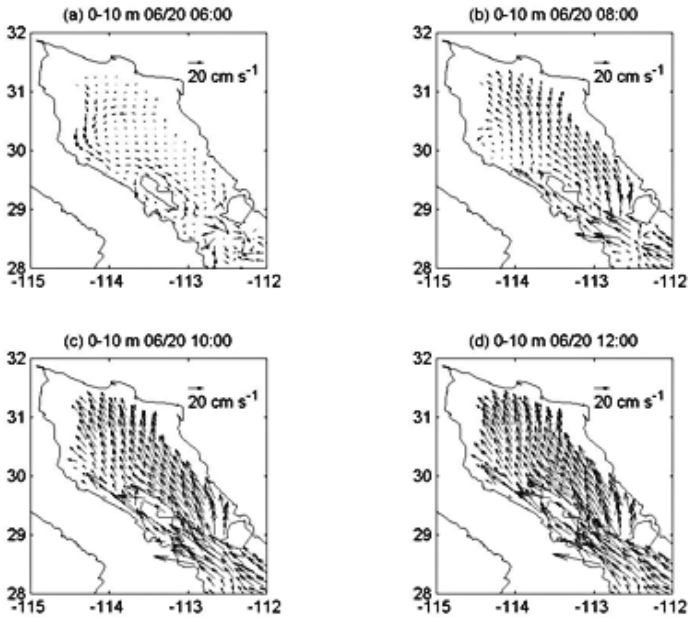


Figura IV. 17 Evolución espacio-temporal del campo de corrientes en la parte norte del GC

El modelo numérico utilizado para simular el campo de corrientes en el GC fue el Hamburg Shelf Ocean Model (HAMSOM) adaptado al GC por Marinone (2003). El modelo fue forzado

por la marea en el OP, el viento y flujos de calor y agua. En el modelo se integran verticalmente las ecuaciones de momento, continuidad y conservación de sal y temperatura para cada una de las capas.

La malla numérica tiene dimensiones de 2.5′ × 2.5′ (~3.9 × 4.6 km). El número de capas depende de la profundidad local, pero en general son 12 capas en la vertical, los límites inferiores de cada una de las capas son 10,20, 30, 60, 150, 200, 250, 350, 600, 1000 y 4000 m.

El forzamiento por mareas incluye 7 de las más importantes constituyentes de la marea diurnas y semidiurnas M2, S2, N2, K2, K1, O1 y la P1, más la componente semianual y anual.

Las constantes armónicas se determinaron de varios años de observaciones en una estación en Mazatlán, Sinaloa, del lado continental en la entrada del GC y de una estación en Cabo San Lucas BCS en la punta de la península de BC. La elevación de la superficie libre se obtiene de estas estaciones a cada paso de tiempo y se interpola a lo largo de la frontera abierta. Los campos de temperatura y salinidad se obtuvieron de datos recabados en 41 cruceros durante el periodo de 1939 a 1995. Estos datos se interpolan en cada punto de la malla a lo largo de la frontera abierta.

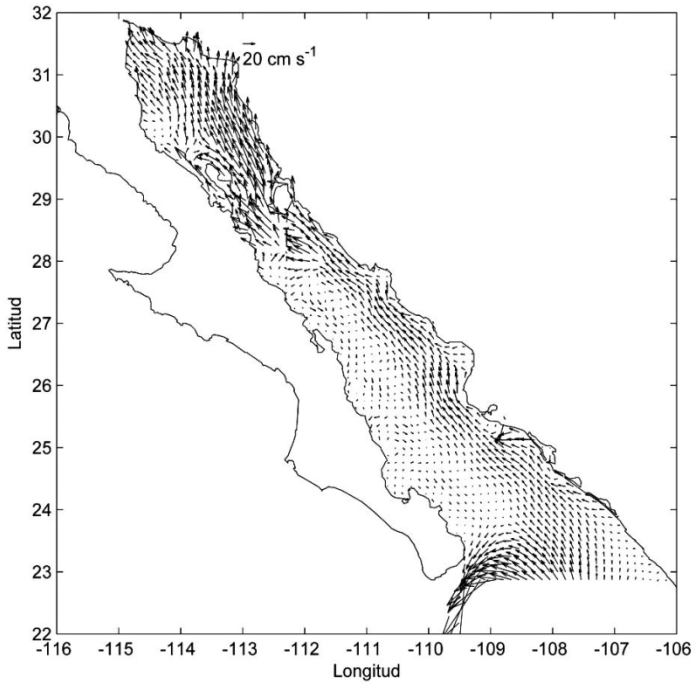


Figura IV. 18 Campo de corrientes en el GC para un instante. Los vectores indican la magnitud y la dirección de la corriente.

También se consideró la hidrografía en la boca del GC y los flujos de calor y agua en la interfase aire-mar. Los datos fueron ajustados mediante la técnica de cuadrados mínimos para determinar los armónicos anuales y semianuales.

De la misma manera los parámetros meteorológicos para calcular los flujos de calor y agua fueron ajustados a funciones anuales y semianuales de información de 7 estaciones meteorológicas alrededor del GC e interpolados al resto del dominio numérico. Salidas del modelo numérico pueden consultarse en la dirección electrónica http://gulfcal.cicese.mx/.

Un ejemplo de la evolución temporal y espacial del campo de corrientes para la parte norte del GC presenta en la figura anterior. En la figura **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**anterior se muestra el campo de corrientes para un instante. La información corresponde a la capa superficial (hasta los 10 m de profundidad) en ambas figuras.

Masas de agua que conforman el GC

Usando el método descrito por Montgomery (1955) y Carmack (1973) y datos hidrográficos que cubren el periodo 1939-1986, Torres-Orozco (1993) realizó en términos de volumen, una cuantificación de las masas de agua presentes en el GC. Redefinió los intervalos característicos de temperatura y salinidad en base a la información hidrográfica y a una revisión bibliográfica y describió la variación volumétrica espacial y temporal de cada masa de agua.

En el promedio anual, más del 70% del volumen total el GC es ocupado por las masas de agua más profundas: el Agua Intermedia del Pacífico (AIP) contribuye con el 33% y el Agua Profunda del Pacífico (APP) con el 41%. El volumen restante es ocupado por tres masas de agua, de éste, el 19% corresponde al Agua Subsuperficial Subtropical (ASsSt), el 6% al Agua del Golfo (AGC) y el 1% al Agua Superficial Ecuatorial (ASE). No detectó el Agua de la Corriente de California (ACC) en el análisis volumétrico, lo que sugiere que su volumen es muy pequeño o nulo.

Encontró evidencias de que la formación de agua del GC pude ocurrir durante todo el año, no solo en la parte Norte del Golfo por enfriamiento, evaporación y convección vertical durante invierno-primavera, sino también durante verano-otoño, probablemente por calentamiento solar y evaporación en otras regiones someras del GC, principalmente frente a las costas de Sonora, desde Isla Tiburón hacia el norte y aún sobre la plataforma somera y relativamente amplia del sur de Sonora. Sin embargo, el volumen de AGC de origen “Sureño”, junto con el AGC transportada desde la región norte del GC, es pequeño en

comparación al de otras masas de agua con las que se puede mezclar en la vecindad de la boca del GC (ASE, ASsSt y ACC), por lo que el AGC no ejerce mucha influencia fuera del GC.

En la región de las grandes islas detectó AGC y ASsSt solamente, siendo dominante todo el año el ASsSt. Esto sugiere que el ASsSt sobrepasa el umbral Salsipuedes-Tiburón, donde puede mezclarse solamente con AGC. Esta agua mezclada sobre el umbral puede hundirse y llenar las cuencas más profundas de la región norte del GC, o ser transportada hacia el sur. En este último caso, superficial o subsuperficialmente dependiendo de la intensidad de mezcla y de la invasión al Golfo de otras masas de agua superficiales menos densas, particularmente del ASE. Este proceso puede contribuir significativamente a la renovación del agua de las cuencas más profundas de la región norte del GC; también a la alta productividad biológica del GC, por acarreo a la capa superficial de nutrientes inorgánicos del ASsSt, y su dispersión en el Golfo por advección horizontal.

Aunque el volumen de ASE es pequeño, muestra un incremento estacional de invierno a otoño, consistente con el periodo de intensificación de la Contracorriente Ecuatorial y del flujo al Norte de la Corriente Costera de Costa Rica.

Distribución de salinidad

Zamudio et. al., (2011), utilizando salidas de 7 años (2003-2009) de una versión regional del modelo Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) anidado con salidas de la versión del HYCOM global, estudia la variabilidad estacional y anual en el norte del GC (NGC). Estudios previos mostraron que la región del NGC está caracterizada por una evaporación anual de aproximadamente 0.9 m/año. Esta evaporación genera que el agua en la superficie del mar tenga una alta salinidad que alcanza su máximo n el NGC (>37 UPS), y decrece a aproximadamente 35 UPS hacia la boca del GC. El agua superficial en el NGC está modulada interanualmente por fluctuaciones en la evaporación y por fluctuaciones en el suministro de agua de baja salinidad transportada a la región por las corrientes que se presentan en la frontera este del GC.

Las fluctuaciones en el transporte del agua de baja salinidad están asociadas a la llegada de ondas ecuatoriales atrapadas en la costa. La importancia del transporte de agua de baja salinidad en la variabilidad interanual queda de manifiesto en las estaciones de otoño de los años 2006 y 2008, estas fueron las salinidades modeladas más bajas del periodo 2003-2009.

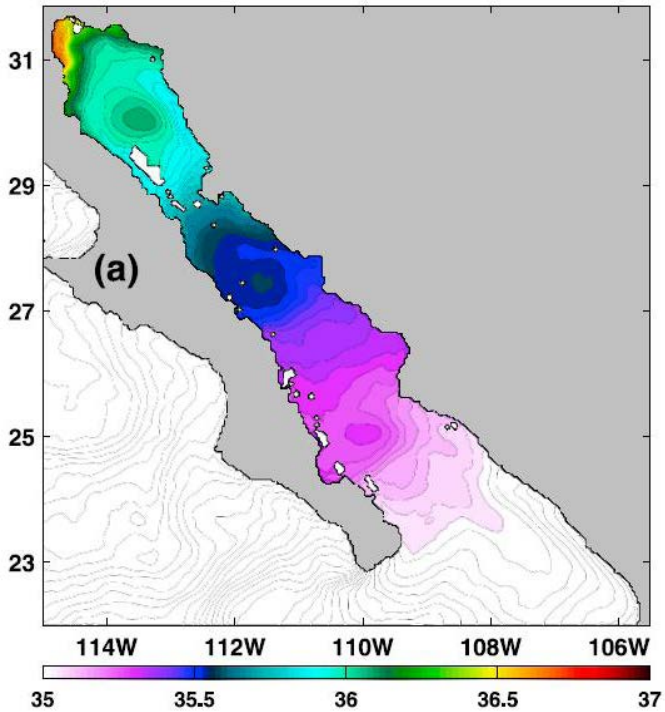


Figura IV. 19 Salinidad superficial promedio para 5 años (contornos de colores). (De Zamudio et.al., 2011).

Las bajas salinidades en 2006 y 2008 no pueden explicarse por evaporación pues el año de 2006 de caracterizo por tener la mayor evaporación en el periodo 2003-2009. Sin embargo la presencia de un ambiente de baja salinidad puede atribuirse en parte a la evaporación en conjunto con un intenso transporte de agua de baja salinidad en la capa superior del océano llevado al NGC por ondas atrapadas en la costa que intensificaron las corrientes que se presentan en la frontera este del GC.

La figura muestra la salinidad superficial promedio para 5 años, se observan bajas salinidades en el sur del GC cerca de la boca, salinidades intermedias en la parte central del GC en especial en la cuenca de Guaymas y las salinidades mayores están en el NGC, de las grandes islas hacia el norte. La inferior muestra un mapa de la salinidad superficial para el 23 de junio de 2006, así como el campo de corrientes para la capa superior del mar. Se observa baja salinidad al este del GC, junto con intensas corrientes que transportan esta masas de agua de baja salinidad hacia en NGC.

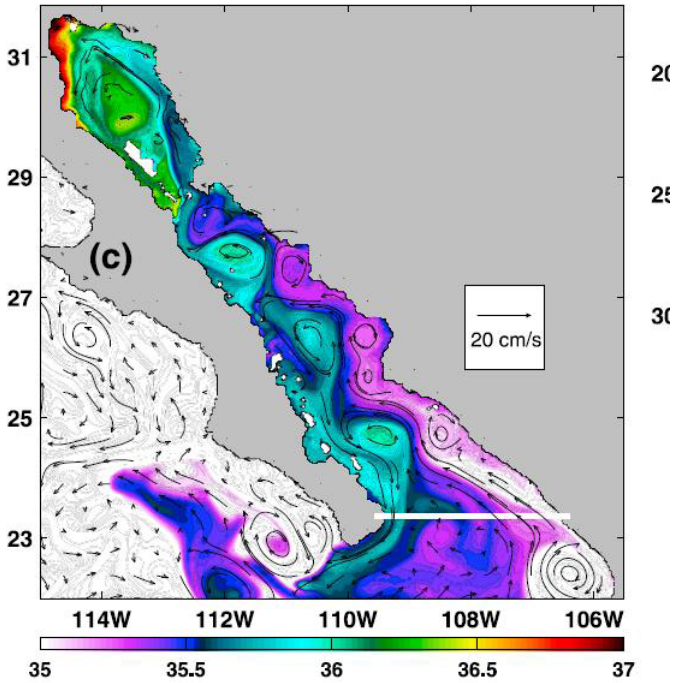


Figura IV. 20 Salinidad superficial (contornos de colores) y corrientes en la capa superior del mar (0-100 m) para el 23 de junio de 2006.

IV.2.1.5.1 Zona de estudio.

Como parte de los estudios preliminares para la evaluación de Impacto ambiental y diseño de la obra, se desarrollaron estudios de tipo oceanográfico en el medio marino. El sitio de estudio se encuentra localizado a ~ 7.5 km al oeste de Puerto Peñasco, Sonora, con coordenadas Latitud 29° 45' 42.45" y Longitud 112° 36' 1.71" como se muestra en la figura inferior.

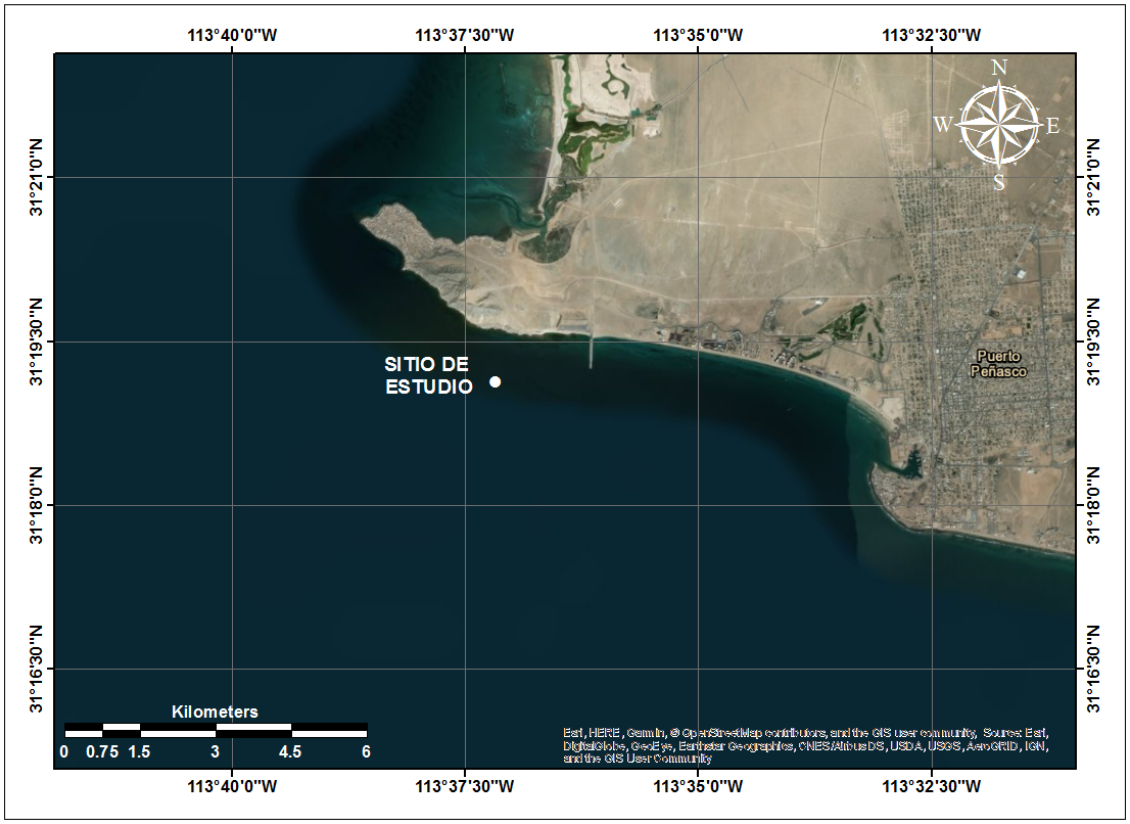


Figura IV. 21 Ubicación del sitio de estudio a ~ 7.5 km al oeste de Puerto Peñasco, Sonora (Círculo blanco). Sistema de coordenadas latitud-longitud.

IV.2.1.5.2 Metodología.

Levantamiento topográfico y batimétrico

Los días 5 y 7 de marzo de 2019 se efectuaron los trabajos topográficos y batimétricos en el frente marítimo de la Bahía de Punta Peñasco a un costado de la escollera del Home Port, en Puerto Peñasco Sonora. La ciudad se localiza en el noroeste del estado de Sonora, en la costa del Golfo de California o Mar de Cortés, sobre las coordenadas geográficas 31°19'36" de latitud norte y 113°32'52" de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, a una elevación máxima de 100 metros sobre el nivel del mar y una mínima de 0. Se encuentra en el extremo sur del territorio de su propio municipio, el cual colinda al norte con el municipio General Plutarco Elías Calles y con Estados Unidos, al este con el municipio de Caborca, al oeste con el de San Luis Río Colorado y al sur con el Golfo de California. El territorio ocupado por la ciudad es generalmente plano, a excepción del cerro de la Ballena que se encuentra cerca del puerto.

Puerto Peñasco, Sonora

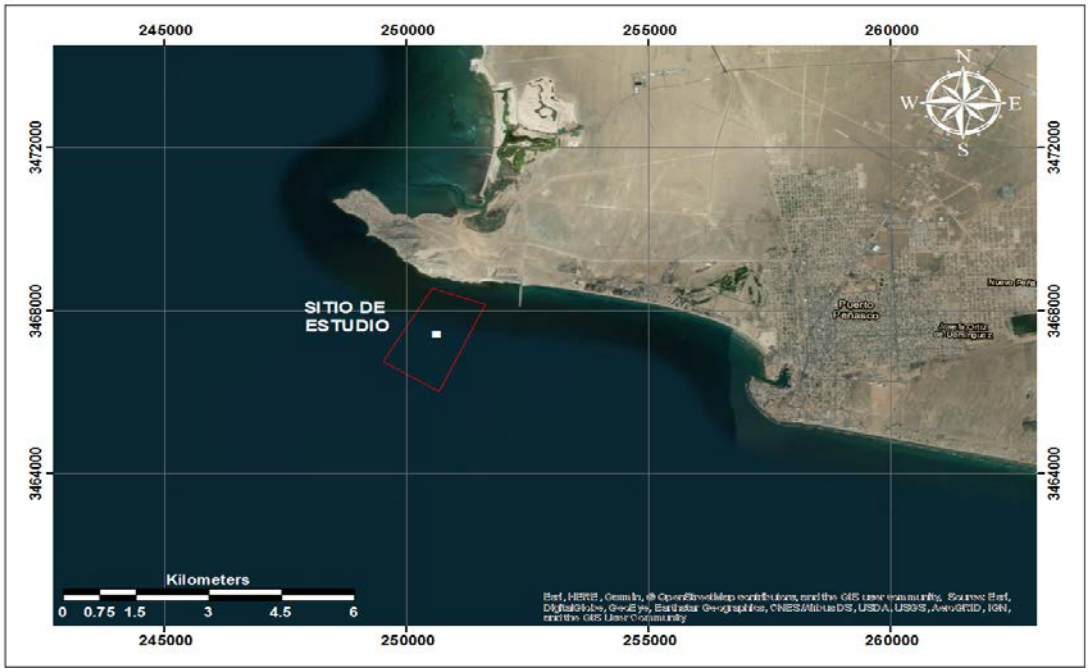


Figura IV. 22 Área a realizar trabajos batimétricos (polígono rojo), sitio de estudio, Puerto Peñasco, Sonora.



Figura IV. 23 Personal topográfico realizando perfiles playeros con equipo GPS R8, marca trimble en sitio de estudio.

Estudios oceanográficos

Con el objetivo de presentar las características oceanográficas del sitio de estudio (corrientes, variación del nivel del mar y oleaje), se realiza campaña de mediciones oceanográfica en dos puntos de interés con dos correntómetros electromagnéticos que tienen incorporados sensores de presión de alta resolución (modelo S4 de la compañía INTEROCEAN). En el punto A se instaló correntómetro S4 el cual registro datos de corrientes y variación del nivel del mar, en el punto B se instaló correntómetro S4DW el cual tiene la capacidad de medir en modo dual corrientes y oleaje, además de registrar la variación del nivel del mar.

Los instrumentos se instalaron en las coordenadas que se muestran en la figura **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**IV.24, perpendicular al sitio de estudio. El primer equipo S4 (PUNTO 1) se instaló a una profundidad ~17.10 m, el segundo equipo S4DW (PUNTO 2) se instaló a una profundidad ~18.50 m.

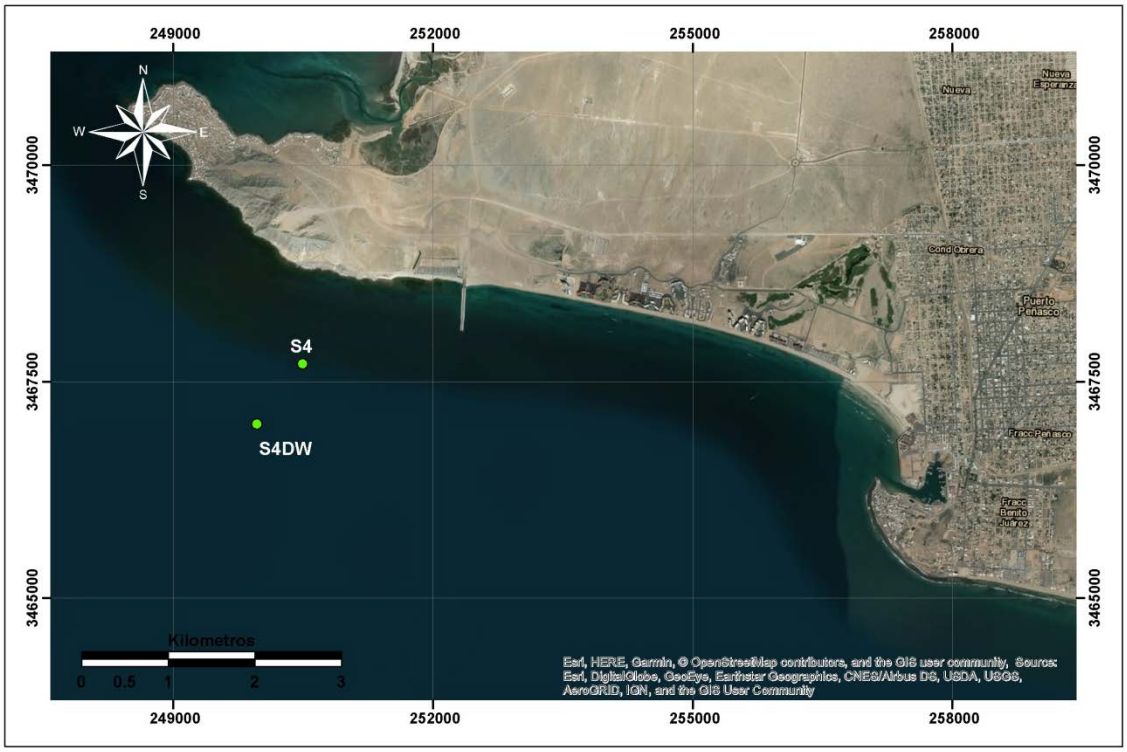


Figura IV. 24 Ubicación de instalación de correntómetro S4 y S4DW, que se utilizaron para medir corrientes y variación del nivel del mar (PUNTO 1) y corrientes, marea y oleaje (PUNTO 2), sistema de coordenadas UTM zona 12N.

Puerto Peñasco, Sonora

Puerto Peñasco, Sonora

Tabla IV. 9 Coordenadas en sistema UTM de ubicación de equipos de medición (Correntómetros) en puntos de interés del sitio de estudio.

No. Estación	Coordenadas UTM Zona 12N		
	Este	Norte	EQUIPO
PUNTO 1	250,489.502	3’467,704.203	S4
PUNTO 2	249,963.726	3’467,010.882	S4DW

Tabla IV. 10 Fecha de inicio de mediciones de corrientes en estación 1 y 2 en área de estudio.

No. Estación	Inicio	
	Fecha	Hora
PUNTO A	02 de Marzo 2019	12:00:00
PUNTO B	02 de Marzo 2019	12:00:00



Figura IV. 25 Correntómetros electromagnéticos marca INTEROCEAN modelo S4 y S4DW, los cuales se utilizaran para campaña de medición oceanográfica en sitio de estudio. Se muestra la canastilla de aluminio utilizada como anclaje.

Corrientes y variación del nivel del mar

Para la medición de corrientes en el Punto 1 y Punto 2, los instrumentos (Correntómetro S4 y S4DW respectivamente) se programaron para que grabaran la información a intervalos de 30 min con promedio de ensamble de un minuto. Los instrumentos se encenderán cada 30 minutos durante un minuto, de ese minuto se promedia la información (el intervalo de muestreo es de 0.5 s, 120 datos por minuto) y se graba solo el promedio. Con esta programación se eliminaran variaciones de alta frecuencia provocadas por las ondas generadas por el viento o por el paso de embarcaciones.

De las mediciones se obtendrán series de tiempo de las componentes horizontales de la velocidad (u, v) y de la variación del nivel del mar a través de las variaciones de presión (p), la profundidad de muestreo se determina de la información proporcionada por el sensor de presión

Oleaje

El instrumento (Correntómetro S4DW), el cual tiene la capacidad de medir de oleaje, se programó para que grabara paquetes de datos de 2160 muestras de $p, u\ y\ v$ durante 18 minutos con un intervalo de muestreo de 0.5 s, cada seis horas, de tal forma que se obtendrán 4 paquetes de datos por día.

Una vez recuperadas de las series de tiempo de $p, u\ y\ v$ se calcularan espectros de energía aplicando la transformada rápida de Fourier a paquetes de datos de 2160 muestras de presión, de los espectros se obtendrá el periodo de máxima energía (Tp) y la altura significante (H_S). La H_S se calculará con la ecuación:

$$H_S = 4^2\sqrt{m_0} \qquad (1)$$

$$m_0 = \int_0^{2\pi}\int_{f_{min}}^{f_{max}} E(f,\theta)\,df\,d\theta \qquad (2)$$

Dónde: m_0 es el momento espectral cero y $E(f,\theta)$ representa el espectro direccional en función de la frecuencia f y la dirección θ.

Las propiedades direccionales de las olas se obtendrán de las diferencias de fase observadas entre la elevación de la superficie libre y las componentes horizontales de la velocidad, se calcula la dirección promedio por banda de frecuencia para cada espectro. En los resultados la dirección que corresponde a la banda espectral con máxima energía se reporta utilizando la convención meteorológica (de donde vienen las olas), los 0° corresponden al norte geográfico, 90° al este, 180° al sur y 270° al oeste.

CTD (Conductividad y Temperatura)

Los días 2 y 3 de mayo de 2019 se efectuaron los trabajos consistentes en una campaña de lances de CTD durante un ciclo de 26 horas aproximadamente durante mareas vivas en el frente marítimo de la Bahía de Punta Peñasco al oeste de la escollera del Home Port, en Puerto Peñasco Sonora. El estudio consideró el establecimiento de 7 estaciones de monitoreo. Durante la campaña se realizaron 182 lances de CTD para obtener datos hidrográficos.

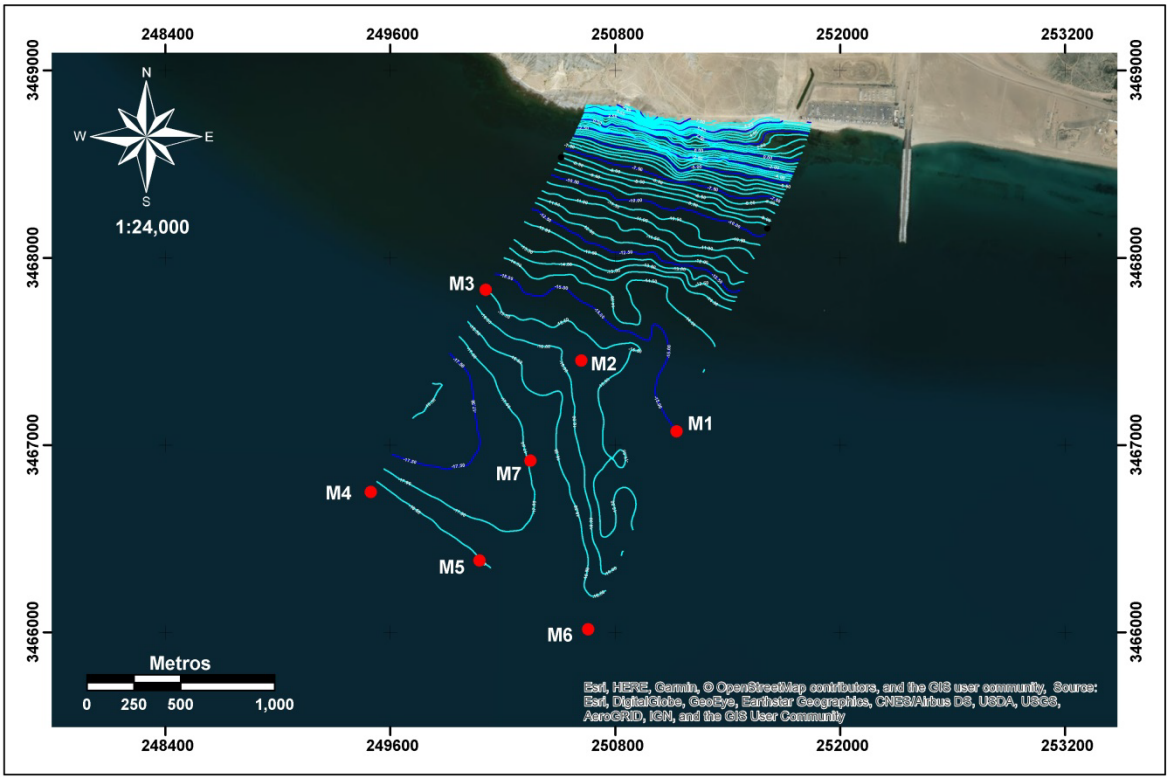


Figura IV. 26 Zona de estudio con estaciones de muestreo en Puerto Peñasco, Sonora.

Previo a los trabajos propios de la campaña, se colocaron 7 boyarines para identificar físicamente cada una de las 7 estaciones de muestreo, con el apoyo de un equipo GPS en modo móvil se ubicaron cada una de las estaciones. Las coordenadas de cada estación de muestreo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 11 Coordenadas UTM Zona 12N sistema de referencia WGS84 de las estaciones de muestreo en el sitio de estudio.

Estación	Norte	Este
M1	3467072.209	251128.651
M2	3467450.617	250619.440
M3	3467829.024	250110.229
M4	3466749.662	249496.006
M5	3466382.766	250076.428
M6	3466015.869	250656.849
M7	3466916.691	250347.9.34

En cada una de las estaciones se llevaron a cabo 26 lances de CTD a intervalo promedio de una hora entre cada lance de la misma estación, la campaña inicio a las 09:02 horas del día 2 de mayo en la estación M1 y concluyo a las 10:19 horas del día 3 de mayo de 2019 en la estación M7.

Los sensores con los cuales está dotado el CTD así como las especificaciones técnicas de cada uno, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 12 Especificaciones técnicas del equipo CTD marca CastAway.

	Range	Resolution	Accuracy	Measured or Derived
Conductivity	0 to 100,000 µS/cm	1µS/cm	± 0.25% ± 5 µS/cm	Measured
Temperature	-5° - 45° C	0.01° C	± 0.05° C	Measured
Pressure	0 to 100 dBar	0.01 dBar	± 0.25% FS	Measured
Salinity	Up to 42 (PSS-78)	0.01 (PSS-78)	± 0.1 (PSS-78)	PSS-78[3]
Sound Speed	1400 - 1730 m/s	0.01 m/s	± 0.15 m/s	Chen-Millero[4]
Density[1]	990 to 1035 kg/m³	0.004 kg/m³	± 0.02 kg/m³	EOS80[5]
Depth	0 to 100 m	0.01m	± 0.25% FS	EOS80[5]
Specific Conductivity[2]	0 to 250,000 µS/cm	1µS/cm	± 0.25% ±5 µS/cm	EOS80[5]
GPS			10 m	

[1]Based on temperature resolution and accuracy.
[2]Based on 100,000 µS/cm at -5° C.
[3]1978 Practical Salinity Scale.
[4]Chen-Millero, 1977. Speed-of-sound in sea water at high pressures.
[5]International Equation of State for sea water (EOS-80).

sontek.com/castaway

IV.2.1.5.3 Resultados.

Levantamiento topográfico y batimétrico.

En este trabajo y como ya se mencionó en la sección de metodología se recopiló y se procesó la información obtenida que se generó durante los levantamiento topográficos y batimétricos del área de estudio. Posteriormente con ayuda del Software AutoCAD Civil3D se realizaron planos de curvas de nivel (Isóbatas) con las fijas recolectadas durante los trabajos de campo.

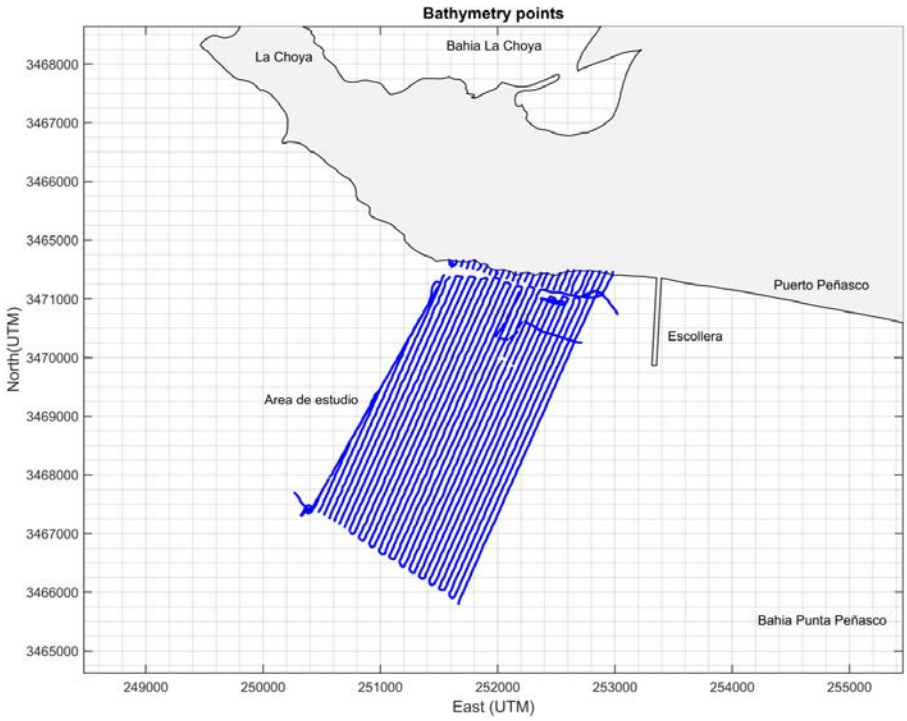


Figura IV. 27 Fijas batimétricas realizadas con ecosonda en polígono determinado para la realización de los trabajos.

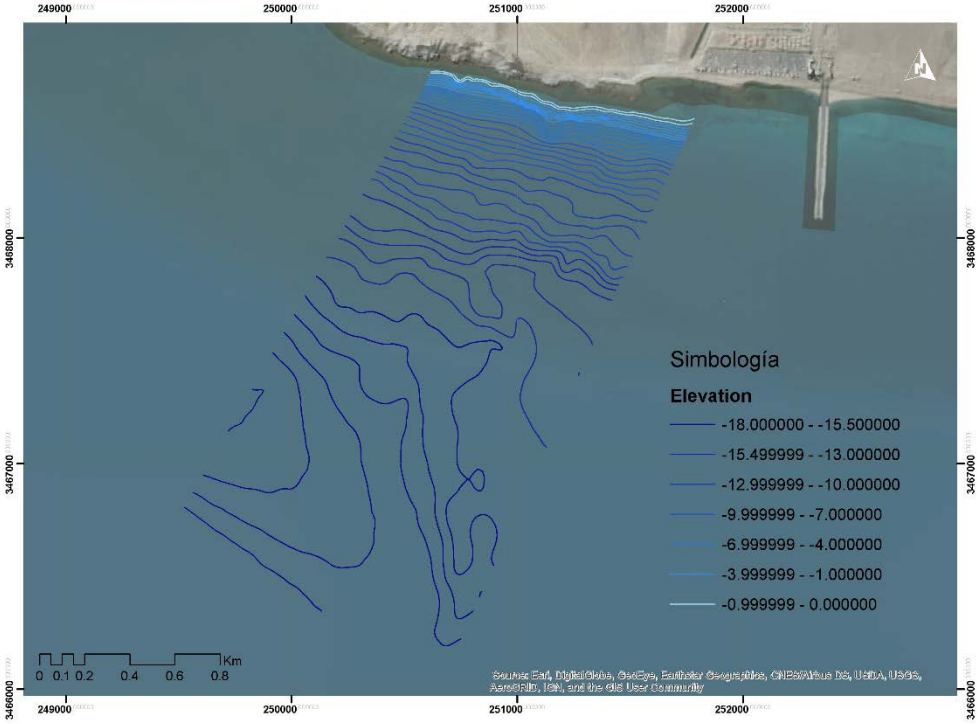


Figura IV. 28 Curvas batimétricas en sitio de obra.

Estudio oceanográfico

Corrientes punto 1

Para observar las corrientes del sitio de estudio, se recuperaron las series de tiempo medidas por el correntómetro S4 marca INTEROCEAN instalado en el punto 1 del sitio de estudio. El cual registro datos dentro del periodo del 02 de Marzo al 05 de Marzo de 2019, las cuales se procesaron y se graficaron con ayuda del software Matlab.

La figura muestra la serie de tiempo de la componente Este (panel superior) y componente Norte (panel inferior), donde se observa que las velocidades muestran valores positivos y negativos, la variación para la componente Este-Oeste oscila entre -44.06 a 35.54 cm/s, mientras que la componente Norte-Sur la variación fue de -14.69 a +21.15 cm/s.

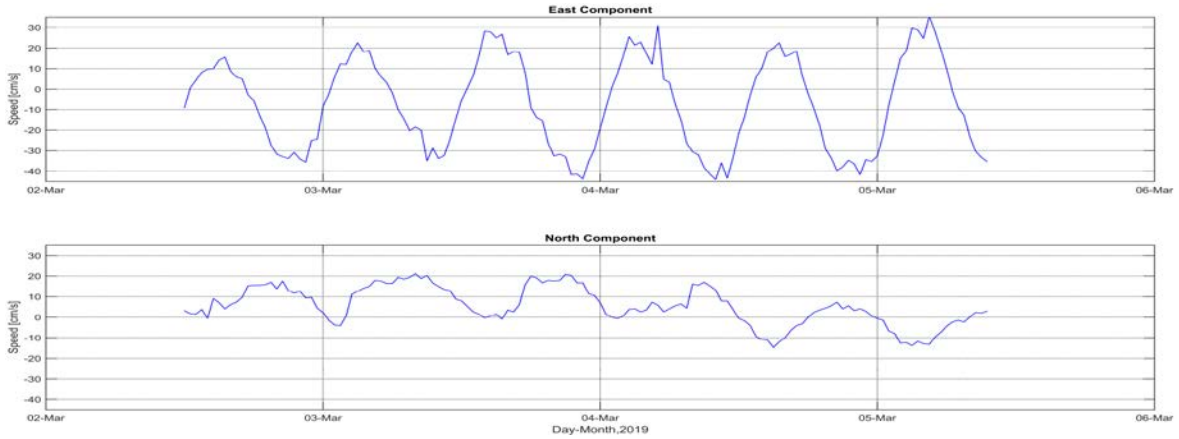


Figura IV. 29 Componente Este (panel superior) y Norte (panel inferior) de la velocidad de la corriente, medidas por el correntómetro S4 en Punto 1, el eje de las "x" indica el periodo en día-mes, el eje de las "y" indica la velocidad en $cm\ s^{-1}$.

La magnitud de velocidad máxima alcanzada es del orden de los 46.86 cm/s y en promedio 23.06 cm/s. La dirección osciló entre Oeste-Noroeste y Este-Sureste, dominando la Oeste-Noroeste (figura panel intermedio). El nivel del mar varió de la -2.41 m a 2.55 m (panel inferior), la diferencia entre la marea máxima y marea mínima registrada fue de 4.96 m. Se observa que el tipo de marea para el sitio de estudio es del tipo semi-diurna, ya que presenta dos crestas y dos valles en un periodo de 24 horas.

En la Figura IV. 31 Rosa de dirección de corrientes medida por el correntómetro S4 en punto 1 del sitio de estudio. Se observa una oscilación de la corriente del Oeste-Noroeste y Este-Sureste, con una predominancia en la corriente en dirección Oeste-Noroeste. La escala de colores indica la magnitud de la velocidad de la corriente.

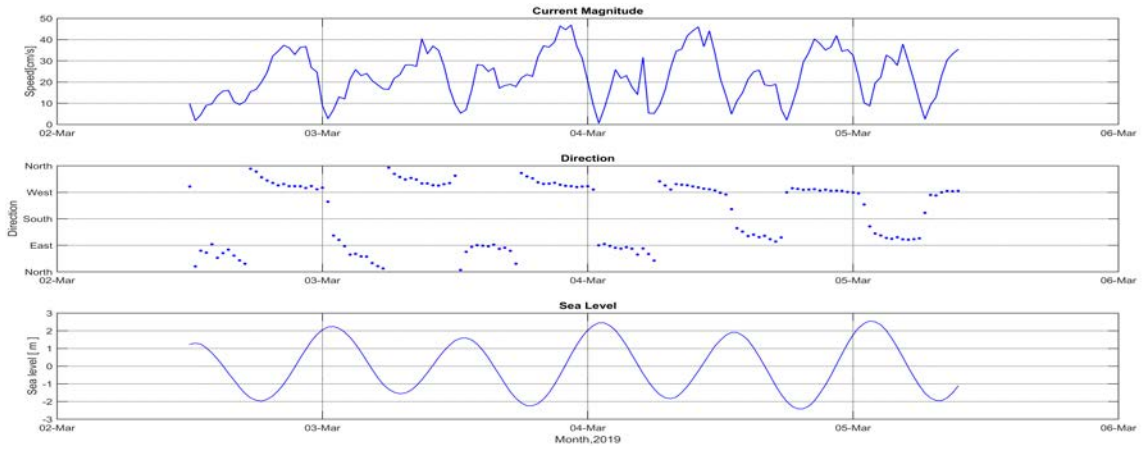


Figura IV. 30 Magnitud de la velocidad de la corriente (panel superior), dirección (panel intermedio), variación del nivel del mar (panel inferior). Variables medidas por el correntómetro S4 en punto 1, el eje de las "x" indica el periodo en días.

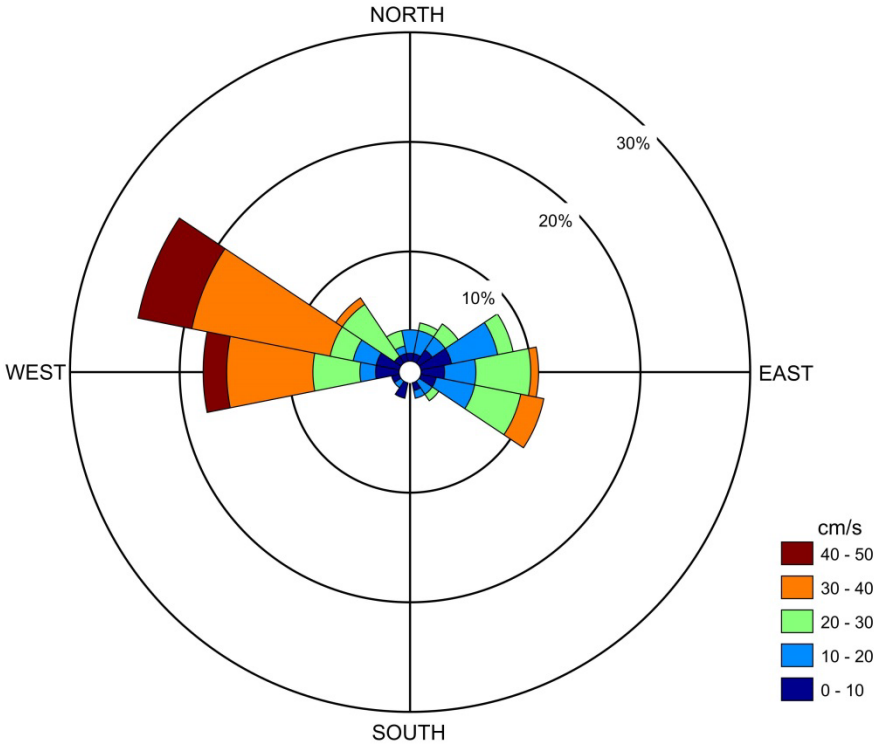


Figura IV. 31 Rosa de dirección de corrientes medida por el correntómetro S4 en punto 1 del sitio de estudio. Se observa una oscilación de la corriente del Oeste-Noroeste y Este-Sureste, con una predominancia en la corriente en dirección Oeste-Noroeste. La escala de colores indica la magnitud de la velocidad de la corriente.

Puerto Peñasco, Sonora

Estudio CTD.

En general en los ecosistemas marinos, los flujos de marea, vientos locales, surgencias y el aporte de agua dulce proveniente de ríos, generan condiciones hidrográficas de mezcla y estratificación de la columna de agua, provocando cambios en el balance de nutrientes y en el estado trófico de estos ecosistemas. Un incremento de los niveles de nutrientes en la columna de agua de bahías y estuarios, se asocia a los procesos de mezcla mientras que la disminución en los niveles de estos para la superficie o su acumulación en el fondo de la columna de agua, se observa bajo condiciones de estratificación.

Los resultados del CTD para cada estación evaluada fueron analizados de manera independiente y graficados como se muestra en la figura inferior.

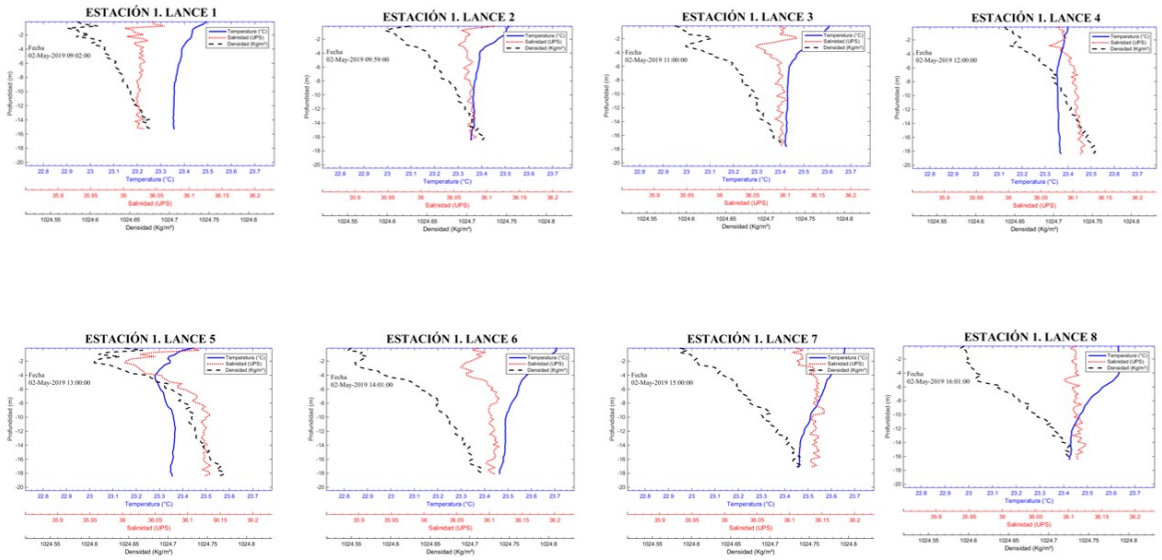


Figura IV. 32 Graficado de datos por estación por lance. Ejemplo: estación 1, lance del 1 al 8 de 26.

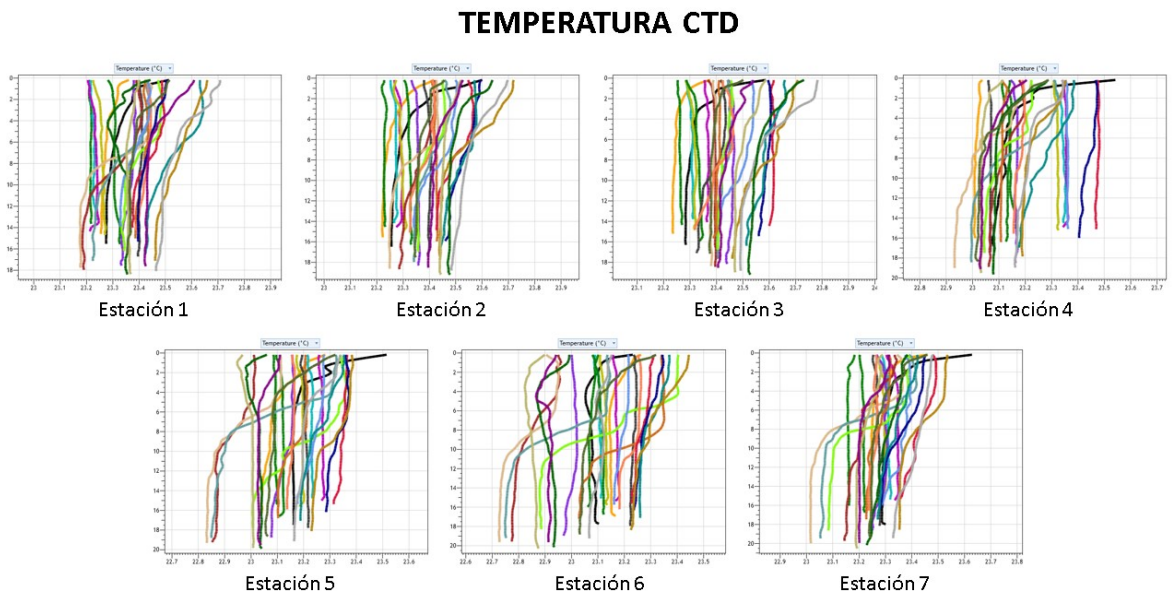


Figura IV. 33 Graficas integradas de temperatura de 26 lances por estación.

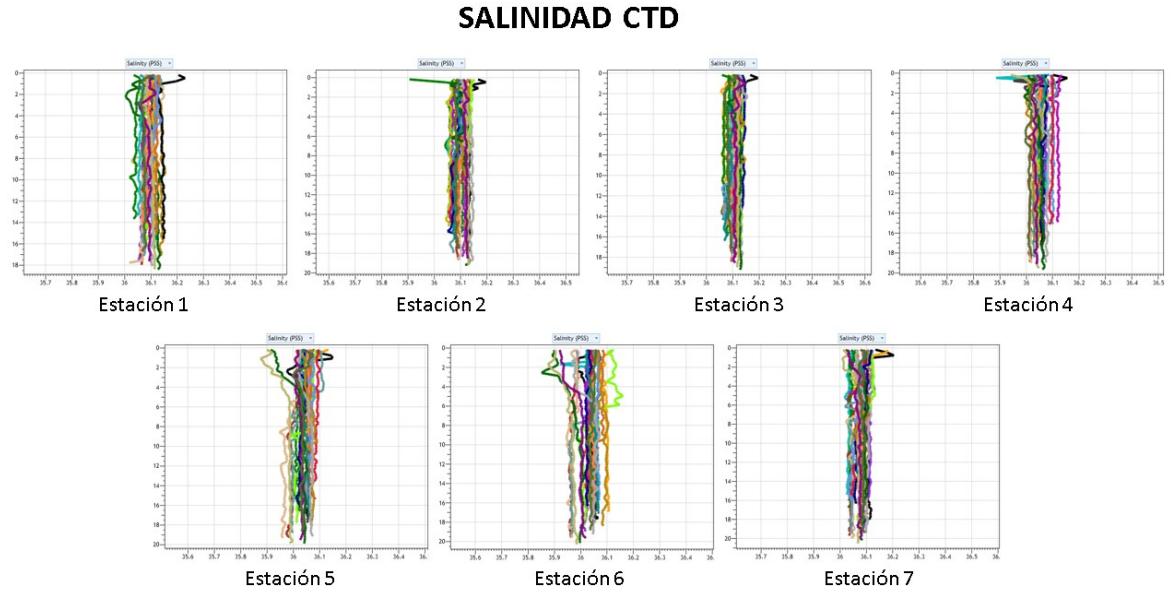


Figura IV. 34 Graficas integradas de salinidad de 26 lances por estación.

En el Anexo correspondiente se presentan los datos de cada lance en forma tabular. Tal como se muestra en la tabla inferior, en la estación M7 se obtuvo el menor registró de la temperatura y en la estación la M3 se obtuvo el mayor registro, a pesar de este la discrepancia entre el valor mínimo y valor máximo registrado de este parámetro fue del orden de 1.06°C, en cuanto a la salinidad, la estación M6 se llevó el registro más bajo que fue de 35.85 ppt. contra 36.22 ppt. de la estación M1, el rango de diferencia para este parámetro fue de 0.37 ppt., por último la variación del rango de la densidad registrada fue del orden de 0.313 (kg/m3), registrado 1024.51 kg/m3, de la estación M4 contra 1024.832 kg/m3

Tabla IV. 13 Valores máximos y mínimos encontrados en cada una de las estaciones durante la campaña de CTD.

Parámetro	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Temperatura mínima (°C)	23.17453	23.21865	23.23359	22.93089	22.83046	22.72495	23.01413
Temperatura Máxima (°C)	23.70758	23.7198	23.78294	23.54259	23.51491	23.44398	23.62865
Salinidad mínima (ppt)	36.00263	35.90543	35.99434	35.8852	35.87516	35.85089	36.00802
Salinidad máxima (ppt)	36.22979	36.19658	36.19562	36.15537	36.14878	36.1606	36.20449
Densidad mínima (kg/m^3)	1024.546	1024.535	1024.557	1024.519	1024.593	1024.604	1024.587
Densidad máxima (kg/m^3)	1024.795	1024.79	1024.779	1024.809	1024.817	1024.832	1024.817

Las diferencias de temperatura entre el fondo y la superficie de la columna de agua son el factor predominante de los cambios de densidad. Los perfiles de salinidad, temperatura y densidad registrados muestran una distribución de agua uniforme y estable, es decir, hay muy poca diferencia entre los valores medidos en la superficie y el fondo.

El diagrama T-S muestra una sola masa. Las condiciones hidrográficas dan indicios de la presencia de una columna de agua bien mezclada definida debida al flujo de marea y al viento.

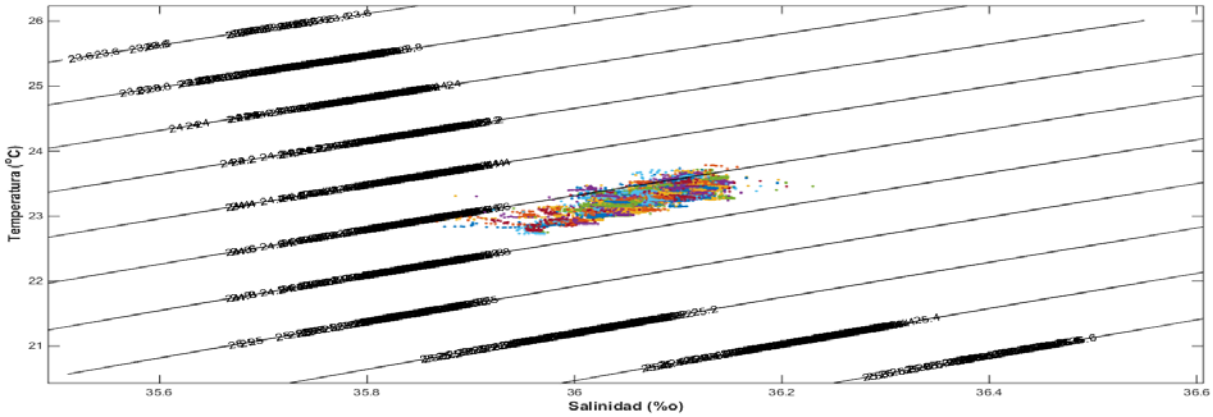


Figura IV. 35 Diagrama T-S para datos de campaña de CTD.

IV.2.1.6 Modelo hidrodinámico: Pluma de dispersión salina.

El océano ha sido tradicionalmente el receptor de los desechos de las actividades antrópicas, los ríos colectan a través de su paso por las ciudades grandes cantidades de desechos urbanos que finalmente llegan al mar por la desembocadura de los mismos. El transporte de sustancias que se arrojan al mar y su concentración depende de distintos factores del medio ambiente, estos pueden ser biológicos, químicos o físicos.

El verter agua con diferente salinidad a la del agua oceánica, implica que se está arrojando agua de diferente densidad, si la salinidad de esta agua es mayor que la oceánica entonces se tiene agua más densa que la del medio natural, lo que implica que está agua permanecerá en el fondo hasta que los procesos de mezcla en los que interviene la advección por corrientes y los procesos de difusión (molecular y turbulenta) dispersen esta agua hasta diluirla y hacer la masa de agua homogénea.

La dinámica del flujo en la descarga está controlada por la cantidad de movimiento de la fuente, la cual está representada por la alta velocidad de inyección del agua hipersalina. A la dinámica en la cercanía de la descarga es lo que se conoce como campo cercano. Una vez que la pluma de agua hipersalina se ha alejado lo suficiente de la fuente, la dinámica, la mezcla y dilución de la misma, es gobernada por el campo de corrientes generado por factores ambientales como el viento, la marea o el oleaje, así como por la estratificación de la columna de agua producida por las diferencias de densidad. A la dinámica de la pluma de agua hipersalina lejos de la fuente se le conoce como el campo lejano.

La modelación requiere como información de entrada datos de vientos, mareas, corrientes, perfiles de temperatura y salinidad (con lo que se podrá determinar la termoclina y la picnoclina) además de una topografía de detalle del fondo marino (batimetría). Considerando la información disponible se deberá definir el tamaño del dominio de la modelación considerando una malla flexible de resolución variable para poder representar adecuadamente la batimetría y las características físicas de la pluma de la descarga. Los resultados de las modelaciones proveerán información sobre el comportamiento de la dilución de la salmuera.

Para modelar se utilizó un modelo hidrodinámico que resuelva las ecuaciones de continuidad de masa, momento, temperatura y conservación de sal, las cuales son necesarias para determinar el comportamiento dinámico de la descarga de la pluma esto implica que el modelo debe ser tridimensional y que incluya parámetros de dispersión, fricción con el fondo, viscosidad turbulenta, entre otros. Un modelo con estas características es el Delft3D FM.

Los modelos matemáticos que predicen el comportamiento de la pluma de agua salada en el campo cercano y el lejano debidamente calibrados y validados, servirán para conocer la dinámica de la pluma de agua hipersalina para diferentes concentraciones de sal y volúmenes de descarga. Esto permitirá seleccionar de mejor manera la forma de descargar el agua hipersalina (concentraciones de sal y volumen de agua), reduciendo al mínimo el impacto ambiental de la misma en los organismos que habitan en el agua circundante y tratando de que el sistema regrese a su estado natural en el menor tiempo posible.

La modelación de la pluma de dispersión se realizó con un volumen de descarga de 100 lt/s, que es el volumen que se tiene previsto verter a un futuro, siendo este el volumen máximo de descarga considerada.

IV.2.1.6.1 Modelo hidrodinámico

El modelo hidrodinámico utilizado fue el desarrollado por el instituto Deltares, se conoce como Delft-3D FM (Deltares-Institute, 2015), se trata de un sistema de módulos acoplados que analizan diferentes tópicos de la oceanografía dinámica costera como: predicción del flujo en aguas costeras producido por marea, viento y gradientes de densidad; dispersión de contaminantes; calidad del agua; transporte de sedimentos, cohesivos y no cohesivos; generación y propagación de olas; interacción entre olas y corrientes por mencionar alguno.

El modelo desarrollado por Deltares y la universidad de Delft en Holanda ha sido utilizado en diversas partes del mundo, con diferentes aplicaciones, Elías et al. (2001) validan el modelo Delft3D con mediciones de campo, realizan mediciones detalladas de condiciones de frontera, campos de viento, altura de olas en aguas profundas y variación del nivel del mar. El estudio lo realizan en Egmond, Holanda, los resultados del modelo usando valores estándar en los parámetros, mostraron buenas aproximaciones a las corrientes medidas tanto a lo largo como perpendiculares a la línea de costa. En las costas de Vietnam (THO SAO, 2008) utiliza el modelo Delft 3D-Flow para predecir la sobreelevación del nivel del mar producido por una tormenta (Storm Surge), estas sobreelevaciones son fenómenos peligrosos en las costas de Vietnam su predicción contribuye a proteger y mitigar los daños en las áreas costeras. Abascal et al. (2017) Lo utilizaron para implementar un sistema operacional de alta resolución que brinde apoyo en respuesta a un derrame de hidrocarburos.

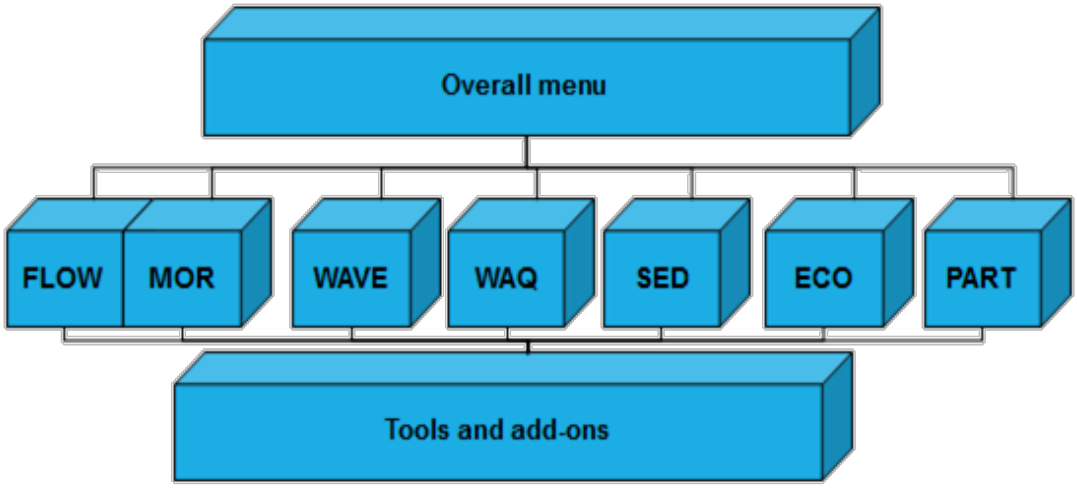


Figura IV. 36 Esquema de flujo del modelo DELF3D-FM, se compone de una serie de módulos acoplados que analizan diferentes tópicos de la oceanografía dinámica costera, en particular en este trabajo se utilizó el módulo FLOW.

El modulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes en su versión de ecuaciones diferenciales parciales. Para el caso del forzamiento de marea se utiliza la formulación de aguas someras para las citadas ecuaciones. Así se considera la aceleración junto con la advección las cuales balancean los diferentes forzamientos como gradiente de presión, fuerza de Coriolis, fricción viscosa y la fricción con el fondo parametrizada por ley de velocidad cuadrática y el coeficiente de manning (Deltares-Institute, 2015).

El programa Delft-3D Flexible Mesh Suite tiene como componente clave la generación de mallas flexibles, lo que permite desarrollar mallas numéricas más detalladas de las zonas costeras. En particular en este trabajo se utilizó el módulo hidrodinámico Delft3D FM-FLOW (Deltares-Institute, 2015), el módulo tiene su base teórica en las ecuaciones de Navier-Stokes para la aproximación de aguas someras. Las ecuaciones se resuelven con alta precisión y el procedimiento numérico de solución es incondicionalmente estable.

Aun cuando el módulo es tridimensional, se utilizó la versión bidimensional, pues las escalas de longitud y de tiempo horizontales son significativamente mayores que las escalas verticales en la zona de estudio, por lo que el campo de corrientes se puede considerar barotrópico para esta área de estudio.

El forzamiento por marea se proporciona al módulo hidrodinámico a través de las condiciones de frontera, por lo general en la frontera abierta. Las ecuaciones diferenciales parciales de la aproximación de aguas someras consideran la aceleración junto con la

advección, las cuales balancean los diferentes forzamientos como gradiente de presión, fuerza de Coriolis, fricción generada por la viscosidad del agua y la fricción con el fondo parametrizada por la ley de velocidad cuadrática y el coeficiente de Manning (Deltares-Institute, 2015).

El sistema de ecuaciones que resuelve el módulo FLOW es la versión no estacionaria de las ecuaciones de aguas someras en dos (promedio en la vertical) y tres dimensiones. El sistema consiste de las componentes horizontales de la ecuación de momento, ecuaciones (1) y (2), la ecuación (3) de continuidad y un modelo de turbulencia. La componente vertical de la ecuación de momento se reduce a la ecuación de balance hidrostático pues se considera que las aceleraciones verticales son pequeñas comparadas con la aceleración de la gravedad y por lo tanto no se toman en cuenta. Esto hace que el módulo DELFT3D-FLOW sea adecuado para predecir el flujo en mares poco profundos, áreas costeras, estuarios, lagunas, ríos y lagos. El objetivo es modelar fenómenos de flujo en los cuales las escalas horizontales de longitud son significativamente más grandes que las escalas verticales.

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+g\frac{\partial \eta}{\partial x}-fv+\frac{\tau_{bx}}{\rho_w(h+\eta)}-\frac{F_x}{\rho_w(h+\eta)}-\nu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)=0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+g\frac{\partial \eta}{\partial y}+fu+\frac{\tau_{by}}{\rho_w(h+\eta)}-\frac{F_y}{\rho_w(h+\eta)}-\nu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)=0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t}+\frac{\partial (h+\eta)u}{\partial x}+\frac{\partial (h+\eta)v}{\partial y}=0 \qquad (3)$$

En las ecuaciones de momento (1), (2) y la ecuación de continuidad (3) las variables representan:

x, y, t	=	Coordenadas horizontales y el tiempo (m, s)
h	=	Profundidad del agua con respecto al plano de referencia (m)
f	=	Parámetro de Coriolis (s-1)
F_x, F_y	=	Componentes x y y de fuerzas externas (N m-2), como el viento
u, v	=	Velocidad promediada con respecto a la profundidad (m s-1)
ρ_w	=	Densidad del agua (kg m-3)
ν	=	Coeficiente de difusión viscosa m2 s-1
η	=	Variación del nivel del agua con respecto al plano de referencia (m)

g = Aceleración de la gravedad m s-2
τ_{bx}, τ_{by} = Componentes horizontales (x, y) del esfuerzo en el fondo (N m-2)

El coeficiente de Manning se relaciona con los esfuerzos en el fondo (τ_{bx}, τ_{by}) mediante el coeficiente de Chézy (C) cuyas unidades son (m1/2/s) y se calcula con:

$$C = \frac{\sqrt[6]{h}}{n}$$

Para las coordenadas horizontales el esfuerzo en el fondo inducido por un flujo turbulento se determina mediante la ley de fricción cuadrática.

$$\tau_{bx} = \rho_w g \left(\frac{|U| u}{C^2} \right)$$

$$\tau_{by} = \rho_w g \left(\frac{|U| v}{C^2} \right)$$

Las condiciones de frontera utilizadas fueron: en la costa, el flujo normal es cero y en la frontera abierta, el modelo se forzó con la onda marea, la cual se determina en términos de sus constituyentes armónicos por:

$$\eta(t) = \sum A_n \cos(\omega_n t + \phi_n)$$

Donde A_n, ω_n, ϕ_n son la amplitud, la frecuencia y la fase respectiva de cada constituyente.

IV.2.1.6.2 Malla numerica

El programa Delft-3D Flexible Mesh Suite tiene como componente clave la generación de mallas de mallas flexibles (Deltares-Institute, 2015). El término malla flexible en el nombre se refiere a la combinación de redes flexibles rectilíneas o curvilíneas y mallas no estructuradas compuestas de triángulos, rectángulos rectilíneo o curvilíneo, equipadas para la simulaciones hidrodinámicas en mallas no estructuradas en 1D-2D-3D. Así mismo permite la generación de mallas cuadradas estructuradas y no estructuradas con distancia en $m \times n$.

Para este trabajo se generó una malla numérica curvilínea no estructurada a base de splines, debido a la flexibilidad que presentan, que permite lograr altas resoluciones en regiones de interés. Se inició con la colocación de splines de referencia sobre la línea de costa para discretizar el área de estudio. Posteriormente se colocaron splines interiores con la finalidad de dar flexibilidad a la malla numérica, y de esta manera obtener mayor resolución en las áreas de interés.

Se generó una malla 245x344 curvilínea estructurada en dirección M y N respectivamente, con longitud de bordes del orden de 100 a 450 m. Durante cada proceso de elaboración de la malla numérica se revisó ortogonalidad y suavidad, para minimizar el ruido numérico durante la corrida del modelo, además de cumplir con el porcentaje mínimo que establece el manual elaborado por la universidad de Delft y el consorcio Deltares en Holanda (Deltares-Institute, 2015).

Se utilizaron polígonos para recortar la malla numérica fuera de la línea de costa, esto para evitar cálculos en áreas que no son de interés (Tierra). Una vez discretizada la malla numérica sobre el área de estudio, y revisado que cumpla tanto en ortogonalidad como suavidad, se prosiguió a convertirse en malla no estructurada para cargarse al modelo hidrodinámico Delft-3D FM.

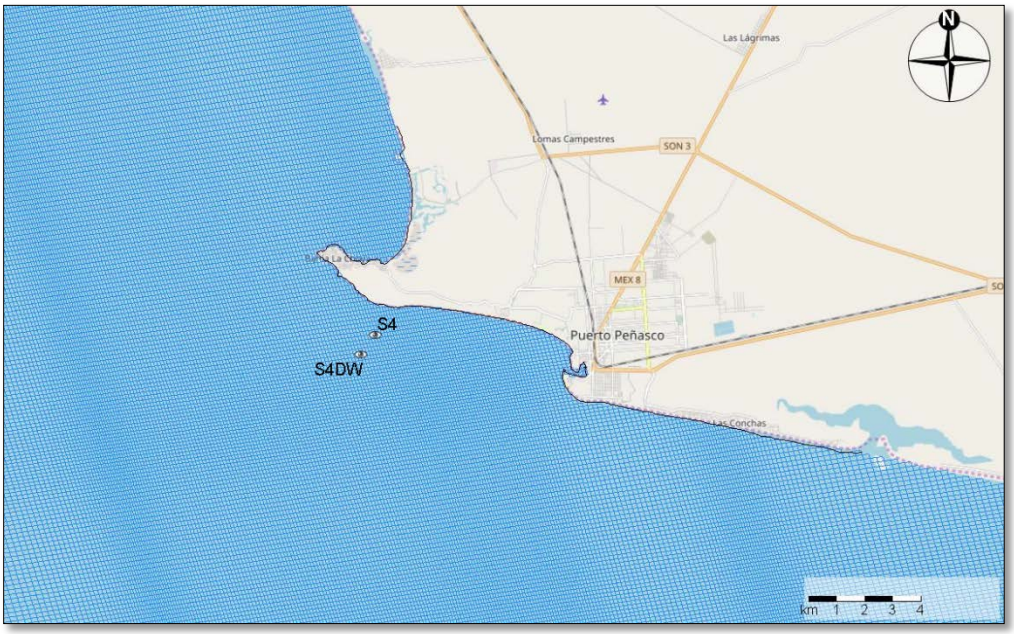


Figura IV. 37 Malla numérica generada a base de polinomios de alto orden (splines), resolución espacial variable. Los puntos de observación se ubican en las coordenadas de instalación de los sensores de medición (S4).

Puerto Peñasco, Sonora

IV.2.1.6.3 Batimetría

Como dato de entrada para el modelo hidrodinámico es indispensable un levantamiento batimétrico a detalle del área de estudio, en base a esto, se recopilo información de profundidad (fijas batimétricas) del levantamiento realizado como parte del presente servicio durante el mes de marzo del 2019, adicionalmente se digitalizo carta náutica de la Secretaria de Marina (SEMAR) S.M. 214.1, de Puerto Peñasco y su proximidades con escala 1:25000, la cual está referida al geoide WGS-84, así como la obtención de datos de la plataforma digital ETOPO1 Global Relief Model (https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/), esto para complementar los datos obtenidos y contar con una mayor cobertura de fijas en el área de estudio. Las fijas obtenidas se importaron al modelo numérico para utilizarse como dato entrada. Se realizó interpolación sobre la malla numérica (figura IV.37), se realizó una suavización de la interpolación (smoothness) con el fin de evitar ruido numérico y darle celeridad al tiempo de cómputo. La figura muestra la interpolación de la batimetría sobre la malla numérica para el sitio de estudio. La escala de colores indica la profundidad.

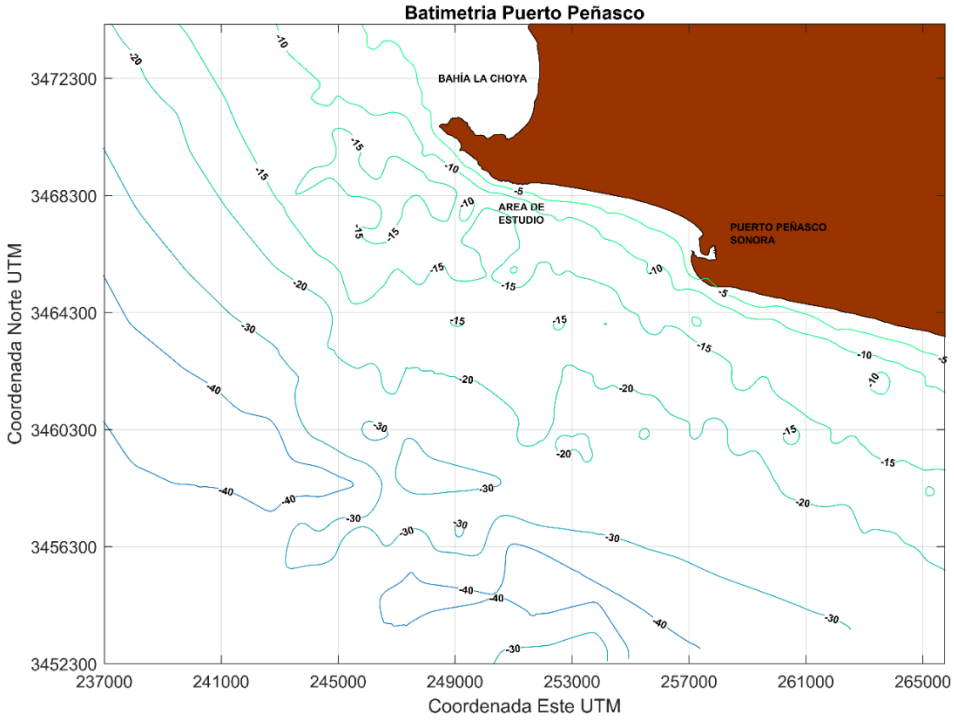


Figura IV. 38 Batimetría (Curvas de nivel) utilizada como entrada del modelo numérico, las isobatas se presentan a cada 5 metros con el fin de observar la profundidad para el sitio de estudio de manera general.

Puerto Peñasco, Sonora

IV.2.1.6.4 Componentes principales de marea

La marea al interior del Golfo de California se deriva la co-oscilacion con la marea del océano pacifico. Dependiendo de la magnitud de las amplitudes de los principales constituyentes, el forzamiento por marea puede ser clasificado utilizando el número de forma, que es un número adimensional propuesto por (Defant, 1958), definido como la razón entre la suma de las amplitudes de los principales constituyentes diurnos y la suma de las amplitudes de los principales constituyentes semi-diurnos (O1+K1)/(S2+M2). Si el número de forma es menor a 0.25 el forzamiento es del tipo diurno; si es mayor que 0.25 y menor que 1.5 el forzamiento es mixto con predominancia semidiurnas; si está entre 1.5 y 3 el forzamiento es mixto con predominancia diurna; y finalmente si es mayor a 3 el forzamiento es diurno.

Mediante revisión bibliográfica del trabajo de investigación realizado por (Matthews, 1968) se obtuvieron las principales componentes de marea diurnas y semidiurnas figura IV.14), quien determino las componentes de marea de Puerto Peñasco, Sonora a partir de 369 días de registros de variación del nivel del mar (Marea). Estas amplitudes y fases se utilizaron como forzamiento del modelo en su frontera abierta.

Tabla IV. 14 Principales componentes armónicas de marea para Puerto Peñasco, Sonora determinadas por (Matthews, 1968).

Componente	Amplitud [m]	Fase (grados)
P1	0.13	75.8
O1	0.274	75.2
K1	0.425	78.6
N2	0.407	48.8
M2	1.571	58.6
S2	0.943	59
K2	0.245	55.1

IV.2.1.6.5 Calibración del modelo

Para calibrar el modelo se realizaron diferentes experimentos variando el coeficiente de rugosidad (Manning "n") y forzando con las constituyentes principales de marea para el sitio de estudio (Matthews, 1968). Se utilizó un paso de tiempo de 5 minutos.

Los experimentos consistieron en simular durante cuatro días la propagación de la onda de marea, eliminando el primer día para evitar efectos transitorios. Se utilizaron diferentes coeficientes de fricción (Manning), variando de 0.025,0.03, 0.04; se eligieron estos valores porque son típicos para canales naturales con sedimentos de tipo arenosos (Marving & Friedman, 1989).

En cada simulación se extrajeron las series de tiempo del nivel de mar (η) en el puntos de control, seguidamente se realizó una comparación entre la serie de tiempo de variación del nivel de mar observada y modelada. El coeficiente de fricción (Manning "n") que mejor ajuste presento fue el de 0.025 $m^{-1/3}s$. La figura IV.39 muestra la comparación de mareas registradas por los sensores de medición y la calculada por el modelo numérico.

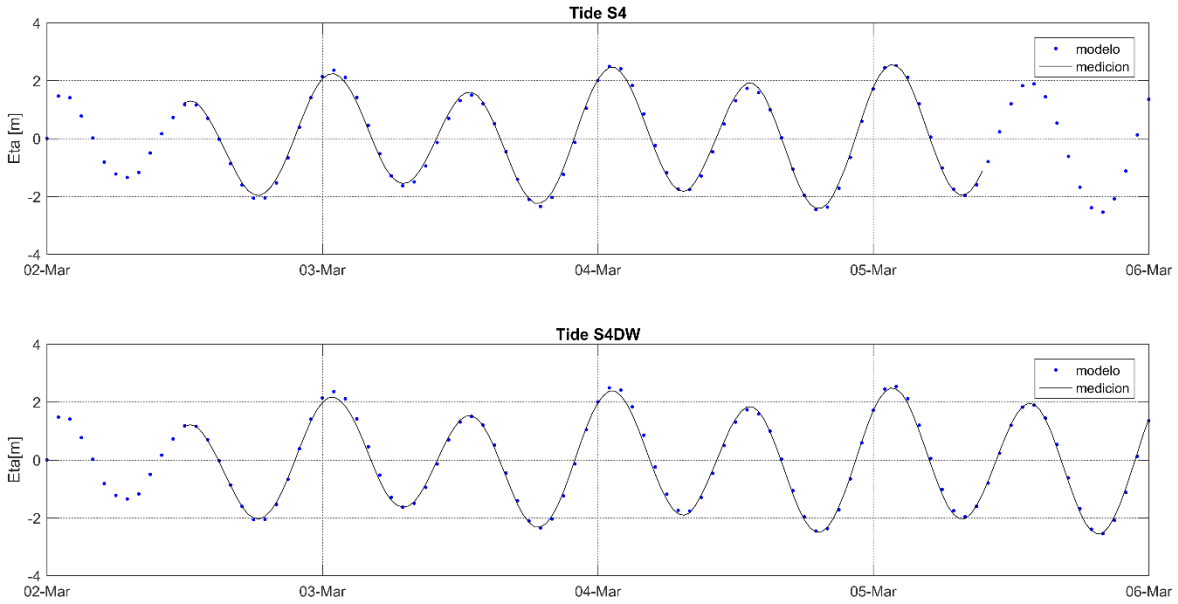


Figura IV. 39 Comparación entre las series de tiempo de variación del nivel del mar registradas por la medición de los sensores (línea continua) y las calculadas por el modelo numérico (puntos azules).

IV.2.1.6.6 Resultados del modelo numérico

IV.2.1.6.6.1 Corrientes y variación del nivel del mar

Como se describió en el apartado de calibración del modelo, una vez realizado esta actividad y corroborar que el modelo está reproduciendo los valores de observación registrados para el sitio de estudio, se procedió a realizar una corrida del modelo hidrodinámico con un periodo de ejecución del 02 de marzo al 04 de abril de 2019, el cual coincide con el periodo de medición que se realizó con el sensor de medición (S4DW) en el sitio de estudio.

Se extrajeron series de tiempo de variación del nivel del mar (η) y magnitud de la velocidad del modelo hidrodinámico, para el punto de observación colocado en coordenadas de instalación de correntómetro S4DW. Esto con el fin de comparar las series de tiempo observadas y modeladas, las cuales se procesaron y se graficaron con ayuda del software Matlab.

Los resultados de la simulación efectuada en la validación del modelo y su comparación con las mediciones de la elevación del nivel del mar y magnitud de corriente, se presentan en la Figura IV.40. Se observa que durante marea viva, la diferencia entre los registros de campo con los del modelo son del orden de 5 cm aproximadamente, y para marea muerta del orden de 10 cm. En general se observa que los resultados de aproximación de marea alta son mejores que en marea baja.

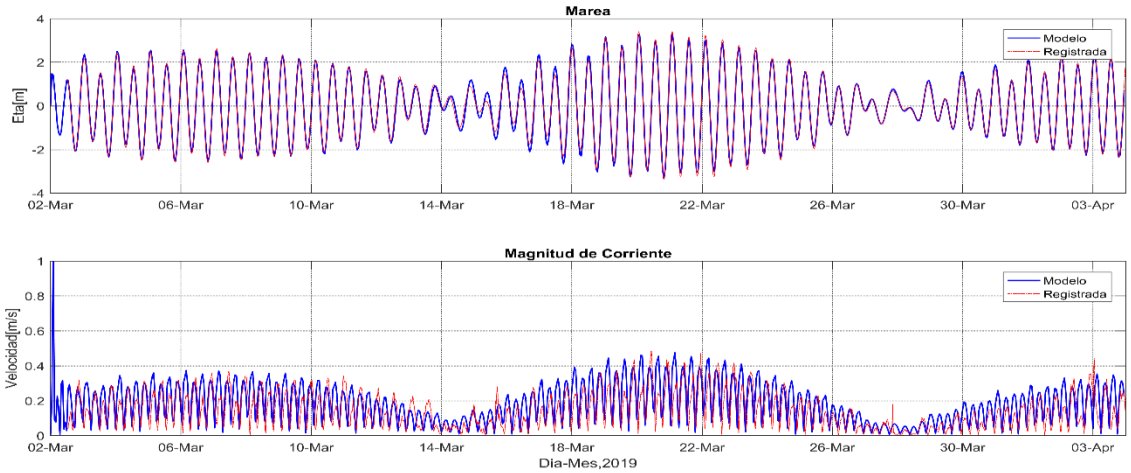


Figura IV. 40 Series de tiempo de variación del nivel del mar (panel superior) y magnitud de la velocidad de la corriente (panel inferior) para el periodo de medición de corrientes en sitio de estudio. Línea roja registrada por el sensor de corrientes, línea azul obtenidas por el modelo hidrodinámico

IV.2.1.6.6.2 Patrón de circulación de corrientes.

La Figura IV.41, Figura IV.42, Figura IV.43 y Figura**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** IV.44 muestran las salidas del campo de velocidad del modelo numérico calibrado para mareas vivas en condiciones de reflujo, cambio flujo-reflujo, flujo y cambio reflujo-flujo respectivamente. Se observa en los escenarios que la circulación de la corriente co-oscila con la marea, así mismo que durante el estado de reflujo tiene una mayor intensificación la magnitud de la corriente con relación al estado de flujo. En el caso de cambio de estado flujo a reflujo y viceversa, la magnitud de la corriente se atenúa para ambos escenarios.

Se observa que las velocidad para el sitio de estudio son del orden ~ 0.45 m/s, con una dirección de corriente predominante Oeste-Noroeste y Este-Sureste, lo cual coincide con la dirección predominante registrada por el sensor de medición S4DW (Correntómetro).

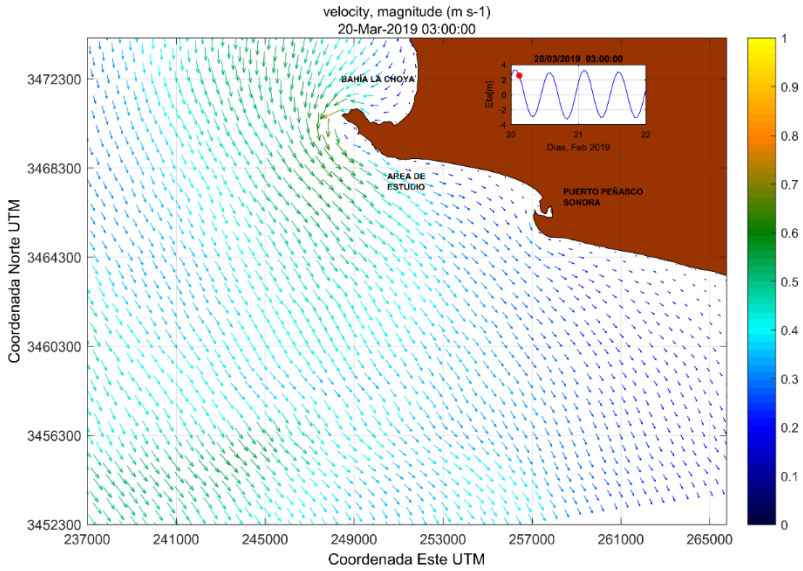


Figura IV. 41 Campo de velocidad del área de estudio correspondiente ha estado de reflujo. Panel superior derecho muestra la el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la magnitud de la corriente en ms^{-1}.

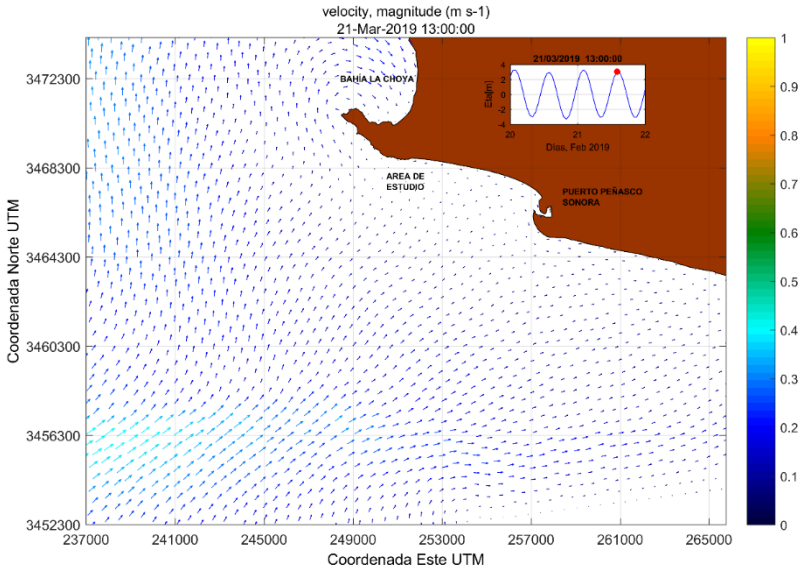


Figura IV. 42 Campo de velocidad del área de estudio correspondiente ha estado de flujo a reflujo. Panel superior derecho muestra la el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la magnitud de la corriente en ms^{-1}.

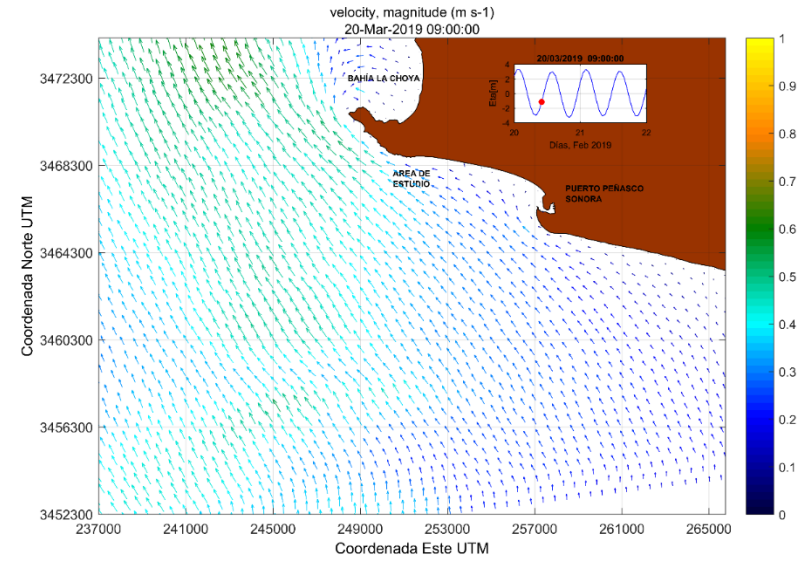


Figura IV. 43 Campo de velocidad del área de estudio correspondiente ha estado de reflujo. Panel superior derecho muestra la el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la magnitud de la corriente en ms^{-1}.

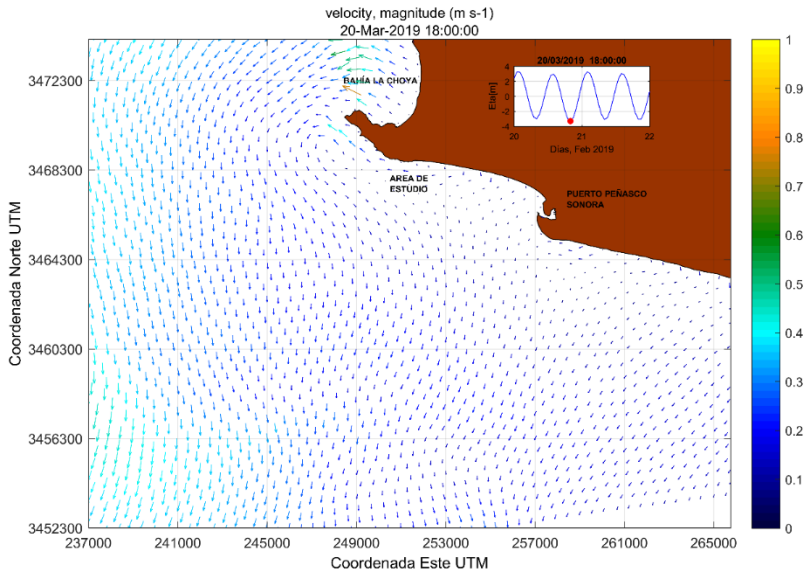


Figura IV. 44 Campo de velocidad del área de estudio correspondiente ha estado de reflujo a flujo. Panel superior derecho muestra la el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la magnitud de la corriente en ms^{-1}.

IV.2.1.6.6.3 Pluma de dispersión salina.

Campo cercano

De la simulación del modelo hidrodinámico para la dispersión de la pluma salina en campo cercano, se obtuvieron resultados del proceso de dispersión y dilución para un volumen constante de vertimiento de 100 lt/s de agua hipersalina (salmuera). La Figura IV.45 muestra el campo inicial de vertimiento, mientras que de la Figura IV.46 a la Figura IV.51 se muestran los campos de dispersión para un paso de tiempo de 5 minutos.

Se observa que existe una alta dilución ya en el punto de lanzamiento, lo cual no supera un radio mayor a los 80 metros en tiempo inicial. Conforme transcurre el tiempo la dispersión y dilución de la pluma salina esta se estabiliza a un radio menor a los 50 m, es decir la dilución se vuelve estacionario.

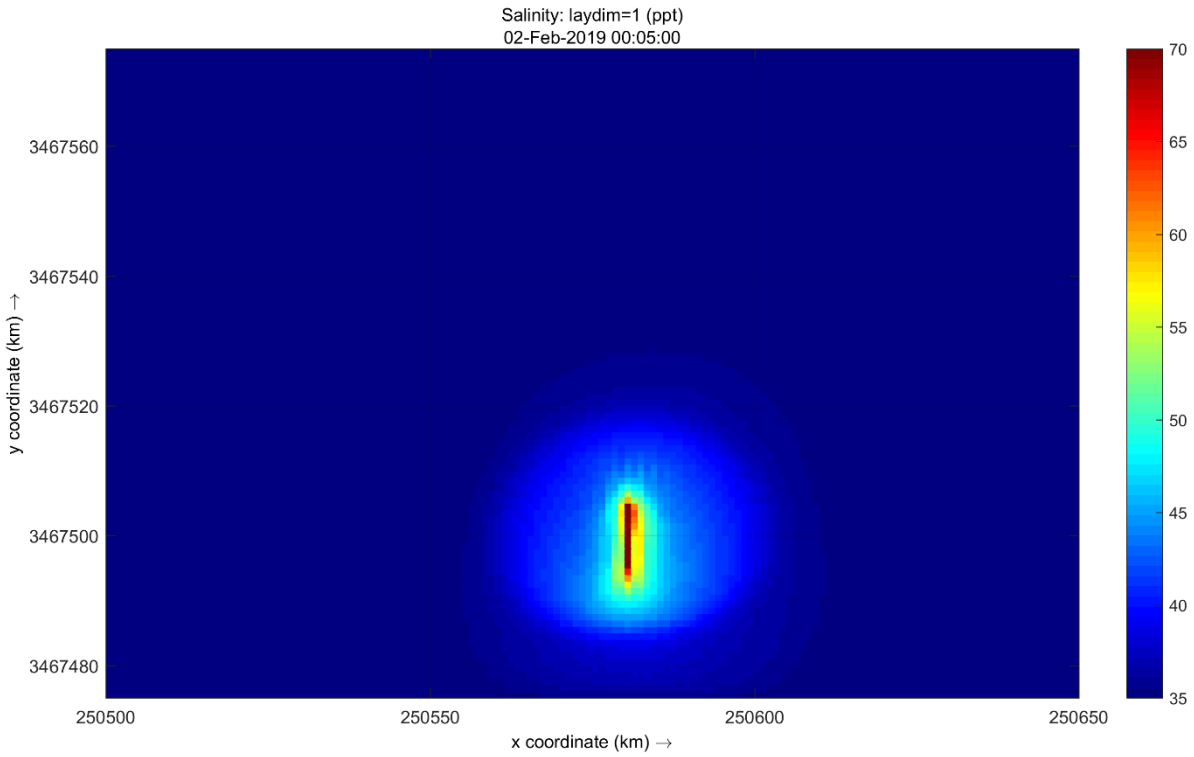


Figura IV. 45 Pluma de dispersión salina campo cercano para paso de tiempo inicial. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

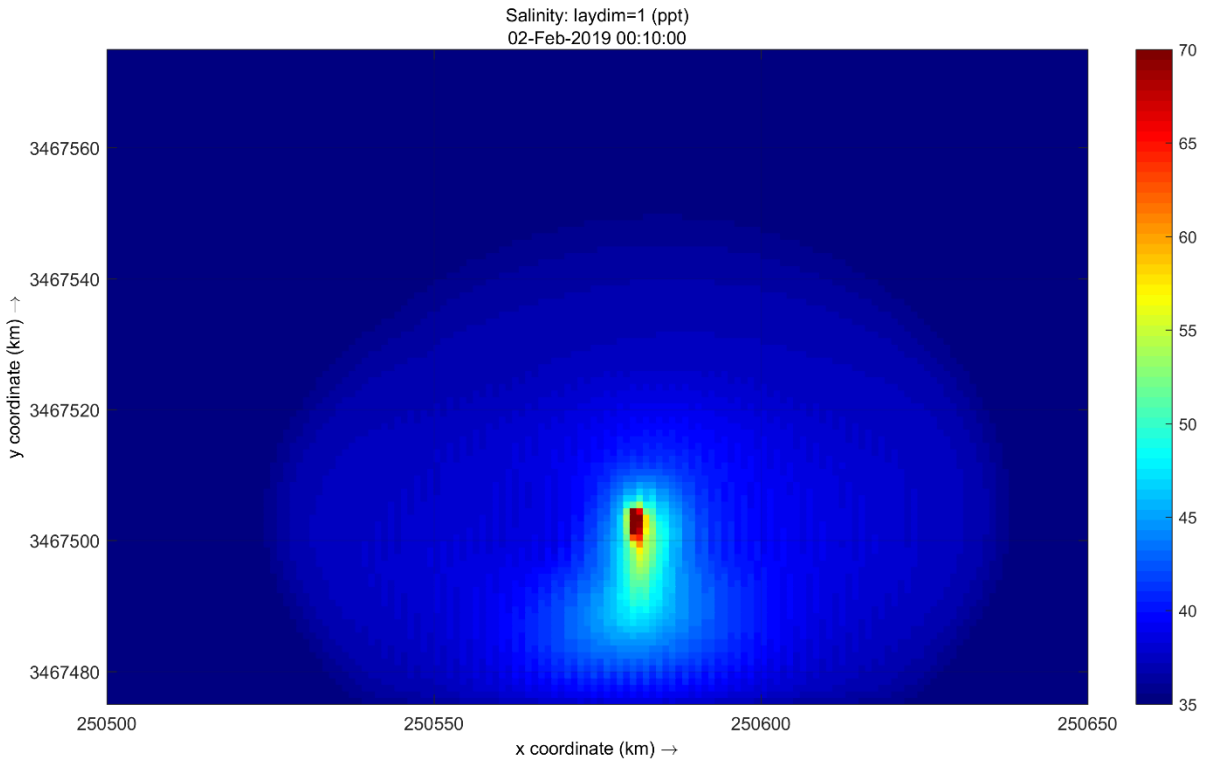


Figura IV. 46 Pluma de dispersión salina campo cercano paso de tiempo 2. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

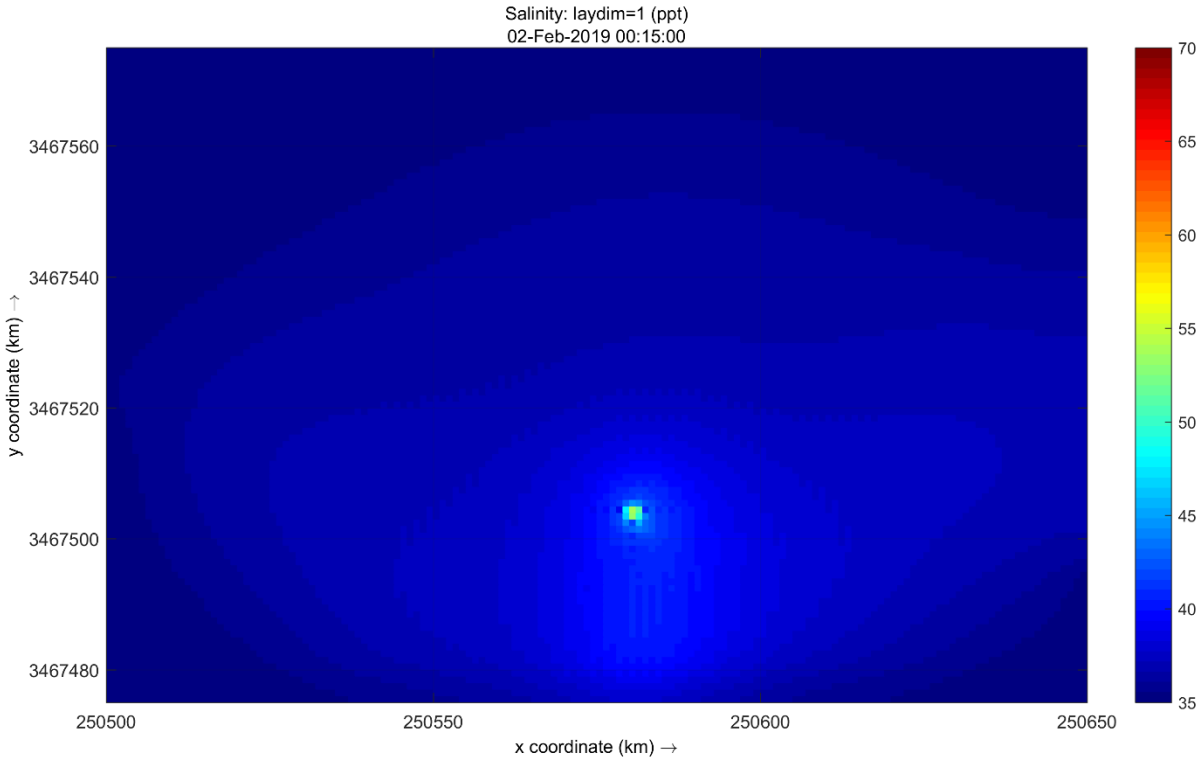


Figura IV. 47 Pluma de dispersión salina campo cercano paso de tiempo 3. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

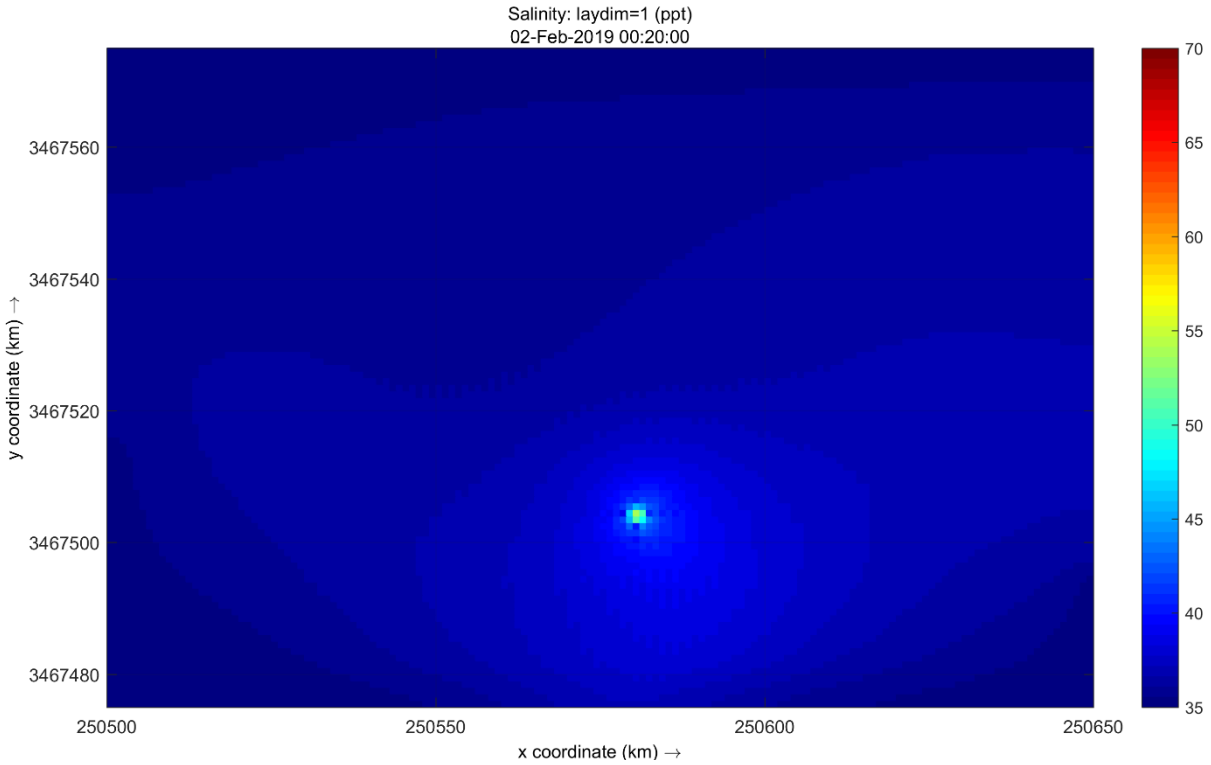


Figura IV. 48 Pluma de dispersión salina campo cercano paso de tiempo 4. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

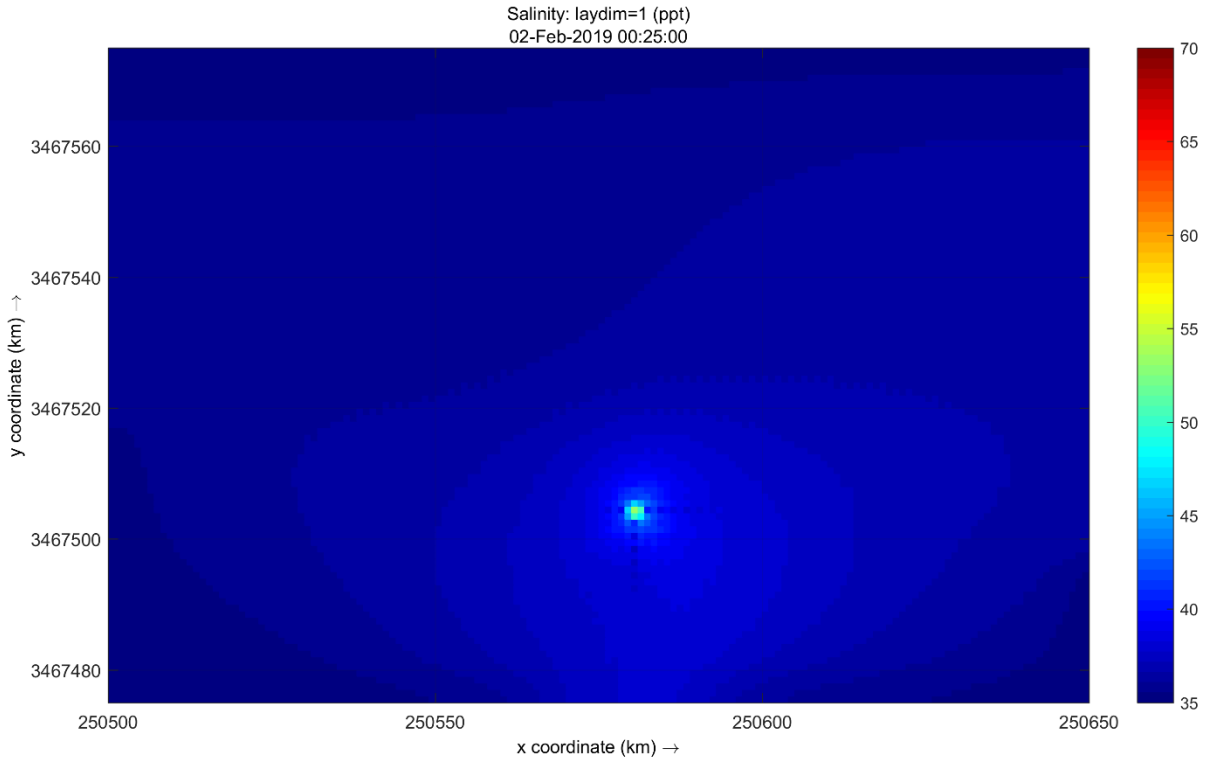


Figura IV. 49 Pluma de dispersión salina campo cercano paso de tiempo 5. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

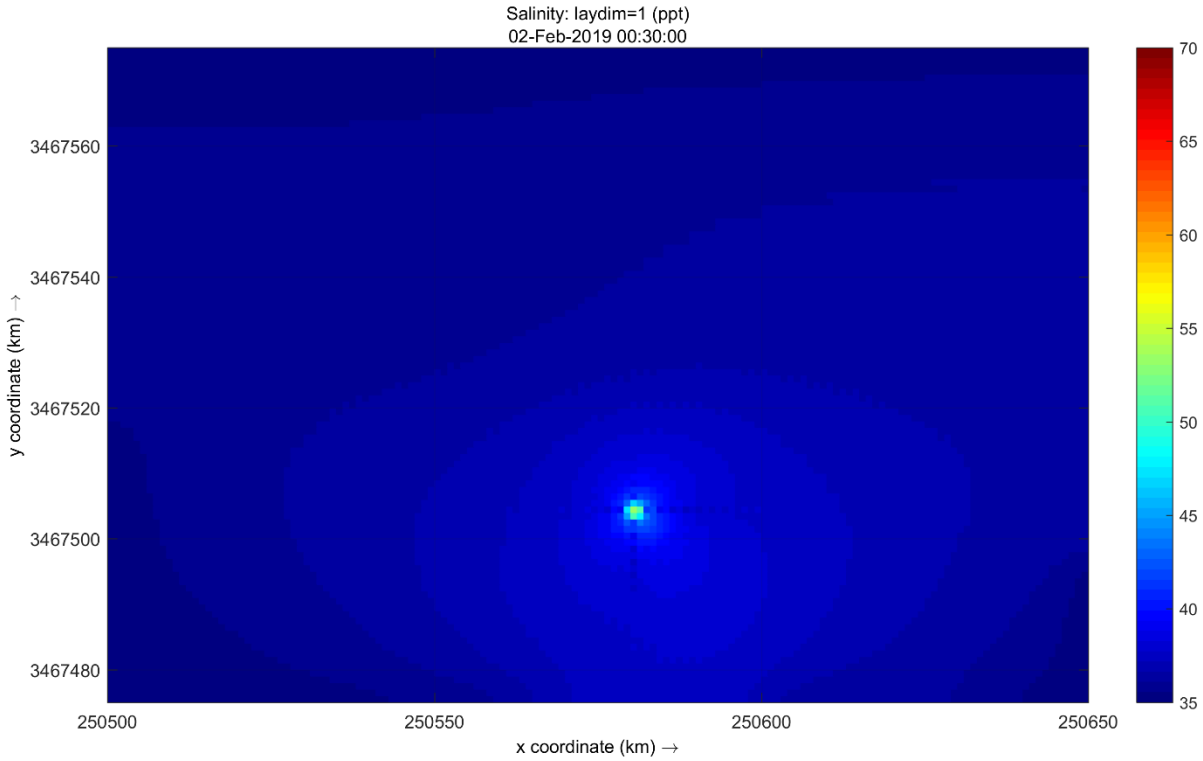


Figura IV. 50 Pluma de dispersión salina campo cercano paso de tiempo 6. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

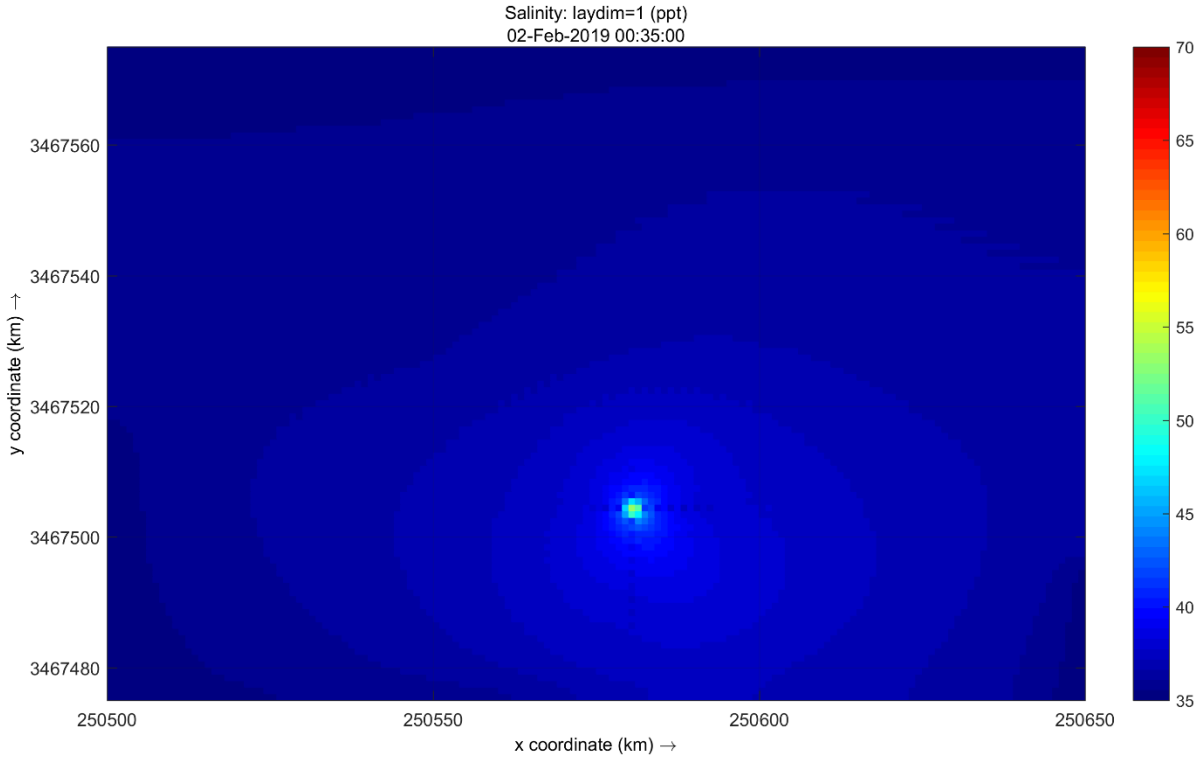


Figura IV. 51 Pluma de dispersión salina campo cercano paso de tiempo 7 . La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

CAMPO LEJANO.

De la Figura IV.52Figura IV. 52 a la Figura IV.61 se muestran salidas del campo lejano de dispersión y dilución de la pluma salina calculadas por el modelo numérico. Se observa que el proceso de dispersión y dilución del agua hipersalina (salmuera) no altera a gran escala la salinidad del medio receptor, esto debido a la alta dilución que presenta el sitio de estudio.

El alto nivel de dilución que presenta el sitio de estudio se estima que se debe a las altas velocidades de corrientes que se presentan provocados por la oscilación de la marea, donde se observan velocidades máximas del orden de 0.5 m/s.

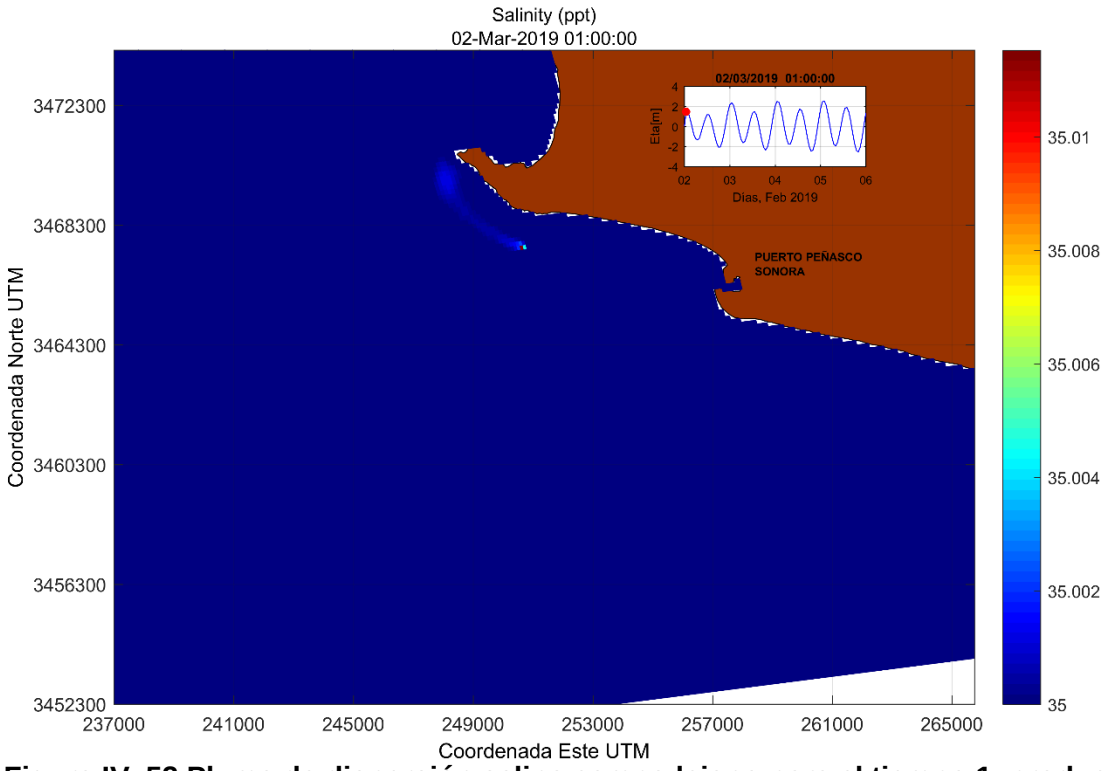


Figura IV. 52 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 1, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

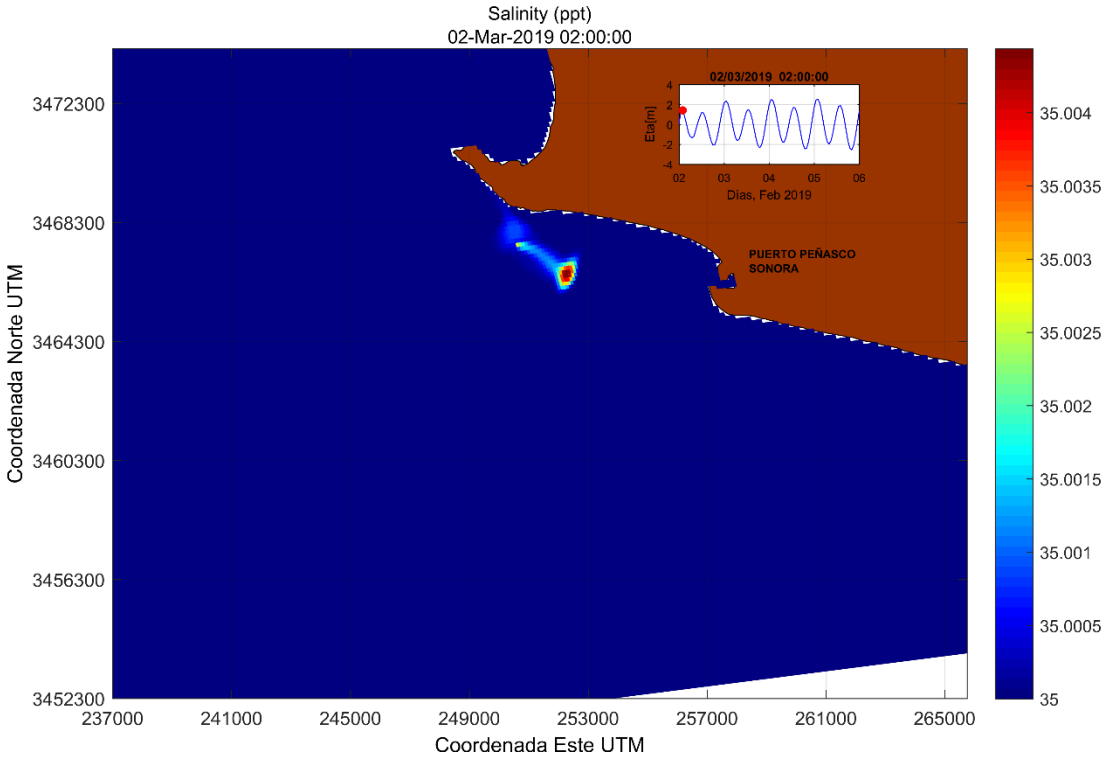


Figura IV. 53 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 2, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

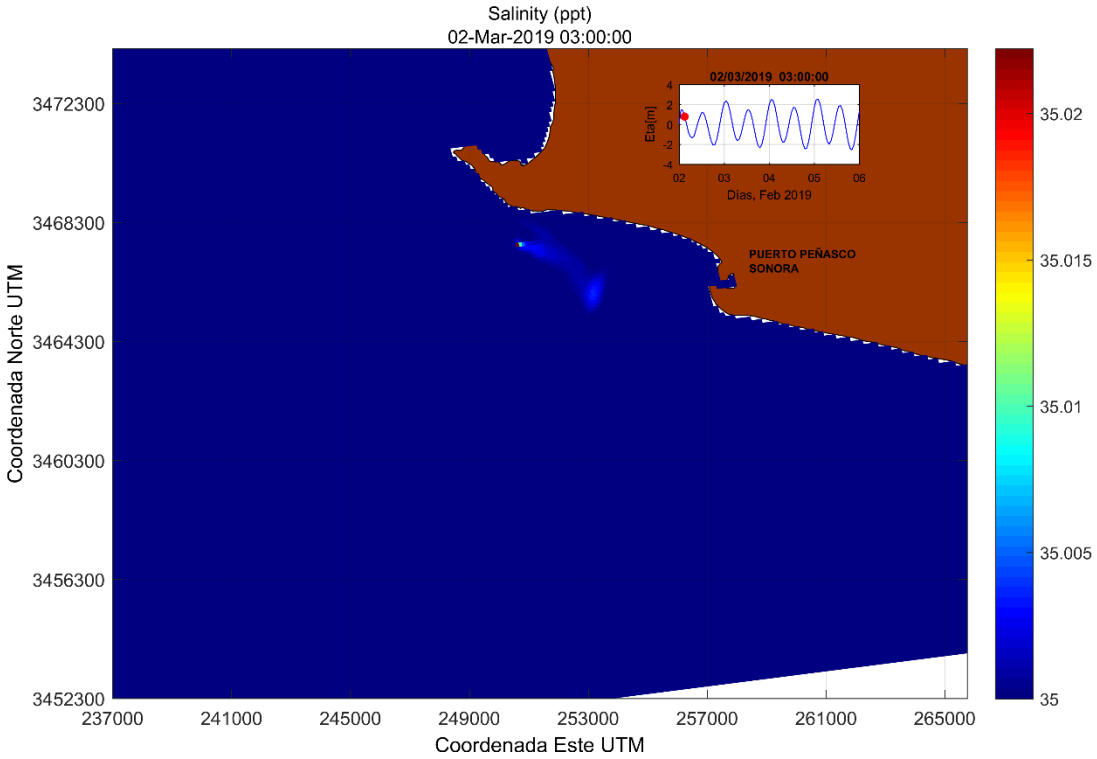


Figura IV. 54 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 3, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

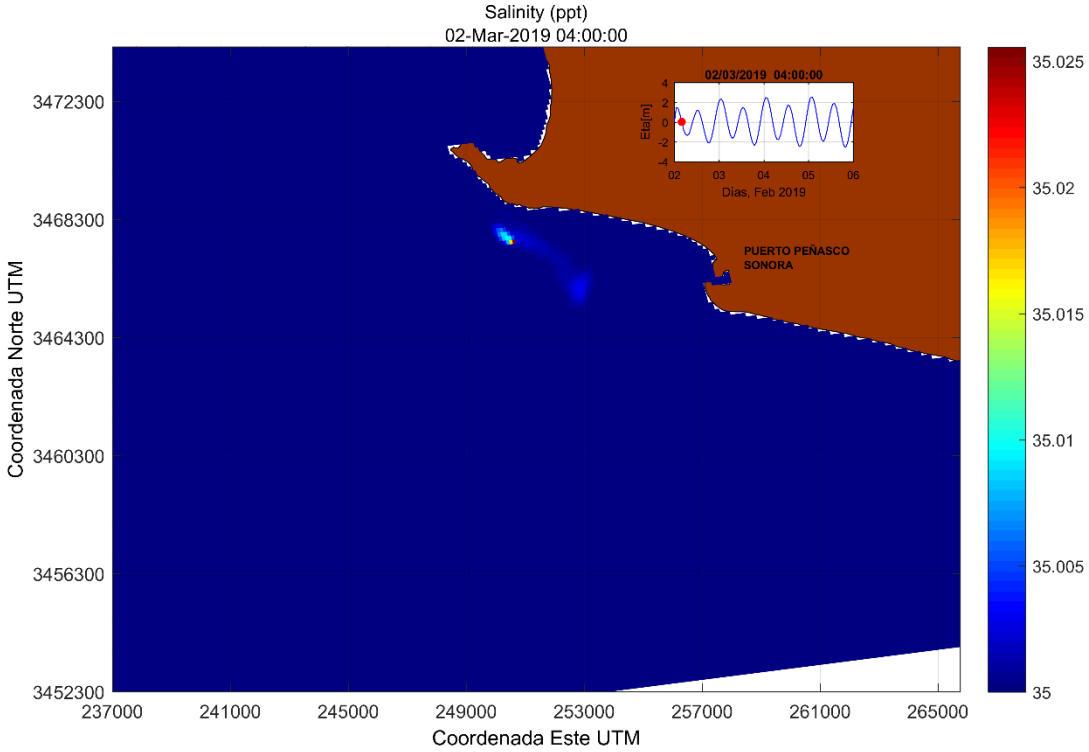


Figura IV. 55 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 4, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

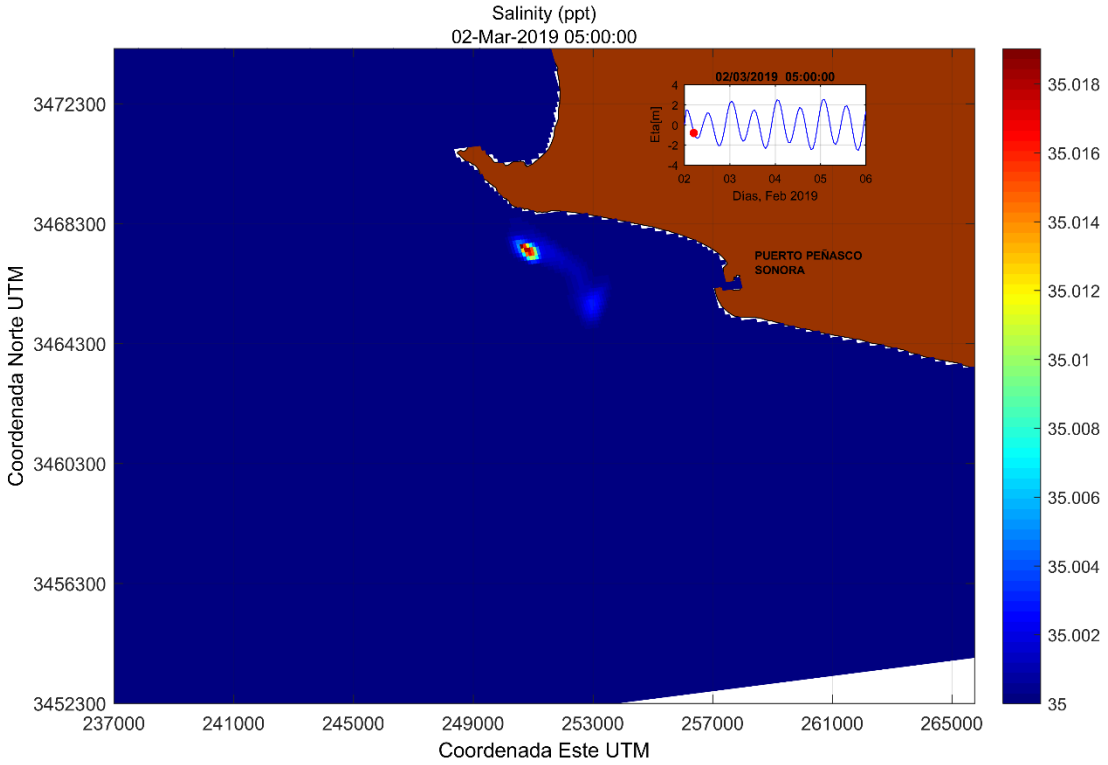


Figura IV. 56 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 5, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

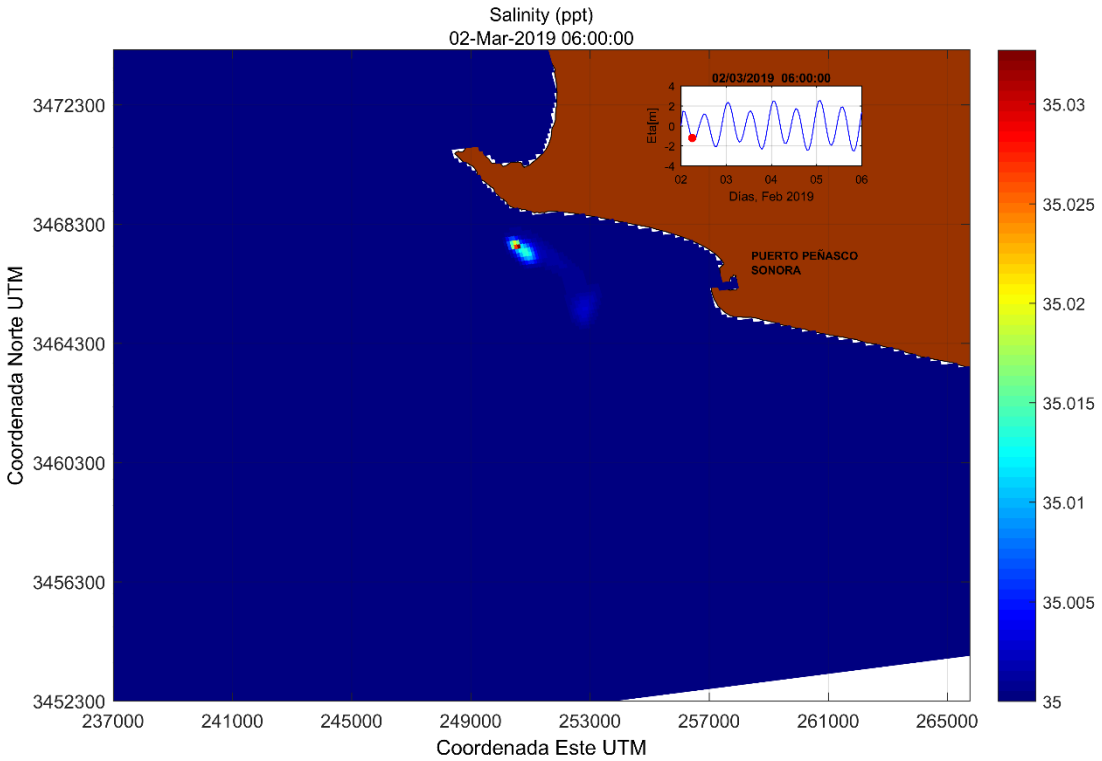


Figura IV. 57 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 6, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

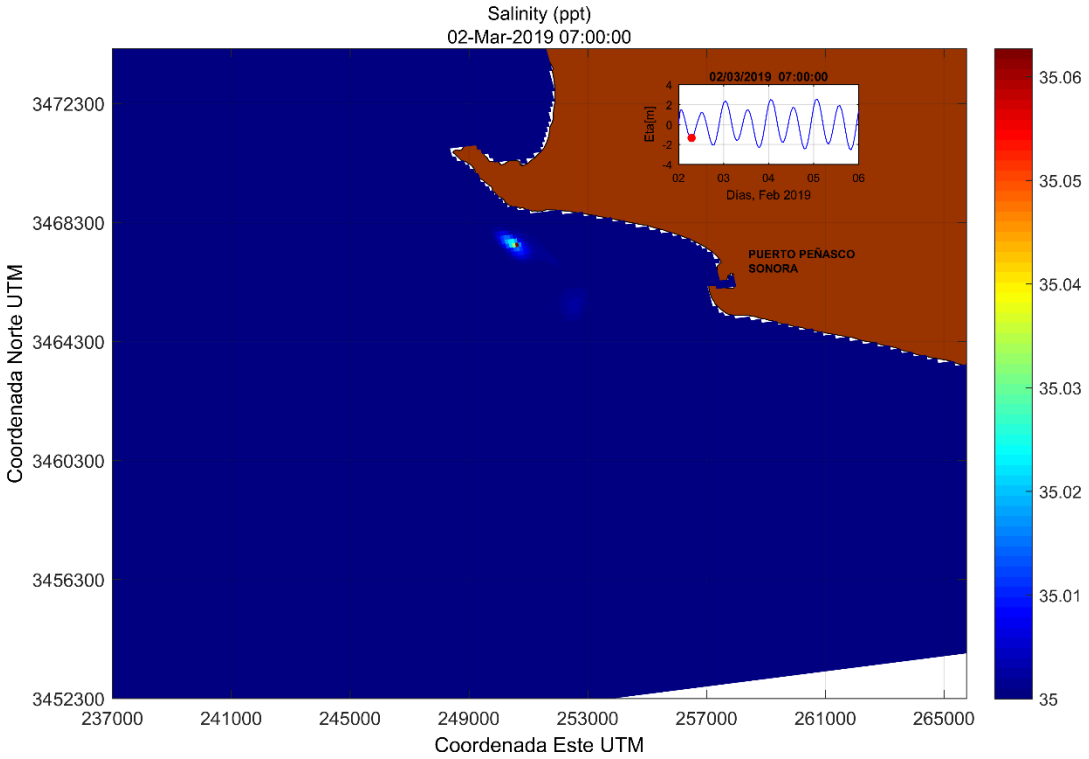


Figura IV. 58 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 7, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

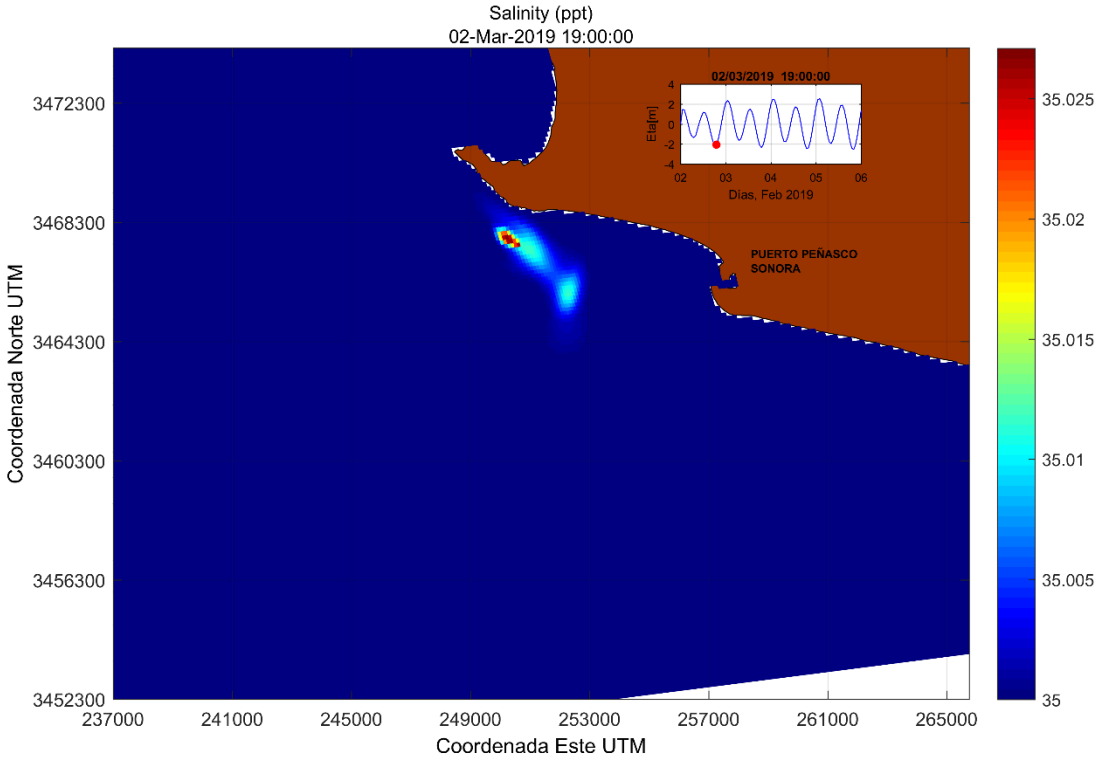


Figura IV. 59 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 8, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

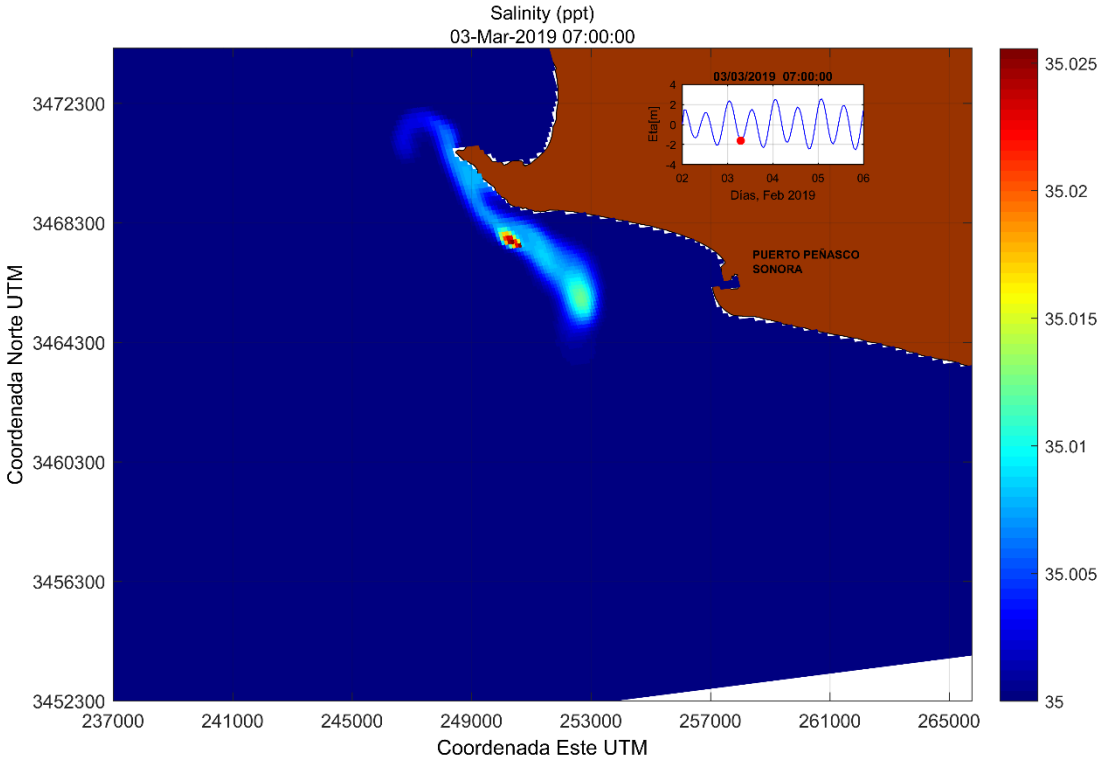


Figura IV. 60 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 9, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

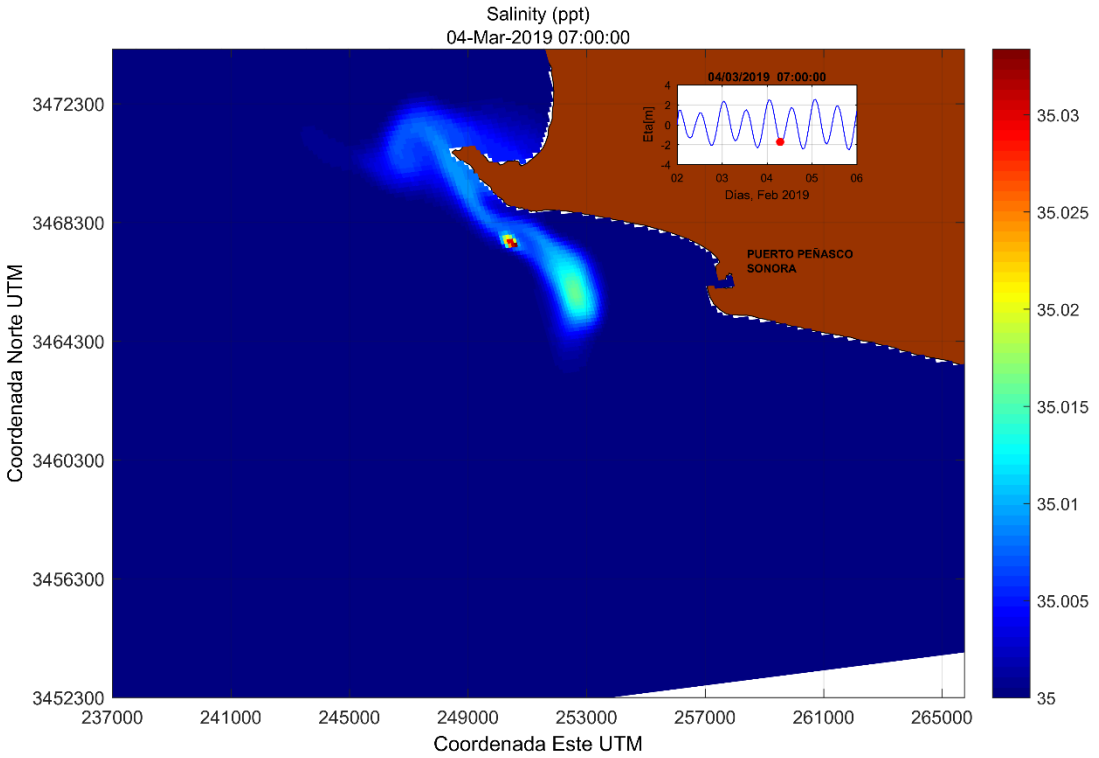


Figura IV. 61 Pluma de dispersión salina campo lejano para el tiempo 10, producto de vertimiento de salmuera al sitio de estudio por medio de difusores. Panel superior derecho muestra el mes, año, día, hora, minuto y segundo para el estado de marea para la figura. La escala de colores indica la salinidad en ppt (partes por mil).

IV.2.1.6.6.4 Conclusiones.

El patrón de corrientes para el sitio de estudio está fuertemente influido por la oscilación de la marea. La marea del sitio es de tipo semidiurna, con un rango máximo de variación del nivel del mar de aproximadamente 6.80 m. Se realizó de forma exitosa la calibración del modelo numérico hidrodinámico, al reproducir los valores registrados durante las campañas de medición de corrientes y marea.

El alto nivel de dilución que presenta el sitio de estudio se debe a las altas velocidades de corrientes que se presentan provocados por la oscilación de la marea y a la buena mezcla vertical de la columna de agua.

En el anteproyecto de norma “PROY-NOM-013-CONAGUA/SEMARNAT-2015, Que establece especificaciones y requisitos para las obras de toma y descarga que se deben

cumplir en las plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas", se establece en el Capítulo:

> *5.2.1 Descarga de agua de rechazo en el mar.*
>
> *II. Las descargas en el mar deben realizarse a través de mecanismos o dispositivos que aseguren que los sólidos disueltos totales en un radio no mayor a 100 metros de cada punto de descarga sea +-1.15 veces las condiciones naturales del cuerpo receptor y la temperatura +- 2°C, medidos en el borde del radio. En todos los casos se considerará el efecto acumulativo de las descargas existentes si las hubiera.*

De acuerdo con los resultados encontrados en el proceso de modelación de la descarga de salmuera, el proceso de dilución en la zona de interés con las características de corrientes, batimetría, mareas y otros datos de entrada del modelo, cumple con los requerimientos de dilución en una distancia no mayor a 100 mts del punto de descarga.

El proceso de dispersión y dilución de la pluma salina se realiza en un rango entre los 80 y 120 metros, por lo que no hay alteraciones de la salinidad a gran escala en el medio receptor.

El uso de emisores submarinos, para satisfacer las necesidades de agua potable de pequeñas poblaciones en el área de interés, es recomendable debido a la alta dilución de la pluma de salmuera, que genera el proceso de desalinización del agua de mar, verificada en las simulaciones presentadas.

IV.2.2 Medio biótico

Los factores bióticos de un ecosistema son la flora y la fauna. Incluyen a todos los seres que tienen vida, ya sean animales, plantas, bacterias, etc.

Un ecosistema siempre involucra a más de una especie vegetal que interactúa con factores abióticos. La comunidad vegetal está compuesta por un número de especies que pueden competir unas con otras, pero que también pueden ser de ayuda mutua. También existen otros organismos en la comunidad vegetal: animales, hongos, bacterias y otros microorganismos. Así que cada especie no solamente interactúa con los factores abióticos sino que está constantemente interactuando igualmente con otras especies para conseguir alimento, cobijo u otros beneficios mientras que compite con otras (e incluso pueden ser comidas). Todas las interacciones con otras especies se clasifican como factores bióticos; algunos factores bióticos son positivos, otros son negativos y algunos son neutros.

IV.2.2.1 Vegetación.

IV.2.2.1.1 Vegetación terrestre.

La vegetación del Estado de Sonora se puede clasificar en cinco tipos generales (Brown, 1994; Búrquez et al., 1999, Felger et al., 2000):

1) Selva Baja Caducifolia (bosque tropical deciduo).

2) Matorral Espinoso.

3) Matorral del Desierto.

4) Pastizal del Desierto.

5) Bosque de Encino y Bosque de Pino – Encino.

Existen dos clases de matorral espinoso en el estado, los matorrales costeros, denominados planicies costeras y el piedemonte, nombre utilizado para los matorrales espinosos de las laderas rocosas continentales que se distribuyen lejos de la costa, en los cerros que emergen en el Desierto Sonorense al centro del estado de Sonora.

El matorral desértico está conformado por las comunidades arbustivas existentes en el Desierto Chihuahuense, al noroeste de Sonora, y por las distribuidas en el desierto sonorense al noroeste.

La zona de estudio comprende los municipios de San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco y Gral. Plutarco Elías Calles, dentro de dicha área se identifican diversas comunidades vegetales, características de un ecosistema desértico, dentro de las más importantes se

encuentran la vegetación de desierto arenoso, matorral desértico micrófilo, matorral sarcocaule, matorral cracicaule, mezquital y vegetación halófita.

En el municipio de Puerto Peñasco se encuentra distribuida los distintos tipos de vegetación en las siguientes proporciones:

Tabla IV. 15 Tipos de Vegetación en Puerto Peñasco

Tipos de Vegetación	%
Vegetación de Desierto Arenosos	55.95
Matorral Desértico Microfilo	24.22
Matorral Sarcocaule	9.85
Áreas sin Vegetación Aparente	4.84
Vegetación Halófita	4.92
Zona Urbana	0.21

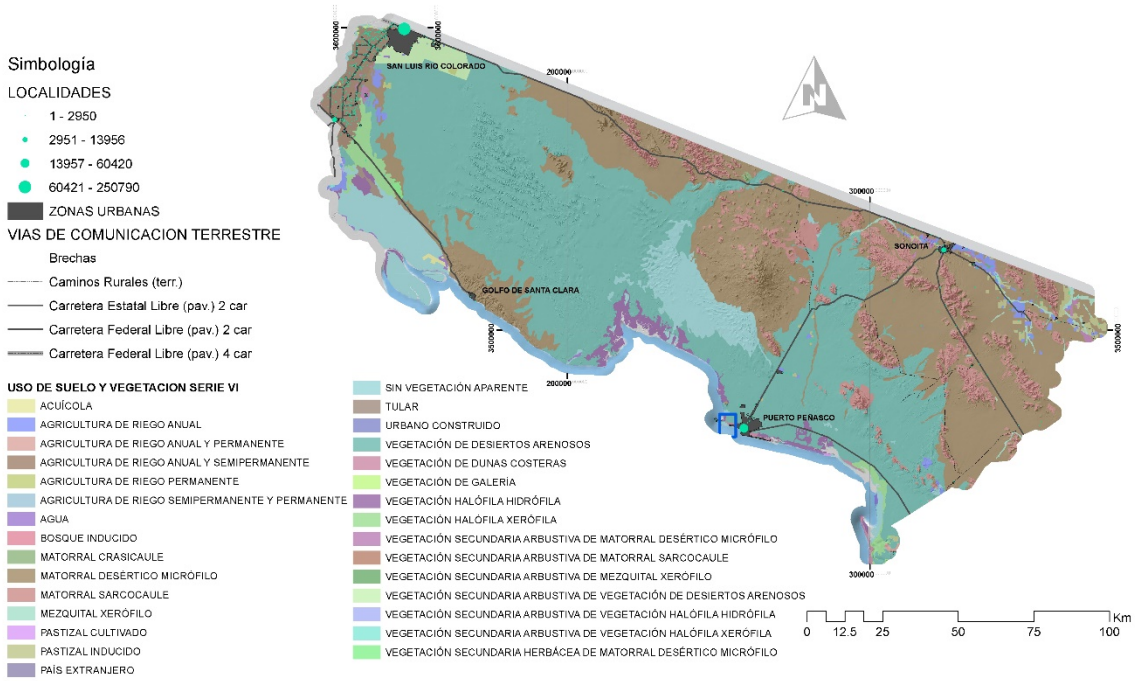


Figura IV. 62 Uso de suelo y vegetación.

Matorral desértico micrófilo.

Se distribuye sobre los terrenos de las provincias Llanura Sonorense y Sierras y Llanuras del Norte. Dentro del límite de la región este tipo de vegetación se localiza al Noreste - Sureste hacia Noroeste; y al Noroeste a Suroeste.

Este matorral ocupa grandes extensiones, pero en algunas zonas forma mosaicos con el matorral sarcocaule, el mezquital y el pastizal natural. Presenta principalmente tres fisonomías: la más común es la de matorral subinerme, en la que alrededor del 70% de las plantas no tienen espinas y cerca del 30% son espinosas; le sigue el matorral espinoso, donde más del 70% de las especies son espinosas; y por último, el matorral inerme, en el cual más del 70% de las especies carecen de espinas.

Lo integran diversas asociaciones vegetales que varían en composición florística y en el lugar de ubicación de acuerdo con factores físicos y bióticos, de tal manera que sólo algunas especies características tienen una amplia distribución y a la vez llegan a dominar, tal es el caso de gobernadora o hediondilla (Larrea tridentata), palo verde (Cercidium microphyllum, Cercidium floridum), palo fierro (Olneya tesota), ocotillo (Fouquieria splendens), gato (Acacia spp.), mezquite (Prosopis glandulosa), chamizo (Ambrosia chenopodiifolia), hierba del burro (Ambrosia dumosa) y rama blanca o hierba del vaso (Encelia farinosa).

Estas comunidades están compuestas de tres estratos vegetales:

- Estrato de 2 a 3 metros hay especies de palo verde (Cercidium microphyllum, C. praecox), ocotillo, palo fierro, mezquite, sahuaro (Carnegiea gigantea), cina (Lophocereus schottii), gato o mezquitillo (Acacia spp.), torote (Bursera microphylla), sangregado (Jatropha sp.) y Fouquieria sp.; en este mismo estrato se vegetación de galería hay especies como el guayacán (Guaiacum coulteri) o tepeguaje (Lysiloma divaricata).
- Estrato de 1 a 1.5 metros, que junto con el anterior contiene las especies dominantes, se encuentran principalmente Larrea tridentata, Acacia neovernicosa, A. greggii, sangregados (Jatropha cardiophylla, J. cuneata, J. cinerea, J. cordata), vinorama o granada (Lycium sp.), cholla (Opuntia cholla) y tasajillo (O. leptocaulis); pero en los terrenos menos secos o en las zonas de escurrimiento se presentan Prosopis glandulosa y Cercidium sp., al igual que Mimosa sp., jojoba (Simmondsia chinensis), Eysenhardtia orthocarpa, piojito (Caesalpinia pumila), Lophocereus sp., Condalia warnockii, Condalia lycioides, Lysiloma watsonii, granjeno (Celtis pallida), Tecoma stans y Dodonaea viscosa.
- Estrato más bajo (0.5 metros) dominan: las compuestas, entre ellas hierba del vaso y hierba del burro (Encelia californica); leguminosas, como Calliandra eriophylla, Cassia covesii, Mimosa sp. y Dalea sp.; gramíneas, tal es el caso de zacate

banderita (Bouteloua curtipendula), Bouteloua spp., Aristida adscensionis y Cathestecum erectum; quenopodiáceas, como el chamizo (Atriplex canescens) y saladita (Suaeda sp.); y varias especies de Jatropha.

Vegetación de desierto arenoso.

Se localiza al Noroeste a Noreste hasta Suroeste a Sureste. Es una comunidad ligada estrechamente a condiciones edáficas, se ha observado desde el nivel del mar hasta 150 m de altitud. Está constituida por herbáceas anuales y perennes, así como por arbustos pertenecientes, con frecuencia, a comunidades circunvecinas -matorral micrófilo, sarcocaule o vegetación halófila. Esas plantas se establecen en las dunas y las van estabilizando progresivamente al formar manchones de vegetación que desarrollan y retienen el suelo. Su composición florística y estructura es muy sencilla, pues el número de especies y de estratos vegetales es menor que el de los tipos de vegetación antes mencionados.

Felger menciona que, de 29 especies perennes localizadas sobre suelos arenosos, sólo 5 contribuyen a la vegetación de las laderas de dunas e interdunas, de modo que éstas únicamente cuentan con una cobertura de plantas perennes del 11.3%. Los elementos característicos encontrados sobre dunas altas inestables, en orden decreciente de cobertura son: Ephedra trifurca, Ambrosia dumosa, Hilaria rigida y Asclepias subulata; entre las efímeras, Abronia villosa, Dicoria canescens, Dithyrea californica, Drymaria viscosa, Lupinus arizonicus. Sobre dunas bajas inestables se encuentran: Atriplex canescens, Chamaesyce platysperma, Larrea tridentata y Prosopis glandulosa. Sobre dunas bajas parcialmente estables se encuentran: Hilaria rigida y Ambrosia dumosa como más abundantes, además de Aristida californica, Hilaria undulata, Larrea tridentata, Prosopis glandulosa y Tiquilia palmeri, entre otras.

Estas comunidades vegetales se mantienen muy cercanas a condiciones primarias y a pesar de la baja cobertura de sus especies algunas de ellas han sido utilizadas por los indios Papago como comestibles, por ejemplo: las semillas de Dicoria canescens, Mentzelia spp., Oligomeris lunifolia, Lepidium lasiocarpum, Eriogonum spp.; y los frutos de Prosopis glandulosa, Lycium andersonii, Phoradendron californicum, etc.

Matorral Sarcocaule.

Se distribuye en forma de manchones, principalmente en las sierras de la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses y en las llanuras de la subprovincia Llanura Costera y Deltas de Sonora. Dentro del límite del área de estudio este tipo de vegetación se extiende de Noroeste a Noreste hasta al Sureste B. fagaroides, Acacia cymbispina, Cercidium spp. y Fouquieria spp., que forman el estrato superior, cuya altura varía de 2 a 3 metros, aunque

en algunos lugares sobresalen Lysiloma divaricata, Haematoxylon brasiletto, Guaiacum coulteri y Cordia sp.

En el estrato medio, de 1 a 2 metros, son reportadas: tasajillo (Opuntia leptocaulis), Pithecellobium sonorae, Jatropha spp., Randia thurberi, Ziziphus sonorensis, Condalia coulteri, Phaulothamnus spinescens*, Desmanthus covillei*, Atamisquea emarginata*, Rathbunia alamosensis*, Caesalpinia platyloba, Ipomoea arborescens y Eysenhardtia polystachya, entre otras.

En el estrato inferior, de 0.15 a 0.70 metros, hay diferentes especies de Opuntia, Croton flavescens, Lycium berlandieri, Pereskiopsis porteri y, entre las gramíneas, los géneros Aristida, Bouteloua, Cathestecum, Muhlenbergia y Setaria.

Este matorral se utiliza también en la actividad pecuaria, pero su grado de alteración es mayor que en el caso del micrófilo. Algunos de sus elementos forrajeros son: Acacia cymbispina, Caesalpinia pumila, Cercidium spp., Bursera laxiflora, Prosopis glandulosa y diferentes especies de gramíneas. Además, se aprovechan localmente para obtener madera, Prosopis spp., Olneya tesota, Guaiacum coulteri, Haematoxylon brasiletto, Ipomoea arborescens y Ziziphus sonorensis, entre varias más.

Vegetación Halófila.

Este tipo de vegetación se esparce en pequeñas franjas y manchones sobre la costa, ocupando generalmente llanuras de diferentes tipos en las subprovincias Desierto de Altar y Llanura Costera y Deltas de Sonora. En específico se encuentra en la zona costera al Noroeste y Suroeste del área de estudio.

Se desarrolla desde el nivel del mar hasta 150 m de altitud, en zonas con acumulación de sales, está constituida de arbustos y hierbas, algunas suculentas, que pueden ser halófilas facultativas u obligadas. Los climas en los que se desarrolla son muy secos semicálidos y cálidos, con temperaturas medias anuales de 20 a 24 grados centígrados y precipitación total anual menor a 200 mm. Las unidades de suelo que la sustentan son principalmente solonchak y regosol con fase sódica.

Cerca de Bahía Adair se encuentra la asociación de vidrillo (Salicornia) - vara dulce (Aloysia) - yerbareuma (Frankenia); en las proximidades de Punta Jagüey, la de zacatón (Sporobolus airoides)- chamizo (Atriplex canescens)- cholla (Opuntia bigelovii); y en zonas aledañas a Bahía Sargento, la de Frankenia-hierba del burro (Allenrolfea occidentalis).

Sobre la costa sur domina Allenrolfea occidentalis, acompañada por saladilla (Suaeda ramosissima) y chamizo, que se distribuyen en forma agregada. Además, Felger cita las

siguientes especies arbustivas: Atriplex barkleyana, Maytenus phyllanthoides y Suaeda torreyana en las costas del norte del Golfo de California.

Matorral Crasicaule.

Este tipo de vegetación se esparce al Noreste en una zona limitada en las sierras situadasal este y sureste de Sonoyta, donde dominan saguaros (Carnegiea gigantea), palo verde (Cercidium sp.), Myrtillocactus sp., Opuntia bigelovii y Encelia farinosa.

Este matorral se caracteriza por la dominancia de elementos con tallos crasos de diversas formas, que integran asociaciones locales como los cardonales y nopaleras. Se encuentra entre 0 y 150 m sobre el nivel del mar.

Mezquital

Este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia de diferentes especies de mezquites (principalmente Prosopis glandulosa, P. glandulosa var. torreyana y P. velutina), acompañadas por otros arbustos espinosos e inermes que también se encuentran en los matorrales adyacentes, ya sea micrófilo o sarcocaule. Su altura varía de 3 a 5 metros, los elementos que lo constituyen están agrupados en dos o tres estratos.

Ocupa gran parte de los terrenos pertenecientes a la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses, y una pequeña zona de los de la Llanura Costera y Deltas de Sonora.

IV.2.2.1.2 Vegetación terrestre en la zona del proyecto.

De acuerdo con Inegi, la zona del proyecto presenta una baja diversidad de clases de cubierta vegetal del suelo. A diferencia de las diversas clases encontradas en la región de estudio, en la zona del proyecto se identificaron cuatro clases de cubierta vegetal del suelo:

- Vegetación de desiertos arenosos.
- Vegetación de dunas costeras.
- Vegetación halófila hidrófila.
- Sin vegetación aparente.

Así como se identifica a nivel regional, una de las clases de cubierta vegetal de suelo más importantes corresponde a la clase Vegetación de desierto arenosos, la cual cubre la mayor

parte del territorio en la zona del proyecto, principalmente al norte de la misma.

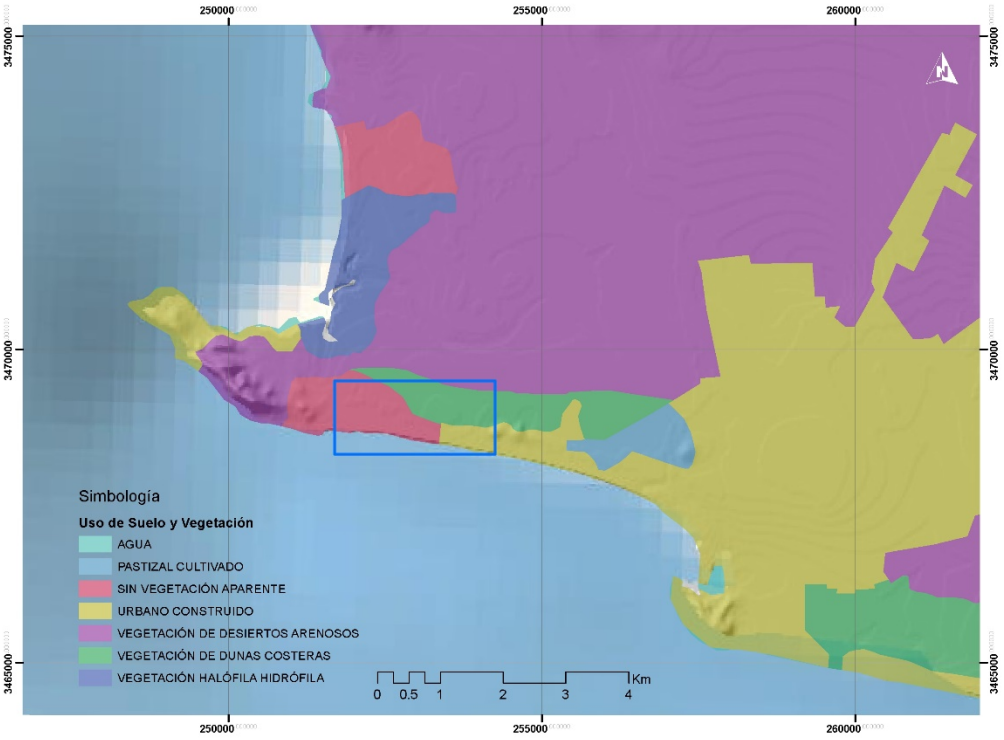


Figura IV. 63 Uso de suelo y vegetación en el área del proyecto.

La parte costera se encuentra representada en su mayoría a Vegetación de dunas costeras y Sin vegetación aparente. Las áreas con vegetación de tipo halófila hidrófila se encuentran ubicadas en la parte oeste de la zona en mención, correspondiendo a zonas de humedales.

La zona identificada con cubierta vegetal de tipo pastizal cultivado corresponde a campos de golf de los desarrollos turísticos.

IV.2.2.1.3 Vegetación terrestre en el predio del proyecto.

De acuerdo a la clasificación desarrollada por el INEGI (Serie V, escala 1:250,000), el área del proyecto se localiza dentro del tipo de Vegetación de Dunas Costeras. Este tipo de vegetación se aprecia parcialmente en la imagen siguiente.



Figura IV. 64 Imagen que muestra parte del área del proyecto clasificada Vegetación de Dunas Costeras

Descripción del tipo de vegetación a afectar con el desarrollo del proyecto

Vegetación de Dunas Costeras

Este tipo de vegetación comprende comunidades vegetales que se establecen a lo largo de las costas y se caracteriza por presentar plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opunita dilleni*), riñonina (*Ipomeea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), Hierba del pescado (*Croton sp*) y verdolaga del desierto (*Sesuvium portulacastrum*), entre otras. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia sp*), espino blanco (*Acacia haerocephala*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), zacate salado (*Distichlis spicata*) y zacatón alcalino (*Sporobolus sp*), entre otros.

La actividad económica principal que se desarrolla en este tipo de vegetación es el pastoreo con ganado bovino y caprino. En algunos casos se presenta la eliminación de la vegetación de dunas para incorporar terrenos a otras actividades económicas, aunque el aprovechamiento actual de esos ecosistemas es el pastoreo con animales domésticos.

En el área del proyecto, la vegetación está dominada por poblaciones de hierba loca (*Astragalus magdalenae*), especie tóxica para el ganado y que no está listada en la Norma Oficial Mexicana.



Figura IV. 65 Imagen de una planta de hierba loca, Astragalus magdalenae, creciendo sobre el suelo de dunas del terreno del proyecto considerado por el INEGI como Urbano Construido

IV.2.2.1.4 Vegetación acuática.

Para describir las características bióticas presentes en la region de interés, se hizo una revisión de la bibliografía especializada y de la información cartográfica disponible.

De acuerdo al Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado publicado por SEMARNAT-CONANP,2009, la vegetación presente en la zona marina de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, está representada por tres tipos: marina, acuática y semiacuática y en los humedales costeros e islas Montague y Pelícano por vegetación halófita.

Vegetación marina.

La vegetación marina es característica en ambientes rocosos dentro de la zona de la reserva, encontrándose áreas de este tipo cercanas al área de interés. Se reconocen cerca de 358 especies que se concentran en estos ambientes. Así mismo se observa la ocurrencia de pastos marinos dominados por Spartina foliosa, principalmente en humedales costeros.

De acuerdo a Pacheco-Ruíz, I., et al., 2008, se tiene referencia de la presencia de 328 especies de macroalgas para la zona norte del Golfo de California y 580 para todo el Golfo. De las cuales, se pueden considerar 55 de importancia económica. Así mismo, se hace referencia a la variabilidad de las mismas durante el año.

Vegetación halófita:

La vegetación de este tipo se encuentra distribuida en pequeñas áreas al margen de la costa del Alto Golfo de California y delta del Río Colorado. Se presenta de forma asociada de arbustos halófitos de poca altura con tallos y hojas suculentas, hierbas y algunos zacates perenes. Se presenta en gran parte de las islas Montague y Pelícano

La vegetación de este tipo se halla en áreas pequeñas a lo largo de la costa en el Alto Golfo de California y en varias zonas en el delta del Río Colorado. Está formado por una asociación de arbustos halófitos de poca altura con tallos u hojas suculentas, hierbas y algunos zacates perennes. Las islas Montague y Pelícano sostienen este tipo de vegetación en casi todo su contorno y es más densa en los esteros y principales canales que desembocan en ellas; esta vegetación se compone únicamente por zacate salado (Distichlis palmeri).

Vegetación acuática y semiacuática:

Este tipo de vegetación se encuentra al margen norte de la Bahía Adair en donde se localizan zonas con afloramientos de agua dulce y salobre, conocidos localmente como “pozos”, que concentran especies de plantas acuáticas y semiacuáticas. La especie Nitrophila occidentalis es pionera en estos hábitats y el zacate salado (Distichlis spicata) es la segunda colonizadora. Las especies más comunes de este tipo de vegetación son Apocynum cannabium, hierba del diablo (Aster intricatus), escoba amarga (Baccharis sergiloides), cachanilla (Pluchea odorata, P. sericea), rabo de mico (Heliotropium curassavicum), Sarcobatusvermiculatus, Cyperus lacyigatus, Eleocharis rostellata, pata de grulla (Scirpus americanus, S. maritimus), tornillo (Prosopis pubescens), junco (Juncus acutus), Lythrum californicum, carrizo (Phragmites australis), cola de zorra (Polypogon monspeliensis), Ruppia maritima, sauce coyote (Salix exigua), hierba del manso (Anemopsis californica), tule (Typha domingensis), hierba del burro (Ambrosia dumosa), chamizo (Atriplex barclayana) y zacatón alcalino (Sporobolus airoides).

Especies de Flora acuática que se encuentran listadas en la NOM-ECOL-059-2001: de la revisión realizada a la composición de la flora reportada para esta zona, ninguna de ellas se encuentra dentro de lista de especies que la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-200119, cataloga en algún estatus de protección.

Estudio de monitoreo submarino en la zona del proyecto.

Para la caracterización del ecosistema se siguió el protocolo de monitoreo del ecosistema elaborado inicialmente y aplicado en el norte del Golfo de California por investigadores, estudiantes, buzos comerciales y técnicos de la Universidad de Arizona, la Universidad de California en Santa Cruz, el Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C. y Comunidad y Biodiversidad, A.C.

El monitoreo submarinos de los sitios se llevó a cabo el 24 de mayo de 2019 con ayuda de equipo SCUBA y una embarcación menor, dos buzos realizaron las inmersiones y tres personas apoyaron desde la embarcación. La metodología que se utilizó fue la metodología desarrollada inicialmente por la Universidad de California en Santa Cruz adaptada para el Golfo de California, esta consiste en censos de peces, invertebrados, registro de algas predominantes y características físicas del sitio. También se llevó a cabo grabación de video con cámara submarina.



Figura IV. 66 Equipo de buceo SCUBA y ahuyentador de tiburones utilizado en el estudio.

Se seleccionaron tres sitios de muestro para la caracterización del sitio de interés. Los sitios seleccionados presentan diferentes niveles de profundidad y características de fondo distintivas. La distribución de los puntos se muestra en la imagen inferior.

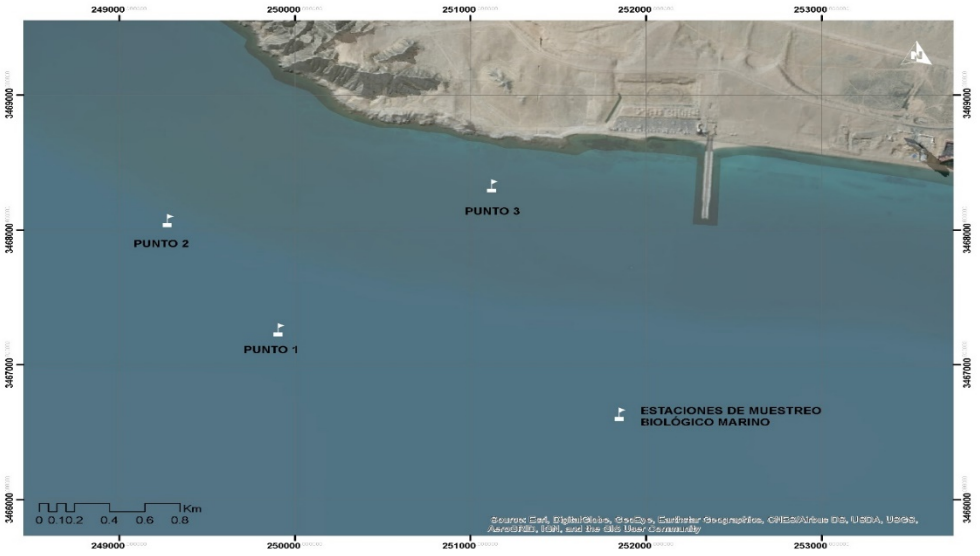


Figura IV. 67 Puntos de muestreo submarino biológico marino

Tabla IV. 16 Ubicación de las estaciones de muestreo en coordenadas UTM, Zona 12 Datum WGS1984.

ESTACIÓN DE MUESTRO	COORD. X	COORD. Y
Punto 1. Profundo	251125	3468325
Punto 2. Lateral	249910	3467260
Punto 3. Costa	249280	3468070

En cada uno de los tres sitios de monitoreo se realizaron dos transectos de peces, dos de invertebrados y se realizó un reconocimiento de las características físicas y de algas predominantes de cada sitio.

La localización del sitio de interés se llevó a cabo con GPS, se colocó un ancla con boya en el sitio y se inició la inmersión para realizar el primer transecto desde el ancla de localización hasta el final de los 30 mt, el segundo transecto se inició desde el punto final del primer transecto.



Figura IV. 68 Ubicación de estación de muestreo con boya e inmersión de dos buzos.

Los censos de peces se realizaron con los 2 censadores, con apoyo de equipo submarino SCUBA. De acuerdo a la metodología propuesta, los buzos inician al asegurar el transecto, fijando la cinta métrica en el punto de inicio a un objeto existente o se clava una varilla en el fondo.

Una vez fijo el punto inicial con la cinta métrica, el buzo inicia el censo, siguiendo una dirección elegida previamente y en dirección paralela a la costa sobre la misma profundidad. El buzo o censador que va en el fondo cuenta los peces que se encuentran en una ventana imaginaria de dos metros de alto y dos metros de ancho a lo largo de los 30 metros que mide el transecto, es importante que solo se cuente los organismos que están adelante y mantener una velocidad constante.

Se cuenta y estima las tallas de todos los peces conspicuos (visibles). Los buzos calculan la longitud total (LT) de los peces al centímetro más cercano y para los peces más grandes (> 20 cm) al intervalo de 5 cm más cercano.

La visibilidad se determinó midiendo la distancia a la que el buzo puede ver el extremo de la cinta conforme la enrollan nuevamente. El censador 1 se encarga de colocar el transecto y el censador 2 se encarga de retirarlo.



Figura IV. 69 Imagen de tabla para monitoreo y transecto

Puerto Peñasco, Sonora

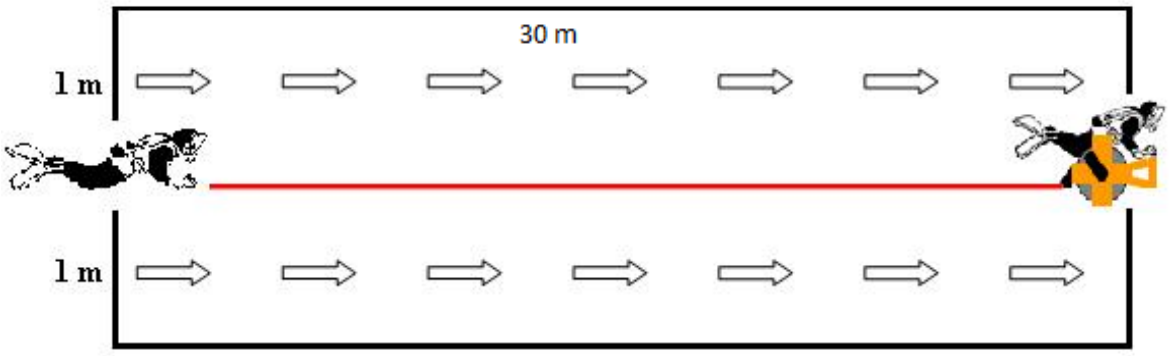


Figura IV. 70 Dibujo de transecto para censos submarinos.

Para el censo de invertebrados y algas, el objetivo del muestreo por franja es calcular la densidad de los invertebrados conspicuos, solitarios y que tienen movilidad, así como macroalgas específicas.

Los invertebrados se contaron a lo largo del transecto de 30 m de largo por 2 m de ancho. Específicamente, el censador nada lentamente en la dirección establecida contando los invertebrados seleccionados (busca en huecos y grietas) y al mismo tiempo identifica las principales macroalgas.

Los resultados del monitoreo biológico marino arrojaron los siguientes resultados:

Tabla IV. 17 Características generales del sitio de monitoreo 1.

Nombre sitio	No transecto	Profundidad (metros)	Corriente	Visibilidad (metros)	Temperatura (°C)	Dirección transecto
Punto 1 profundo	Transecto 1	18.9	Ligera	2	22	270
	Transecto 2	19.3	Ligera	2	22	260

El Punto 1 profundo, tiene un tipo de sustrato arenoso blando, compuesto por arena fina, sedimento lodoso fino y pedazos finos de concha de bivalvos y gasterópodos.

Presenta fondo plano con mínima pendiente hacia el oeste. Tiene cobertura inanimada de sedimento fino con textura suave. Presencia de organismos intersticiales pequeños como poliquetos, poliquetos entubados, bivalvos y crustáceos pequeños. Se observaron únicamente fragmentos de algas cafés del genero *Sargassum* sin fijación aparente al fondo.

Tabla IV. 18 Características generales del sitio de monitoreo 2.

Nombre sitio		No transecto	Profundidad (metros)	Corriente	Visibilidad (metros)	Temperatura (°C)	Dirección transecto
Punto 2 lateral		Transecto 1	17.8	Ligera	2	22	270
		Transecto 2	17.8	Ligera	2	22	270

El Punto 2 lateral tiene un tipo de sustrato arenoso, compuesto por mezcla de arenas finas, arena gruesa, sedimento fino, lodo y pedazos finos de concha de bivalvos y gasterópodos.

Presenta fondo plano sin pendiente aparente. Tiene cobertura inanimada de sedimento fino. Presencia de organismos intersticiales pequeños como poliquetos, poliquetos entubados (*Vermetid sp*.), bivalvos y crustáceos pequeños. Se observó únicamente un coral gorgonia muerto cubierto de alga café del genero *sargassum*.

Tabla IV. 19 Características generales del sitio de monitoreo 3.

Nombre sitio	No transecto	Profundidad (metros)	Corriente	Visibilidad (metros)	Temperatura (°C)	Dirección transecto
Punto 3 costa	Transecto 1	10.1	Ligera	2	22	60
	Transecto 2	10.1	Ligera	2	22	30

EL sitio 3 somero tiene un sustrato compuesto por parches de roca contigua plana “tepetate” compuesta de coquina (sedimentaria) rodeado de arena gruesa mezclada con sedimento fino y pedazos gruesos de concha de bivalvos y gasterópodos.

Esporádicamente se observaron rocas basálticas y graníticas pequeñas. Presenta relieve plano con ligeras pendientes (10-20 cm) entre roca y arena. Tiene proporciones de cobertura inanimada de puro “tepetate”, con proporciones de cobertura de esponja naranja *Halichondria sp*., esponjas cafes *Terpios zeteki*, gris y blanca *Geodia mesotriaena*, con presencia de algas cafés *Sargassum sinicola* y *S. herporhizum* a manera de pequeños bosques temporales con altura de alrededor de 1 m.

Así mismo, se observa presencia de alga del genero *Colpomenia tuberculata* y algunas algas rojas calcáreas del genero Amphiroa, coralinas incrustantes y rodolitos de varios tamaños del género Lithophyllum. Se observó también alga roja cilíndrica del genero Scinaia. Se observó coral *Porites panamensis*, briozoarios planos, hidroides urticantes

Aglaophenia sp. y tunicados coloniales. En la zona arenosa se observaron poliquetos entubados (*Vermetus sp*.).

IV.2.2.2 Fauna

IV.2.2.2.1 Fauna en la región.

Invertebrados

La fauna de invertebrados que se encuentra representada en el espacio geográfico que conforma la región reúne organismos de los diferentes taxas que conforman a este grupo, de los cuales aquellos que pueblan los fondos marinos periódicamente enfrentan procesos de sucesión alogénica como resultado de la pesca con redes de arrastre.

Los ocho subfilos que conforman al filo de los invertebrados actualmente están representados en la fauna que puebla la región. El taxa mayormente representado corresponde al subfilo de los crustáceos (Filo Arthropoda) cuyas 6 clases tienen representantes en la fauna carcinológica, se reportan aproximadamente 236 especies de macrocrustáceos incluyendo especies bentónicas, nectónicas y planctónicas (Brusca, 2007, referido por CONANP, 2007).

La clase del subfilo Crustácea, mejor representada en el Alto Golfo es la de los decápodos. Destacan por su riqueza de familias y especies los anomuros y braquiuros. Dentro de los anomuros se encuentran los cangrejos ermitaños y los porcelánidos. Se tienen registradas 69 especies de anomuros para el Alto Golfo. Respecto a los cangrejos braquiuros se tiene un registro de 88 especies, con una gran diversidad de especies endémicas de la familia Pinnotheridae, llamados cangrejos chícharo, de las que se tiene un registro de 23 especies. Otros decápodos importantes son los camarones peneidos (dos familias), dos de estas especies son el principal objetivo de la actividad pesquera, carideos (seis familias) y los talasinoideos, con nueve especies conocidas. Las langostas con al menos dos especies en dos familias. Otros, son los estomatópodos de los cuales se conocen cuatro especies de una familia (Pérez-Farfante, 1985; Witcksten, 1983 referido por CONANP, op cit.).

Los moluscos y los crustáceos constituyen los taxa dominantes y mejor estudiados entre los macroinvertebrados que habitan el Alto Golfo de California. Los moluscos se distribuyen sobre dos ambientes principales: costas rocosas y sobre sustratos blandos.

Los más abundantes sobre zonas rocosas pertenecen a la clase Gasteropoda (caracoles y lapas) representada por al menos 35 especies de 20 familias, entre otras: Turritellidae, Naticidae, Crepidulidae, Nassariidae y Olividae, que son las más importantes. La clase Pelecipoda (almejas y ostiones) se distribuye especialmente sobre los fondos suaves

arenosos y fangosos, incluye alrededor de 61 especies de 26 familias, las mejor representadas son Arcidae, Lucinidae, Cardiidae, Veneridae, Tellinidae y Semelidae.

Otros moluscos incluyen a la clase Cefalopoda (calamares y pulpos) representada por seis especies de dos familias (Beckvar et al., 1987; Fisher et al., 1998).

Ictiofauna

La ictiofauna del río Sonoyta, está conformada por el perrito del desierto (Cyprinodon macularis) y el charal de aleta larga (Agosia chrysogaster). Estos peces coexisten precariamente con dos especies exóticas introducidas en esta cuenca: el bagre amarillo y el pez mosquito.

Tabla IV. 20 Peces de agua dulce de importancia por estar enlistadas en alguna categoría de protección.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
Agosia Chrysogaster	Pupo	Amenazada
Cyprinodon macularius	Cachorrito del desierto	En peligro de extinción
Gambusia affinis	Guayacón mosquito	En peligro de extinción
Poeciliopsis occidentalis	Gila de Sonora	Amenazada

De acuerdo a Castro-Aguirre, et al., 2005, se estima que la ictiodiversidad en el Golfo de California oscila entre 850 y 900 especies. Findley et al, 1996, referido por SEMARNAT, 2006, menciona que las especies de peces del Golfo de California están representados en 145 familias y 446 géneros, de las cuales 77 especies son consideradas endémicas.

En las aguas someras del Alto Golfo, existen tres especies de peces endémicas: el chupalodo chico (*Gillichthys seta*), el gobio (Ilypnus luculentos) y el gruñón o pejerey del delta (*Colpichthys hubbsi*). Los dos primeros gobios se relacionan con hábitats de fondo arenoso o fangoso. Otras especies como el chupapiedras de Sonora (*Tomicodon humeralis*) y el trambollo de Sonora (*Malacoetenus gigas*) tienen su centro de distribución en esta región, pero no son endémicas del Alto Golfo (Walker, 1960; Thomson et al., 2000). Otro elemento singular de la ictiofauna del Alto Golfo es que se compone de peces que son comunes en la costa occidental de la Península de Baja California y en la parte sur de California, pero se encuentran ausentes en el extremo sur del golfo.

Once especies se restringen a la parte norte del golfo: tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), tiburón leopardo (*Triakis semifasciata*), raya de California (*Raja inornata*), gavilán (*Myliobatis californica*), lenguado (*Xystreurys liolepis*), sargo (*Aniostremus davidsoni*), curvina blanca (*Cynoscion nobilis*), curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*), chano

norteño (*Micropogonias megalops*), pez escorpión (*Scorpaena guttata*) y pescada (*Stereolepis gigas*); (Walker, 1960).

Se distingue la totoaba (Totoaba macdonaldi) como miembro de la ictiofauna marina, la cual alcanza la mayor talla entre los miembros de la familia Sciaenidae. La totoaba es una especie endémica del Golfo de California incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, bajo la categoría de En Peligro de Extinción.

Tabla IV. 21 Especies de Peces bajo categoría de riego.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE ACUERDO A LA NOM-ECOL-059-2001
Hyppocampus ingens	Caballito de mar	Pr
Totoaba macdonaldi	Totoaba	P
Pomacanthus zonipectus	Ángel de Cortés	Pr
Cyprinodon macularius	Pez cachorrito del desierto	P

Mamíferos Marinos

En la Reserva se han registrado al menos 18 especies de mamíferos marinos (registros de campo de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, 2003; Wells et al., 1981; Vidal et al., 1993), todas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT- 2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo:

Tabla IV. 22 Tabla Mamíferos marino

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
Baleanoptera acutorostrata	ballena minke	Sujeta a Protección Especial
Baleanoptera musculus	ballena azul	Sujeta a Protección Especial
Baleanoptera physalus	ballena de aleta	Sujeta a Protección Especial
Delphinus capensis	delfín común de rostro largo	Sujeta a Protección Especial
Eschrichtius robustus	ballena gris	Sujeta a Protección Especial
Globicephala macrorhynchus	ballena piloto	Sujeta a Protección Especial
Grampus griseus	delfín de Risso	Sujeta a Protección Especial
Kogia breviceps	cachalote pigmeo	Sujeta a Protección Especial

Megaptera novaeangliae	ballena jorobada	Sujeta a Protección Especial
Mesoplodon sp.	ballena enana de pico	Sujeta a Protección Especial
Orcinus orca	orca	Sujeta a Protección Especial
Phocoena sinus	vaquita marina	Sujeta a Protección Especial
Physeter catodon	ballena de esperma o cachalote	Sujeta a Protección Especial
Steno bredanensis	delfín de dientes rugosos	Sujeta a Protección Especial
Tursiops truncatus	delfín nariz de botella o tonina	Sujeta a Protección Especial
Zalophus californianus	lobo marino	Sujeta a Protección Especial
Ziphius cavirostris	zífido de Cuvier	Sujeta a Protección Especial

Mamíferos Terrestres

El número de especies de mamíferos con distribución en la región del el Pinacate asciende a 53, más tres especies introducidas que habitan libremente en el área. Entre las especies silvestres sobresalen el borrego cimarrón (Ovis canadensis), el berrendo (Antilocapra americana), el venado bura (Odocoileus hemionus), el venado cola blanco (Odocoileus virginianus), el jabalí (Tayassu tajacu), el puma (Felis concolor), la zorra gris (Urocyon cinereoargenteus), la zorra del desierto (Vulpes macrotis), la rata canguro (Dipodomys, spp), el coyote (Canis latrans) y el lince (Lynx rufus).

En la Reserva del Delta dl Río Colorado se han registrado 29 especies y 38 subespecies de mamíferos terrestres. Los roedores son el grupo más diverso, con 23 especies y 38 subespecies; la familia Heteromidae contribuye con el mayor número de subespecies (15). Los insectívoros están representados por la musaraña (Notiosorex crawfordi crawfordi). Los murciélagos incluyen 19 especies, cinco especies monotípicas y 15 subespecies, sin embargo, en un estudio reciente sólo se registraron cuatro especies en la Reserva y la zona de influencia norte.

En cuanto a los carnívoros se tienen registros para la región de once subespecies representadas por: cuatro cánidos: coyote (*Canis latrans mearnsi*), zorra gris (Urocyon Cinereo argenteus californicus y U. cinereoargenteus scottii) y zorrita del desierto (*Vulpesvelox macrotis*); dos félidos: gato montés (*Lynx rufus baileyi*) y puma o león (*Puma concolorbrowni*); tres mustélidos: zorrillos (*Mephitis mephitis estor, Spilogale putorius martirensis y Spilogale putorius leucoparia*); un tejón (*Taxidea taxus berlandieri*) y un prociónido: mapache (*Procyon lotor pallidus*).

Tabla IV. 23 Mamíferos de importancia por estar bajo alguna categoría de protección.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	CATEGORÍA
Ovis canadensis	Borrego cimarrón	Sujeta a protección especial
Antilocapra americana sonoriensis	Berrendo Sonorense	En peligro de extinción
Taxidea taxus	Tejón	Sujeta a protección especial
Vulpes macrotis	Zorra del Desierto	Amenazada
Leptonycteris curasoae yerbabuenae	Murciélago	Amenazada

Avifauna

Se considera un total de 222 especies en área del Pinacate y Gran Desierto de Altar de acuerdo con los inventarios de Edwards (1989), Peterson (1990), Van Rossem (1945), Janes y Janes (1987, datos inéditos) Groschupf et al, (1988). En esta reserva se encuentran algunas especies que solamente se localizan aquí y en el delta del río Colorado, como el cuitlacoche (Toxostoma lecontei) y el cuitlacoche piquicorto (T. bendirei). Es zona de invernación de un gran número de especies migratorias, incluyendo el águila calva (*Haliaetus leucocephalus*).

Tabla IV. 24 Aves presentes en el área consideradas bajo laguna categoría de protección

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA
Aquila chrysaetos	Águila dorada	En peligro de extinción
Micrathene whitneyi	---	En peligro de extinción
Accipiter cooperi	---	Amenazada
Accipiter striatus	---	Amenazada
Circus cyaneus	---	Amenazada
Parabuteo unicinctus	Halcón de Harris	Amenazada
Buteo jamaicensis	Halcón cola roja	Sujeta a protección especial
Charadrius montanus	---	Amenazada
Icterus cucullatus	---	Amenazada
Passerculus sandwichensis	---	Amenazada
Regulus calendula	---	Amenazada
Athene cunicularia	Mocuelo	Amenazada
Bubo virginianus	Buho	Amenazada
Glaucidium brasilianum	---	Amenazada
Falco mexicanus	Halcón mexicano	Amenazada

El grupo de las aves en el Delta del Río Colorado está ampliamente representado, con más de 315 especies de aves terrestres y acuáticas, tanto residentes como migratorias, que caracterizan al área con una alta diversidad. Se concentran en cuerpos de agua someros o humedales como la Ciénega de Santa Clara, Ciénegas El Doctor y la desembocadura del Río Colorado en los alrededores de las islas Montague y Pelícano, Bahía Adair y planicies al norte de San Felipe.

Algunas especies relevantes por su estatus de protección son águila pescadora (Pandion haliaetus), águila calva (Haliaeetus leucocephalus), halcón peregrino (Falco peregrinus), pelícano blanco (Pelecanus erythrorhynchos), pelícano pardo (P. occidentalis), gaviota (Larus delawarensis), golondrina de mar menor (Sterna antillarum), cormorán (Phalacrocorax auritus), pato (Anas crecca), ganso canadiense (Branta canadensis), gallareta (Fulica americana), palmoteador de Yuma o rascón picudo de Arizona (Rallus longirostris yumanensis) y ralito negro (Laterallus jamaicensis coturniculus) (Mellink y Palacios; 1992 y 1993; Abarca et al., 1993; Ruiz-Campos y Rodríguez-Meraz, 1997; IMADES, 1998; Piest y Campoy, 1998; Hinojosa y DeStefano, 2001).

Herpetofauna

En la zona del Pinacate y Gran Desierto de Altar se tienen listado 43 especies de reptiles y cinco de anfibios. Es posible que nueve especies de reptiles, cuya ocurrencia en el área no ha sido confirmada, estén potencialmente distribuidas en la reserva (May, 1973); entre éstas se encuentran: un tortuga de agua del género Kinosternon, la lagartija nocturna (Xantusia vigilis), la cascabel de cola negra (Crotalus molossus), la culebra ciega (Leptotyphlos humilis), la culebra de cabeza negra (Tantilla atriceps) y dos especies de culebras de agua del género Thamnophis.

Nueve especies de reptiles existentes en El Pinacate alcanzan su límite de distribución en la parte norte del área. Ahí las condiciones son menos extremosas y consecuentemente no han sido registradas más al sur de la sierra de los Tanques y San Francisco. Éstas son: Bufo avarius, B. cognatus, Kinosternosn sonoriensis, Gopherus agassizi, Phrymosoma solare, Sceloprus clarki, Cnemidophorus burti, Hypsiglena torquata, Tamnophis eques, Para Bufo alvarius, Bufo cognatus, Kinodyrtnon sonoriensis y Tamnophis eques, el agua es un elemento determinante para sus requerimientos de hábitat, por lo que sólo ocurren en la parte norte del río Sonoyta. Por su rica variedad de hábitats, el río Sonoyta soporta la mayor diversidad específica. Las dunas, que representan también hábitats inestables, están pobladas únicamente por nueve especies entre las que destacan por su adaptación: Uma notata, Phrynosoma moalli y Crotalus cerastes.

Tabla IV. 25 Reptiles y anfibios de importancia por estar enlistados en alguna categoría de protección.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA
Lampropeltis getulus	Falsa coralillo	Amenazada
Masticophis flagellum	Chirrionera	Amenazada
Thamnophis eques	Culebra de agua	Amenazada
Callisaurus draconoides	Perrita	Amenazada
Crotaphytus collaris	Cachora	Amenazada
Sauromalus obesus timidus	Iguana	Amenazada
Gopherus agassizii	Tortuga del desierto	Amenazada
Heloderma suspectum	Monstruo de Gila	Amenazada
Micruroides euryxanthus	Coralillo	Amenazada
Uma notata	Cachora de las dunas	Amenazada
Chilomeniscus cinctus	Falsa coralillo	Rara
Hypsiglena torquata	Culebra	Rara
Phyllorhynchus browni	Falsa coralillo	Rara
Coleonyx variegatus	Salamanquesa	Rara
Gambelia wislizeni	Cachora	Rara
Crotalus cerastes	Cascabel de cuernitos	Sujeta a protección especial
Crotalus mitchelli	Cascabel	Sujeta a protección especial
Crotalus scutulatus	Cascabel	Sujeta a protección especial
Crotalus tigris	Cascabel	Sujeta a protección especial
Crotalus atrox	Cascabel	Sujeta a protección especial
Phrynosoma mcalli	Camaleón	Amenazada y endémica

El grupo de anfibios y reptiles en la Reserva del Delta del Río Colorado presenta una diversidad alta en comparación con otros desiertos, ya que se encuentran representadas 16 familias, 35 géneros y 46 especies; de estas últimas, 7 son monotípicas y 36 subespecies. La familia con representación más numerosa es Colubridae con aproximadamente 16 especies. Entre los reptiles y anfibios se pueden encontrar organismos como la iguana del desierto (Dipsosaurus dorsalis dorsalis), la perrita o lagartija cola de zebra (Callisaurusdraconoides draconoides), el camaleón del Gran Desierto (Phrynosoma mcallii) y algunos anfibios endémicos como Bufo woodhousii woodhousii; también se encuentran dos especies de rana: Rana catesbiana.

IV.2.2.2.2 Fauna terrestre en el predio del proyecto

En virtud de que el predio de interés se encuentra a orillas de un boulevard turístico muy transitado del área urbana de Puerto Peñasco, Sonora, además de que por el interior del polígono del proyecto se detectaron brechas y huellas del tráfico frecuente de vehículos turísticos todo terreno (cuatrimotos, motos, autos y pick up 4x4), se ha destruido practicante el hábitat necesario para que las especies de fauna silvestre realicen sus actividades de

sobrevivencia como alimentación, reproducción y anidamiento, por lo que fue imposible encontrar evidencias (huellas y/o excretas) de su presencia en el lugar del proyecto así como avistamiento directo de animales silvestres.



Figura IV. 71 Imagen que muestra parcialmente el área propuesta para la construcción del proyecto. Nótese la perturbación del hábitat por actividades humanas que impiden la presencia de ejemplares de fauna silvestre en el lugar

IV.2.2.2.3 Fauna acuática en el medio marino en sitio del proyecto

La metodología utilizada en el monitoreo biológico para peces e invertebrados se cita en el apartado de Flora en el sitio del proyecto, por lo que se omite en este apartado. Los resultados del monitoreo biológico para peces e invertebrados se muestra en las siguientes tablas.

De acuerdo con los inventarios obtenidos en el monitoreo, las tablas inferiores muestran que para la fecha de muestreo y hora del mismo, el área no presenta gran diversidad y abundancia de peces ni de invertebrados.

Tabla IV. 26 Especies de peces encontradas en el Punto 1 de muestreo.

Sitio	Transecto	ESPECIE	Nombre común	Abundancia número organismos	Tamaño cm	No. Total por especie en transecto
Punto 1 Profundo	1 fondo	*Bagre panamensis*	Chihuili	7	30	12
		Bagre panamensis	Chihuili	5	25	
	1 media agua	*Scomberomorus sierra*	Sierra	3	30	3
	2 fondo	*Bagre panamensis*	Chihuili	3	30	3
		Paralichthys sp.	Lenguado	1	10	1
	2 media agua	ND	ND	ND	ND	0

Tabla IV. 27 Especies de invertebrados encontradas en el Punto 1 de muestreo.

Sitio	Transecto	ESPECIE	Nombre común	Abundancia número organismos	Densidad /m²
Punto 1 Profundo	1	*(Eugorgia, Leptogorgia, Muricea, Pacifigorgia)*	Arbolitos	1	0.03333
		Argopecten ventricosus	Almeja catarina	2	0.06666
		Murex elenensis	Caracol peine	1	0.03333
			Cangrejo hermitaño	6	0.2
	2	*Argopecten ventricosus*	Almeja catarina	1	0.03333
			Cangrejo hermitaño	14	0.46666

El Punto 1 profundo tiene un tipo de sustrato arenoso blando, compuesto por arena fina, sedimento lodoso fino y pedazos finos de concha de bivalvos y gasterópodos. Presenta fondo plano con mínima pendiente hacia el oeste.

Tiene cobertura inanimada de sedimento fino con textura suave. Presencia de organismos intersticiales pequeños como poliquetos, poliquetos entubados, bivalvos y crustáceos pequeños. Se observaron cangrejos ermitaños en conchas de caracoles del género Solenoistera, Phalium, Fusinus, Olivia, Strombus.

Como se muestra en las tablas anteriores, el sitio no presenta gran diversidad de especies de peces (3 especies), ni de moluscos (4 especies).

Tabla IV. 28 Especies de peces encontradas en el Punto 2 de muestreo.

Sitio	Transecto	ESPECIE	Nombre común	Abundancia número organismos	Tamaño cm	No. Total por especie en transecto
Punto 2 Lateral	1 fondo	*Bagre panamensis*	Chihuili	7	30	7
		Paralichthys sp.	Lenguado	1	12	1
	1 media agua	ND	ND	ND	ND	0
	2 fondo	*Bagre panamensis*	Chihuili	2	25	5
		Bagre panamensis	Chihuili	3	30	
	2 media agua	ND	ND	ND	ND	0

Tabla IV. 29 Especies de invertebrados encontradas en el Punto 2 de muestreo.

Sitio	Transecto	ESPECIE	Nombre común	Abundancia número organismos	Densidad /m2
Punto 2	1	*Echinaster tenuispina*	Estrella puntas negras	3	0.1
		Argopecten ventricosus	Almeja catarina	1	0.03333
			Cangrejo hermitaño	6	0.2
	2	*Argopecten ventricosus*	Almeja catarina	5	0.16666
			Cangrejo hermitaño	4	0.13333
		Bryozoa	Briozoario supercapa	1	0.03333

Se observaron varios cangrejos hermitaños en conchas de caracoles del género Cerithium, Solenosteira, Phalium, Fusinus, Olivia, Strombus y Turritella.

El Punto 2 lateral tiene un tipo de sustrato arenoso, compuesto por mezcla de arenas finas, arena gruesa, sedimento fino, lodo y pedazos finos de concha de bivalvos y gasterópodos. Presenta fondo plano sin pendiente aparente.

Tiene cobertura inanimada de sedimento fino. Presencia de organismos intersticiales pequeños como poliquetos, poliquetos entubados (Vermetid sp.), bivalvos y crustáceos pequeños.

Tabla IV. 30 Especies de peces encontradas en el Punto 3 de muestreo.

Sitio	Transecto	ESPECIE	Nombre común	Abundancia número organismos	Tamaño cm	No. Total por especie en transecto
Punto 3 costa	1 fondo	*Haemulon maculicauda*	Burrito rayado	1	5	61
		Haemulon maculicauda	Burrito rayado	60	3	
		Paralabrax maculatofasciatus	Cabrilla arenera	3	25	6
		Paralabrax maculatofasciatus	Cabrilla arenera	1	30	
		Paralabrax maculatofasciatus	Cabrilla arenera	2	5	
		Calamus brachysomus	Mojarra mueluda	1	30	1
		Halichoeres dispilus	Vieja boca amarilla	3	5	3
	1 media agua	ND	ND	ND	ND	0
	2 fondo	*Halichoeres nicholsi*	Vieja perico azul	1	25	1
		Paralabrax maculatofasciatus	Cabrilla arenera	1	25	1
		Halichoeres semicinctus	Vieja puntos negros	1	20	1
		Halichoeres dispilus	Vieja boca amarilla	2	5	2
		Haemulon maculicauda	Burrito rayado	22	3	22
	2 media agua	ND	ND	ND	ND	0

Tabla IV. 31 Especies de invertebrados encontradas en el Punto 3 de muestreo.

Sitio	Transecto	ESPECIE	Nombre común	Abundancia número organismos	Densidad/ m2
Punto 3	1	*Muricea sp.*	Arbolitos	11	0.36666
		Chama spp.	Catarro	1	0.03333
		Arca pacifica	Arca	5	0.16666
	2	*Muricea sp.*	Arbolitos	17	0.56666
		Holoturia fuscoscinerea	Pepino arenero	2	0.06666
		Spondylus limbatus	Callo escarlopa	2	0.06666
		Chama spp.	Catarro	2	0.06666
			Cangrejo hermitaño	1	
		Arca pacifica	Arca	8	
		Hypselodoris californiensis.	Nudibranquio	1	

EL Punto 3 somero tiene un sustrato compuesto por parches de roca contigua plana “tepetate” compuesta de coquina (sedimentaria) rodeado de arena gruesa mezclada con sedimento fino y pedazos gruesos de concha de bivalvos y gasterópodos. Esporádicamente se observaron rocas basálticas y graníticas pequeñas.

Presenta relieve plano con ligeras pendientes (10-20 cm) entre roca y arena. Tiene proporciones de cobertura inanimada de puro “tepetate”, con proporciones de cobertura de esponja naranja *Halichondria sp*., esponjas cafes *Terpios zeteki*, gris y blanca *Geodia mesotriaena*. Se observó coral *Porites panamensis*, briozoarios planos, hidroides urticantes *Aglaophenia sp*. y tunicados coloniales. En la zona arenosa se observaron poliquetos entubados (*Vermetus sp*.).

En las tablas inferiores se enlistan las especies de peces e invertebrados identificados en la zona de interés. Como se observa, la porción más somera contigua a la línea de costa presenta mayor diversidad y número de especies comparado con los otros dos sitios de mayor profundidad. Este comportamiento, en parte corresponde, a la diversidad de sustratos identificados, así como la presencia de sitios con características o temas para ser utilizados como refugio o alimentación de algunos organismos.

Tabla IV. 32 Lista de especies de peces identificadas en los puntos de muestreo

ESPECIE	Nombre común
Bagre panamensis	Chihuili
Scomberomorus sierra	Sierra
Paralichthys sp.	Lenguado
Haemulon maculicauda	Burrito rayado
Paralabrax maculatofasciatus	Cabrilla arenera
Calamus brachysomus	Mojarra mueluda
Halichoeres dispilus	Vieja boca amarilla
Halichoeres nicholsi	Vieja perico azul
Halichoeres semicinctus	Vieja puntos negros

Tabla IV. 33 Lista de especies de invertebrados y esponjas identificadas en los puntos de muestreo

ESPECIE	Nombre común
Eugorgia, Leptogorgia, Muricea, Pacifigorgia	Arbolitos
Argopecten ventricosus	Almeja catarina
Murex elenensis	Caracol peine
Echinaster tenuispina	Estrella puntas negras
Bryozoa	Briozoario supercapa
Chama spp.	Catarro
Arca pacifica	Arca
Holoturia fuscoscinerea	Pepino arenero
Spondylus limbatus	Callo escarlopa
Hypselodoris californiensis.	Nudibranquio
No definido	Cangrejo hermitaño
Vermetus sp.	Poliqueto
Halichondria sp.	Esponja naranja
Terpios zeteki	Esponja café
Geodia mesotriaena	Esponja blanca
Aglaophenia sp	Hidroide
Porites panamensis	Coral

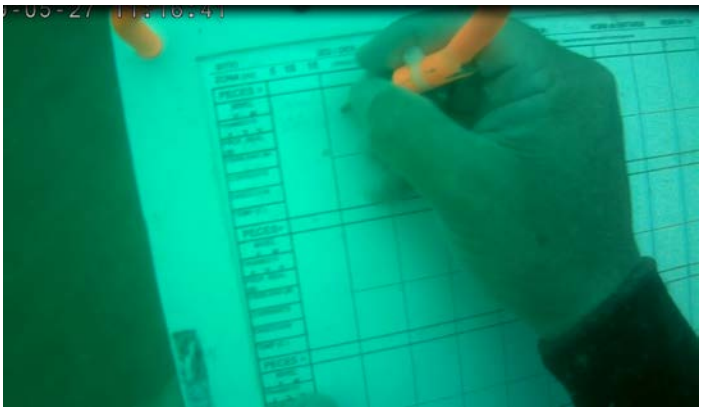


Figura IV. 72 Recopilación de datos en medio marino.

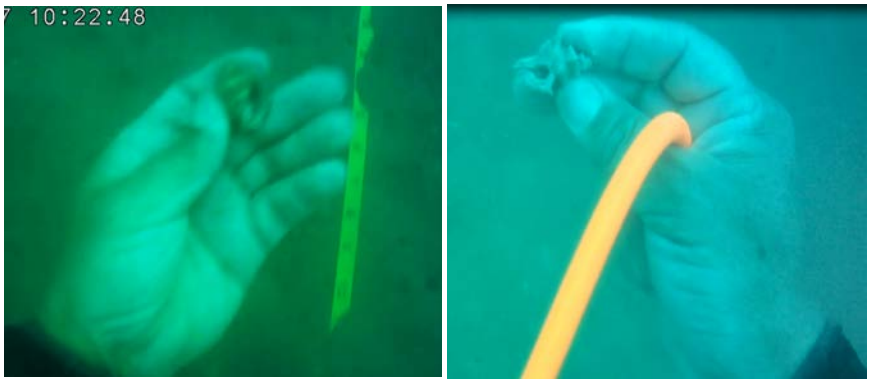


Figura IV. 73 Cangrejo ermitaño.



Figura IV. 74 Estrella de puntas negras (*Echinaster tenuispina*).

IV.2.3 Aprovechamiento de recursos naturales

Dentro de la zona de estudio, como ya se mencionó anteriormente, existe una gran diversidad biológica, lo cual da oportunidad para una explotación de los recursos naturales, debido a que las reservas ocupan grandes extensiones de superficies del área de estudio, se lleva a cabo un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en algunas actividades económicas, como lo son el forestal, extracción de minerales, turismo, pesca y actividades cinegéticas.

Flora y usos forestales

Tabla IV. 34 Especies de plantas con uso actual y potencial.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO
***Prosopis glandulosa* var. torreyana**	Mezquite	Leña
Anemopsis californica	Hierba del manso	Medicinal
Baccharis emoryi	Batamota	Artesanal
Bursera hindsiana	Torote	Ornamental
Bursera microphylla	Torote	Ornamental
Cercidium microphyllum	Palo verde	Leña
Datura discolor	Toloache	Medicinal
Ephedra trifurca	Popotillo	Medicinal
Typha dominguensis	Tule	Artesanía y construcción
Phragmites australis	Carrizo	Construcción
Fouquieria splendens	Ocotillo	Cercos vivientes
Hymenoclea salsola	—	Artesanal
Larrea divaricata	Gobernadora	Medicinal
Larrea tridentata	Gobernadora	Medicinal
Lophocereus schottii	Pitaya	Ornamental
Olneya tesota	Palo fierro	Leña
Opuntia ramosissima	Cholla	Ornamental
Opuntia tesajo	Cholla	Ornamental
Prosopis pubescens	Mezquite	Leña
Psorothamnus spinosus	—	Leña

Las poblaciones de ocotillo (Fouquieria splendens) y garambullo (Lophocereus schottii) presentan un alto riesgo de perderse debido a la extracción de individuos para uso ornamental o como cercas vivientes (ocotillo) (Delgadillo, 1998).

Minería

La actividad minera es una de las más dinámicas dentro de la Reserva El Pinacate y Gran Desierto de Altar. La extracción de recursos minerales está orientada a la explotación de materiales utilizados en la industria de la construcción, como la ceniza volcánica (morusa), arena y roca volcánica. Se ha observado que además de estos tres recursos se aprovecha, aunque en menor escala las arenas de las dunas estabilizadas.

La utilización de este recurso ha generado grandes beneficios a quienes la explotan ya que cuentan con un mercado seguro en los tres municipios que integran la reserva, sumándoseles, Caborca en Son. y Mexicali en B.C., sin embargo, la extracción de este material ha generado varios problemas, por un lado, entre los propietarios de los predios y las personas que las explotan, por otro las zonas de extracción son hábitat de gran importancia para especies de la fauna silvestre como el borrego cimarrón, el berrendo sonorense y el camaleón de mcalli.

Otro de los materiales de considerable extracción es la arena que se extrae del lecho del río Sonoyta, cuyas excavaciones están ampliando el cauce del río, provocando sobre todo en temporadas de lluvias el derrumbe de cercos e inundaciones de caminos a la altura del Ejido Los Norteños.

El último de los recursos en cuanto al volumen de extracción es la roca volcánica, la que se circunscribe a los cerros Batamote, y cerro San Pedro, ambos se localizan a escasos kms. Del Ejido Los Norteños. El impacto generado por esta actividad es evidente en casi toda la zona de lava que rodean el escudo volcánico, principalmente al Este, alterando visiblemente el alto valor paisajístico del lugar.

La única actividad minera de la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado es la extracción de sal en las Salinas Ometepec, en Baja California y el aprovechamiento de sal de trona en Bahía Adair, que tienen sólo impacto local. Existe además una mina de oro cercana, en la Sierra Las Pintas, en el predio conocido como La Ventana cercano a la carretera Mexicali-San Felipe.

Turismo

· *El Pinacate y Gran Desierto de Altar.*

Se desconocen las características del turismo nacional y regional que visita la zona, en virtud de que no existen mecanismos establecidos para obtener esa información, no obstante, se sabe que, en el extranjero específicamente en Arizona, existen empresas que organizan visitas al Pinacate. Estos paseos guiados tienen un costo de $45 dólares U.S por persona, su duración es de un día y el organizador provee alimentos y bebidas. En las

poblaciones de Sonoyta y Puerto Peñasco, también existe una red informal de guías, que por un pago de aproximadamente $35 dólares U.S. por persona y por día, llevan grupos de 6 a 11 personas al Pinacate.

· Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.

La región del Alto Golfo tiene una vocación natural para el turismo; sin embargo, el patrón de desarrollo de infraestructura turística costera debe hacerse con base en estudios y evaluaciones rigurosas para prevenir o mitigar su impacto en la Reserva. La actividad actual genera pocos beneficios y aprovecha limitadamente el potencial turístico. Por ejemplo, en las playas de El Golfo de Santa Clara cada año durante Semana Santa se reciben alrededor de 20,000 visitantes, pero no se obtienen más beneficios porque no se ha diseñado una estrategia tendiente a brindar servicios suficientes y de calidad que motiven al turista a visitar la zona también en otras épocas del año. La región también atrae turismo de tipo residencial —particularmente de jubilados norteamericanos— para el cual se construyen varios desarrollos y campos turísticos.

Pesca

La principal actividad económica de pesca se encuentra en la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado es la pesca comercial, tanto industrial como ribereña.

Cerca de 70 especies son aprovechadas por la flota ribereña utilizando varias técnicas de pesca: chinchorros de línea, redes agalleras, cimbras, línea, buceo semiautónomo, trampas y colecta manual.

Las especies aprovechadas incluyen: camarón azul, almeja, mejillón, ostión, callos, caracol, pulpo, calamar, camarón café, jaiba, baquetas, corvinas, berrugatas, jureles, medregales, manta, guitarra, lenguado, chano norteño, lisa, sierra, juancho, cabrilla, baya, pargo, cochito, bocón, botete, tilapia, lenguados, lisa y sierra; especies de tiburones costeros: bironcha (Rhizoprionodon longurio), cornuda (Sphyrna lewini), martillo grande (Sphyrna mokarran), lobero o chato (Carcharhinusleucas), perro o mako (Isurus oxyrinchus), tintorera (Galeocerdo cuvier), gambuso (Carcharhinusobscurus), tripa, cazón o mamón (Mustelus lunulatus) y tiburón volador (Carcharhinus limbatus) y especies de tiburones pelágicos: zorro (Alopias vulpinus), zorro o chango (Alopias superciliosus) y tiburón limón o amarillo (Negaprion brevirostris).

Aparte del camarón, la flota industrial que trabaja en la Reserva aprovecha varias especies de la fauna de acompañamiento: mantas, chano norteño, corvinas, cabrillas, lenguado, baqueta, jaiba y moluscos.

Actividades cinegéticas

En la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado la actividad cinegética es una actividad localizada y de bajo impacto. El único sitio autorizado actualmente es en la UMA Wellton, en el Ejido Mesa Rica, la cual posee autorización para la caza de aves acuáticas y terrestres, recientemente también el Ejido L.E. Johnson opera como una UMA turística.

IV.2.4 Análisis de paisaje.

IV.2.4.1 Generalidad.

La Evaluación de Impacto Ambiental implica la realización de estudios en los que deberán abordar cada factor ambiental o característica del entorno de forma muy detallada.

Uno de esos factores ambientales de importancia es el paisaje de acuerdo a la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental de la Semarnat.

En poco tiempo se ha considerado la concepción clásica del paisaje, pasando de ser considerado como simple trasfondo estético de las actividades humanas a ser un recurso y patrimonio cultural del hombre.

Esta nueva concepción del paisaje como recurso natural exige una tendencia cada vez mayor a objetivarlo, valorándolo tanto estética como ambientalmente, y ello implica conservarlo en unos lugares y reproducirlo en otros, con la finalidad de mantener un equilibrio con el hombre.

Definiciones del paisaje

Definir el paisaje es una tarea compleja, ya que es difícil aunar los distintos puntos de vista desde los que se ha abordado este tema (pintores, poetas, geógrafos, ecólogos, paisajistas, arquitectos, etcétera).

Enfoques del concepto del paisaje: Estético, ecológico y cultural.

- *Paisaje estético*

Hace referencia a la armoniosa combinación de las formas y colores del territorio: incluso podría referirse a la representación artística de él.

- *Paisaje como término ecológico o geográfico*

Estudio de los sistemas naturales que lo configuran. Según Dunn (1974) el paisaje seria ¨complejo de interrelaciones derivadas de la interacción de las rocas, agua, aire, plantas y animales¨.

- *Paisaje cultural*

Según Laurie (1970) es el “escenario de la actividad humana”. El hombre es el agente modelador del paisaje que lo rodea.

De acuerdo con González Bernáldez en 1978, el cual integra los tres conceptos, un sistema natural está formado por un fenosistema o paisaje (componentes perceptibles) y por un criptosistema (componentes no perceptible, difíciles de observar).

A pesar de todas estas acepciones, la ambigüedad de la palabra paisaje no debe confundir y por ello lo más adecuado sería diferenciar su significado puramente artístico de armonía y belleza, de su significado científico, compaginando criterios subjetivos con criterios objetivos a la hora de su valoración.

Elementos y componentes del paisaje

Partiendo de los dos enfoques prioritarios del paisaje, artístico y científico, a la hora de describir y estudiar el paisaje es necesario considerar elementos visuales básicos que lo definen estéticamente y componentes intrínsecos que determinaran sobre todo la calidad de una unidad paisajista y la fragilidad de ese paisaje a determinadas actuaciones.

- Los elementos visuales básicos del paisaje son la forma, la línea, el color y la textura.

Forma: Hace referencia al volumen o a la superficie de un objeto u objetos que por la propia configuración o emplazamiento aparecen unificados. Se acentúa con el relieve, y viene caracterizado fundamentalmente por la vegetación, la geomorfología y las láminas de agua.

Línea: Trazado real o imaginario que marca diferencias entre elementos visuales (línea del horizonte, límite entre tipos de vegetación, cursos de agua, carreteras, etcétera).

Textura: Hace referencia a las irregularidades de una superficie continua, por diferentes formas y colores principalmente. Viene caracterizada por el grano (tamaño relativo de las irregularidades), densidad (grado de dispersión), regularidad (ordenación y distribución espacial de las irregularidades), y contraste, (diversidad de colorido y luminosidad).

Color: Los componentes intrínsecos del paisaje son los factores del medio físico y biológico en que pueden degradarse un territorio, perceptibles a la vista (Escribano, 1987). Más concretamente, son los aspectos del territorio diferenciables a simple vista y que lo configuran (Aguiló et al., 1993). Estos componentes paisajísticos se suelen agrupar en las siguientes categorías (González Alonso et al., 1995).

Relieve y forma del terreno, su disposición y naturaleza (llanuras colinas, valles etcétera).

Formas de agua superficial (mares, ríos, lagunas etcétera). Vegetación (distintas formas de tipos vegetales, distribución densidad, etcétera).

Estructuras o elementos artificiales introducidos (cultivos, carreteras, tendidos eléctricos, núcleos urbanos, etcétera).

- Entorno adyacente

Cada uno de estos componentes o factores pueden ser diferenciados por el observador por sus características básicas visuales (forma, color, etcétera).

Relieve y geomorfología
El relieve constituye la base sobre la que se asientan los demás componentes del paisaje, por lo que ejerce una fuerte influencia sobre la percepción del paisaje, induciendo además cambios notables en la composición y amplitud de las vistas (Aguiló et al, 1993).

Los parámetros que se consideran básicos para definir el relieve y la geomorfología de una unidad paisajista y para valorar su calidad son los siguientes:

Complejidad topográfica: a mayor complejidad y variedad topográfica mayor calidad del paisaje, ya que se le imprime más riqueza de formas y mayor posibilidad de obtener vistas distintas en función de la posición del observador.

Pendiente: de igual forma, y junto con la complejidad topográfica, se considera que una pendiente pronunciada confiere mayor valor al paisaje que una zona llana o con pendientes muy suaves, que resulta más homogénea.

Formaciones geológicas relevantes: la presencia de una de estas formaciones (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas, etcétera), cualquiera que sea su tipo y extensión, confiere al paisaje un cierto rasgo de singularidad.

Vegetación
La vegetación desempeña un papel fundamental en la caracterización del paisaje visible, ya que constituye la cubierta del suelo, determina en gran medida la estructura espacial, e introduce diversidad y contraste en el paisaje (González Alonso et al, 1995). Para valorar de forma global su calidad se analizan los parámetros siguientes:

Grado de cubierta: se atribuye más calidad vegetal y por lo tanto paisajista a los mayores porcentajes de superficie cubiertos por la vegetación. La valoración de este parámetro puede realizarse de forma global para el conjunto de la vegetación o atribuyendo un valor global medio según los distintos estratos o especies presentes en la zona en cuestión.

Densidad de la vegetación: una mayor densidad de vegetación contribuye de modo positivo a la calidad. En este caso, al referirse la densidad al número de individuos presentes de una especie se realizara la valoración en función de las especies más importantes, obteniendo finalmente un valor global conjunto para todas ellas.

Distribución horizontal de la vegetación: se considera que la vegetación cerrada ofrece mayor calidad visual al paisaje que a la vegetación dispersa, en la que hay gran cantidad de terreno sin vegetación entre los individuos.

Altura del estrato superior: siguiendo la estratificación vertical en función de la altura según Cain y Castro (1959), se considera mayor calidad del paisaje a mayores alturas de estrato. Diversidad cromática entre especies: cuanta mayor riqueza cromática exista en una formación, mayor será la calidad visual.

Contraste cromático entre especies: El contraste cromático está producido por la presencia de colores complementarios o de características opuestas.

- Afectación paisajística

Para la valoración de la afectación paisajística es necesario el análisis cualitativo y cuantitativo de los elementos del paisaje para determinar de esta forma la calidad intrínseca visual del paisaje dichos criterios se muestran en la tabla y es necesario una vez determinados los valores a dichos criterios, aplicar la fórmula N° 1 relativizando la valoración de los elementos y de la singularidad, al valor máximo de calidad del paisaje (84 unidades, correspondientes a 21 criterios o parámetros considerados en la valoración, por 4 unidades o valor máximo de calidad cada uno de ellos.

Los elementos o componentes básicos del paisaje (relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos, etcétera) se han valorado a una escala de 0 a 4 unidades de calidad según criterios propuestos por diversos expertos, así como la singularidad de los elementos que ha sido valorada de la misma forma.

Fórmula N° 1 Calidad Intrínseca visual del paisaje

$$CL = \frac{Ve + Vs}{Valoracion\ maxima\ de\ calidad} x100$$

(Formula N°1) (0 < CI < 100).

Dónde:

Cl= Calidad intrínseca visual del paisaje
Ve = Elementos o componentes básicos del paisaje.
Vs = Singularidad de los elementos del paisaje.

Factor de visibilidad

El cambio que se produce en la calidad intrínseca del paisaje por la realización de un proyecto o de una actividad se verá agravado por el grado de visibilidad de la actuación. Este factor de visibilidad vendrá determinada por las condiciones visibles de las obras como los puntos de observación, la distancia de la observación, la frecuencia de la observación y la cuenca visual para ello es necesario aplicar la siguiente formula:

Fórmula N° 2 Factor de visibilidad

$$Fv = A + B + C + D$$

Donde:

Fv = Factor de visibilidad
A= Puntos o zonas de observación
B= Distancia del punto de observación, al área de actuación
C= Frecuencia de observación
D= Cuenca visual de la actuación

De forma general los cuatro parámetros tomarán mayores valores cuando permitan una mayor y mejor observación del punto.

Finalmente es necesario calcular el índice de afectación paisajística para determinar así la categoría del impacto visual generado que va desde *mínimo, ligero, medio* y *notable,* para ello se aplica la siguiente fórmula

Fórmula N° 3 Índice de afectación paisajística

$$IP = CI \times Fv$$

Donde

IP= Índice de afectación paisajística
CI= Calidad visual intrínseca del paisaje
Fv= Factor de visibilidad

- Proceso de evaluación.

De forma general, el área de estudio muestra paisajes propios de zonas desérticas con alta intervención antropogénica, en los cuales, los ambientes son planicies costeras con vegetación de bajo porte o rastreras, caracterizado principalmente por vegetación de desiertos arenosos y vegetación de dunas costras, así como ambientes desprovistos de vegetación y parches de vegetación hidrófila en humedales costeros, fragmentado por caminos que comunican a diversos puntos de visita por turismo y hotelería.

En la porción costera se observan ambientes de dunas que forman un cordón costero y un sistema de sierra al noroeste de sitio del proyecto. El desarrollo hotelero en la región es alto, se pueden observar edificaciones en la mayor parte del sistema de dunas, así como edificaciones de menor tamaño en la parte baja de las dunas y construcción habitacional en el lomerío (La Choya).

El humedal natural es localizado al noroeste del sitio de interés colindando con el sistema de sierra. La porción marina corresponde al norte del Golfo de California.

La metodología empleada para realizar la evaluación de paisaje se estableció en dos etapas: una de trabajo en campo y otra fase de estudio y análisis en gabinete de los datos obtenidos.

- *Etapa en campo.*
  Se realizó una prospección en campo en las zonas consideradas como áreas de influencia del proyecto, durante la cual se recopiló información para el estudio y se realizaron los siguientes puntos.
  - Elección de la cuenca visual. Sobre el área que tendrá influencia el proyecto.
  - Definición de las unidades de paisaje encontradas en las áreas de exploración.
  - Definición del área de influencia visual del proyecto.
  - Determinación de puntos de observación, de los cuales se seleccionarán aquellos que son habitualmente recorridos por un observador y que tengan probabilidades de visualizar el proyecto.
  - Inventario de recursos visuales de cada unidad de paisaje.
    - *Áreas de interés escénico:* zonas que le dan importancia de valor estético al paisaje.
    - *Marcas visuales de interés:* elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual, y que por su dominancia en el marco escénico son importantes para el observador.
    - *Cubierta vegetal dominante:* formaciones vegetales que son importantes dentro del paisaje.

- *Cuerpos de agua:* Presencia de agua en el paisaje en cualquiera de sus formas.
- *Intervención humana:* infraestructura realizada por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales (caminos, energía eléctrica, áreas verdes, localidades, puentes, bordería, etc.) que pueden participar como elemento estéticamente positivo o negativo.

➢ *Etapa de gabinete.*

En esta etapa se considera la evaluación de toda la información recabada en campo, definiendo los siguientes puntos.

- Caracterización de cada unidad de paisaje influenciada por el proyecto en virtud de sus características visuales básicas como colores, formas, texturas, líneas y espacios.
- Determinación de la calidad visual de las unidades definidas. En este aspecto nos referimos al valor escénico que posee un paisaje en un momento determinado y previo a cualquier tipo de modificación.
- Establecer la fragilidad visual de las unidades de paisaje definidas. En este caso se le asignó un valor a una serie de factores que participan en la realidad de un paisaje visual como son factores biofísicos, de visualización, singularidad y accesibilidad visual.
-

IV.2.4.2 Delimitación de Unidades de paisaje.

Las unidades de paisaje identificadas se distribuyen como se muestra en la imagen inferior. Las unidades de paisaje mayor representadas en la zona corresponde a océano y planicie costera, característicos en el noroeste del estado de Sonora.

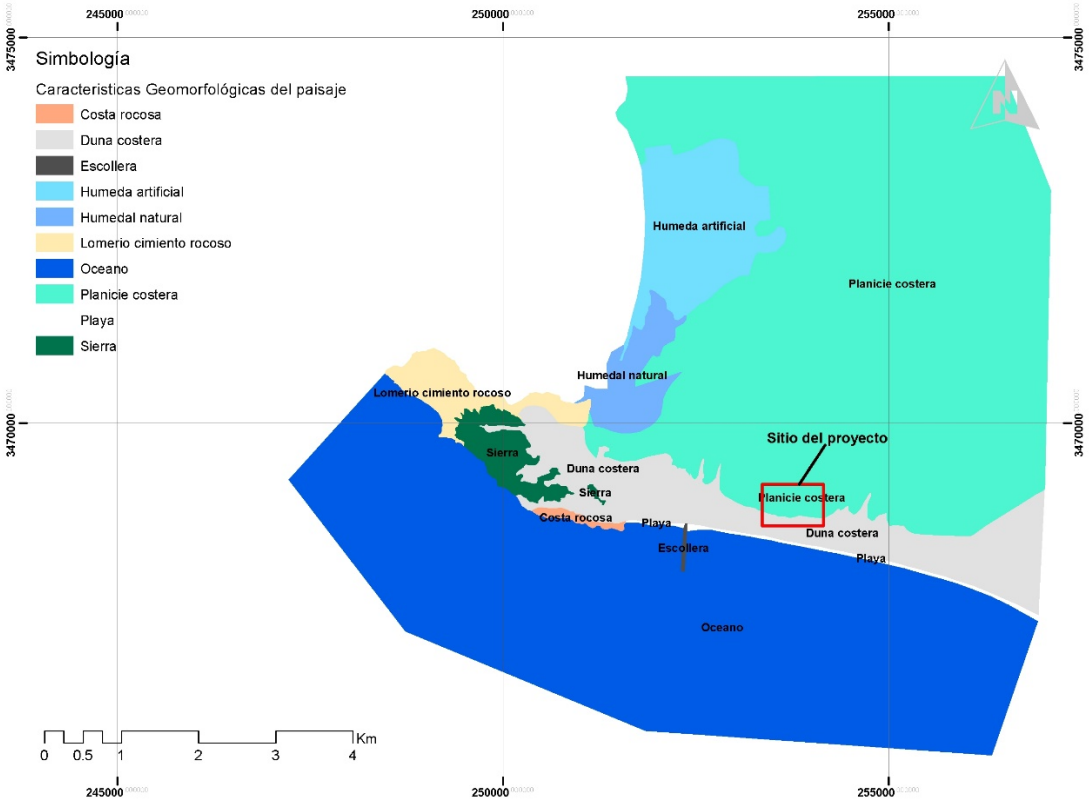


Figura IV. 75 Unidades de paisaje.

El nivel de antropización del medio natural en la región va de medio a alto. La antropización del medio natural está representada desde la fragmentación por caminos, construcciones bajas, hasta construcciones urbanas como viviendas y hoteles en la zona costera.

Las unidades con menor intervención humana corresponde a la unidad sierra y humedal natural, sin embargo, las unidades presentan actividad turística y accesos al interior.

Como se muestra en las imágenes inferiores, los niveles de modificación en las unidades están centradas en la unidad de paisaje Dunas y Humedal artificial. Las intervenciones están representadas por construcciones habitacionales y de hotelería.

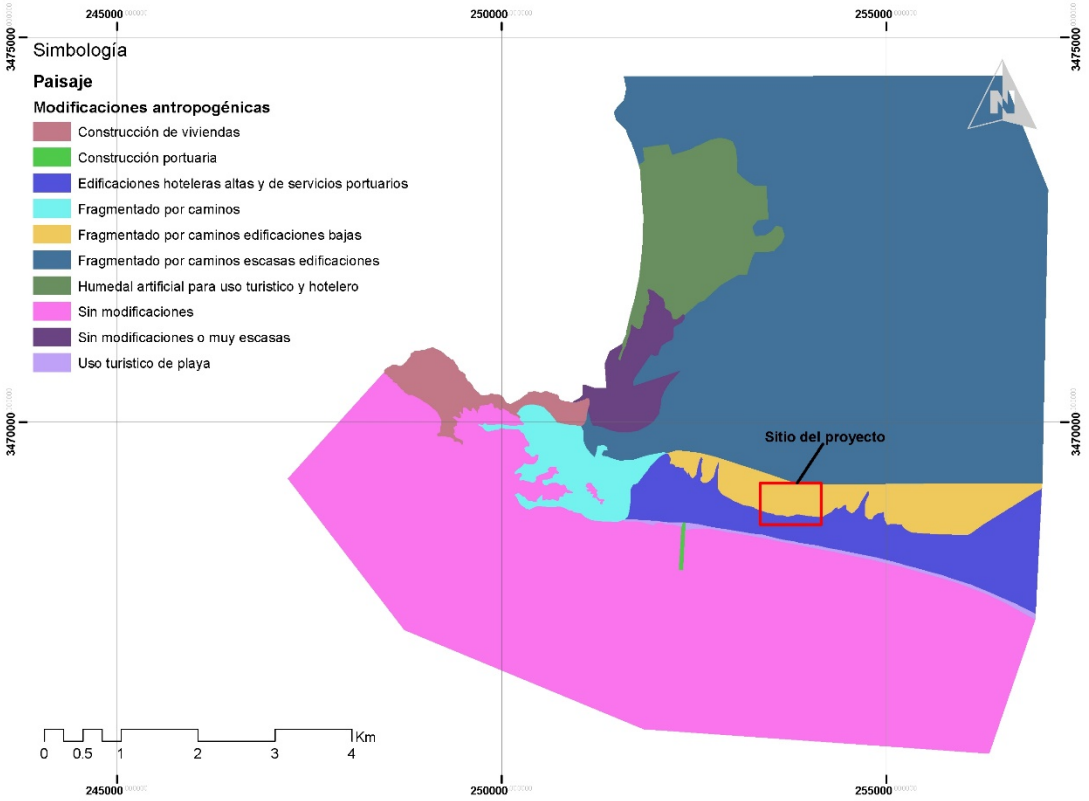


Figura IV. 76 Modificaciones antropogénicas en las unidades ambientales.

En las imágenes inferiores se muestra el nivel de intensidad identificado para cada una de las unidades basado en el tipo de afectación, reversibilidad y temporalidad.

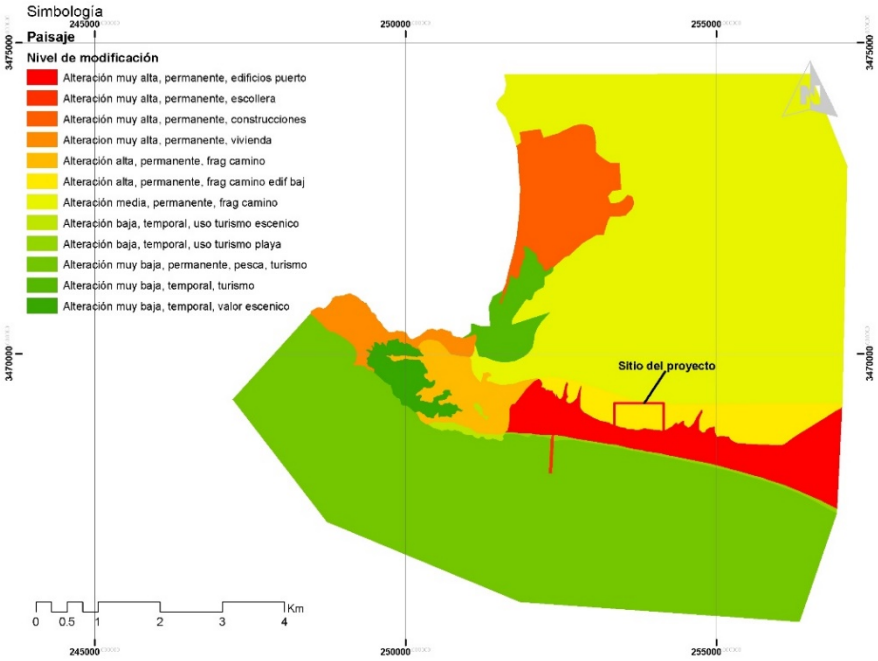


Figura IV. 77 Temporalidad de la intervención.

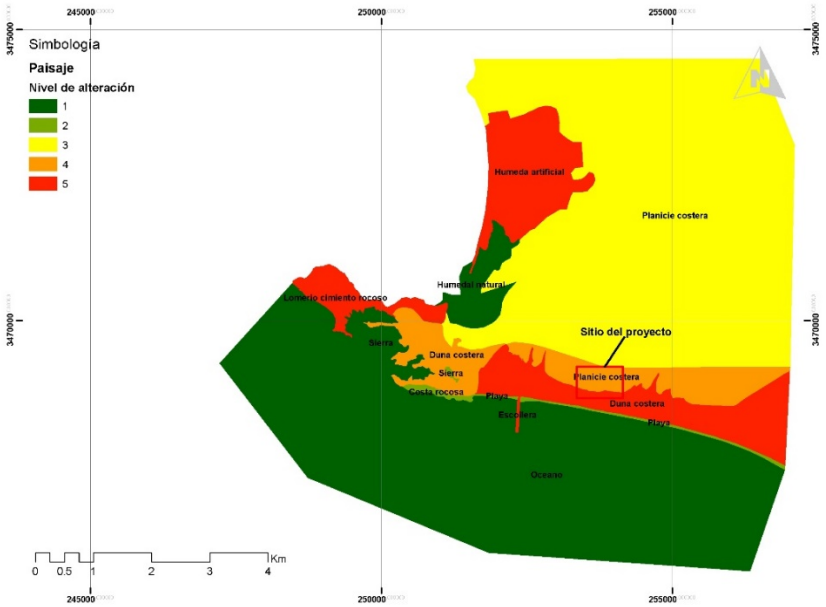


Figura IV. 78 Nivel de alteración.

IV.2.4.3 Características de las Unidades de paisaje.

Unidad de paisaje Sierra.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser una formación rocosa sobresaliente, de tipo granito del mesozoico, con alturas de hasta 106 metros sobre el nivel del mar de acuerdo con Inegi. La formación corresponde a una de las pocas encontradas colindantes a la costa y que no ha sido completamente transformada por el hombre.

La cubierta vegetal es de bajo porte, y en algunos casos, desprovista de vegetación. De acuerdo con Inegi, la vegetación corresponde a vegetación de desiertos arenosos, característica en la región noroeste del estado de Sonora.

Aun cuando la unidad no ha sido transformada en su totalidad, se observa impacto ambiental generado por actividad turística principalmente. La unidad es uno de los sitios más visitados en la región por el turismo local, nacional y extranjero. La unidad cuenta con rasgos visuales y físicos que la hacen atractiva para el turismo de aventura o simplemente por la vista que ofrece del Alto Golfo de California y la Reserva de la Biosfera EL Pinacate y Gran Desierto de Altar. Así mismo, se puede observar ambientes como el humedal colindante natural, el humedal artificial, la playa y del desarrollo turístico hotelero presente al sureste de la unidad.

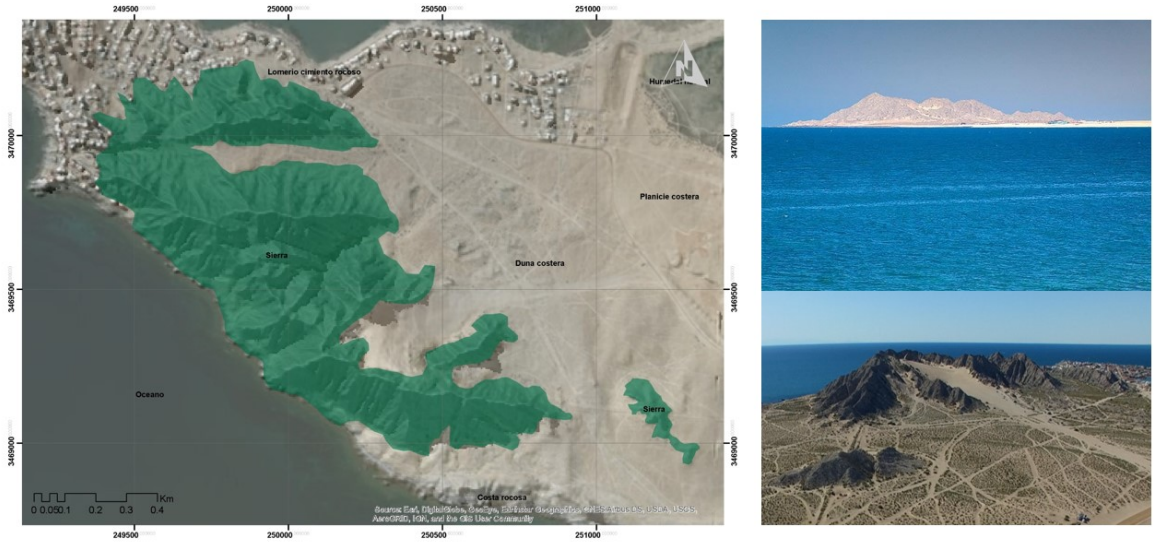


Figura IV. 79 Unidad de paisaje Sierra.



Figura IV. 80 Vista escénica desde la unidad de paisaje Sierra.

Unidad de paisaje Lomerío.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser una formación rocosa con variabilidad de alturas, de tipo granito del mesozoico, con alturas que van desde 4 hasta 40 metros sobre el nivel del mar de acuerdo con Inegi. La formación corresponde a construcciones de vivienda, en su mayoría con fines turísticos, de baja altura sobre una base de roca.

No existe cubierta vegetal, ya que toda ha sido removida para la construcción de infraestructura urbana.

Aun cuando la unidad ha sido transformada en su totalidad, es uno de los sitios más visitados en la región por el turismo local, nacional y extranjero. La unidad cuenta con rasgos visuales y físicos que la hacen atractiva para el turismo recreativo y de descanso o simplemente por la vista que ofrece del Alto Golfo de California. Así mismo, se puede observar ambientes como el humedal colindante natural, la playa rocosa y la sierra colindante, presente al sureste de la unidad.

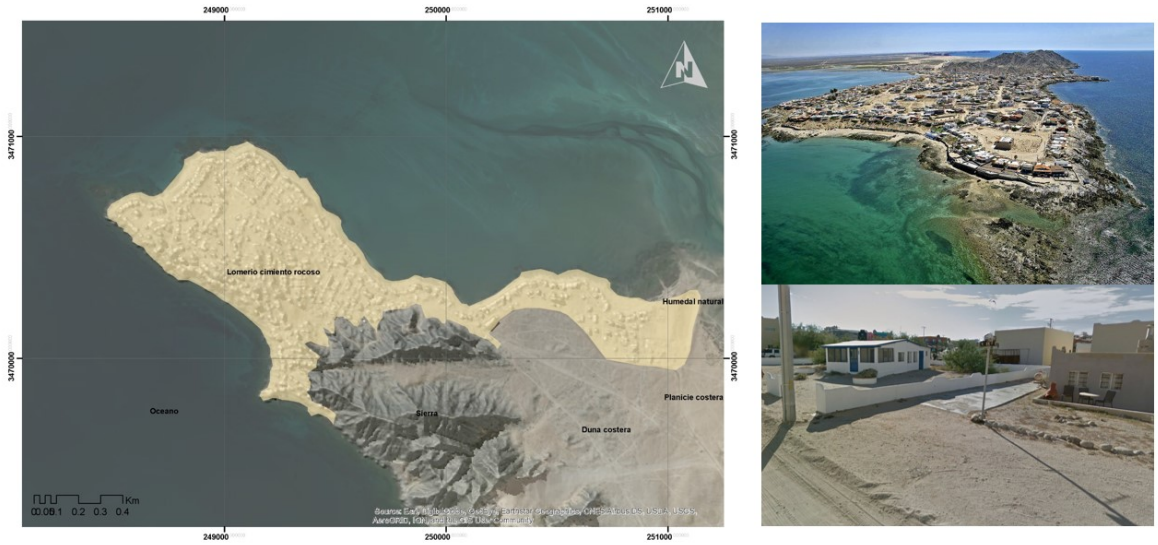


Figura IV. 81 Unidad de paisaje Sierra.



Figura IV. 82 Vista escénica desde la unidad de paisaje Lomerío.

Unidad de paisaje Dunas.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser una formación arenosa paralela a la línea de costa, con alturas de hasta 20 metros sobre el nivel del mar de forma natural de acuerdo con Inegi y edificaciones que alcanzan los 70 metros sobre el nivel del mar. La formación corresponde a un cinturón de dunas características de la zona costera del municipio de Puerto Peñasco, colindantes a la costa y que en muchas de ellas se han implementado edificaciones.

La cubierta vegetal es de bajo porte, y en algunos casos, desprovista de vegetación o efímera. De acuerdo con Inegi, la vegetación corresponde a vegetación de dunas costeras.

Aun cuando la unidad no ha sido transformada en su totalidad, se observa impacto ambiental alto generado por edificaciones hoteleras, puertos y fragmentación alta por caminos. La unidad es uno de los sitios más visitados en la región por el turismo local, nacional y extranjero. La unidad cuenta con rasgos visuales y físicos que la hacen atractiva para el turismo de hotelero o simplemente por la vista que ofrece del Alto Golfo de California y la Reserva de la Biosfera EL Pinacate y Gran Desierto de Altar. Así mismo, se puede observar ambientes como playa frente a la unidad.



Figura IV. 83 Unidad de paisaje Dunas.



Figura IV. 84 Vista escénica desde la unidad de paisaje Duna

Unidad de paisaje Costa rocosa.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser una formación de corta longitud, de tipo granito del mesozoico. La formación corresponde a una de las pocas encontradas y que no ha sido completamente transformada por el hombre. La cubierta vegetal es inexistente.

Aun cuando la unidad no ha sido transformada, se observa impacto ambiental generado por actividad turística temporal, principalmente basura. La unidad es un sitio poco visitados en la región por el turismo local.

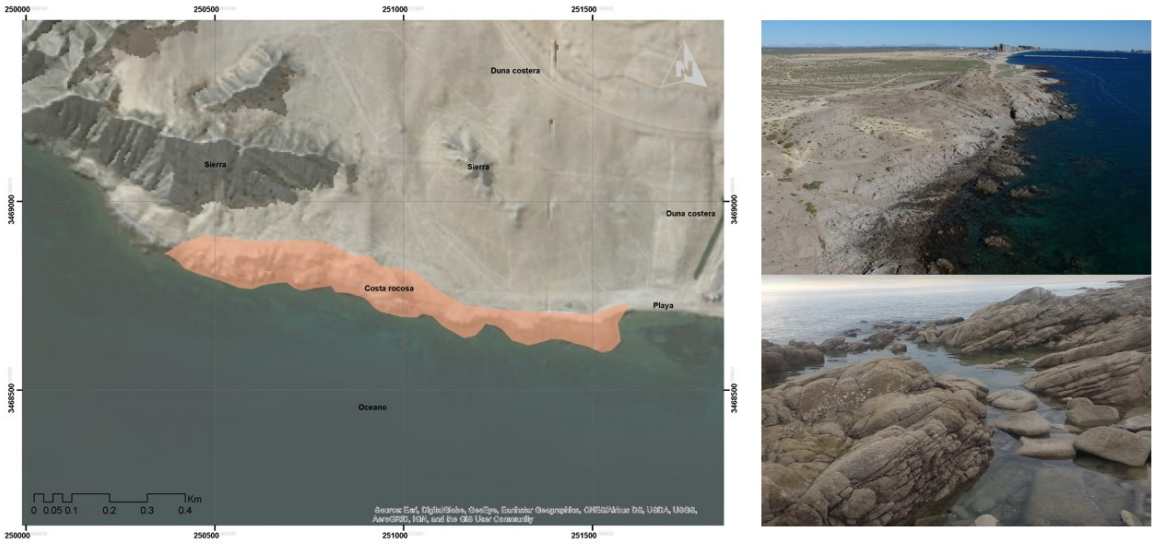


Figura IV. 85 Unidad de paisaje Costa rocosa.

Unidad de paisaje Humedal artificial.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser un ambiente de humedal artificial con hotelería, Colinda con el Golfo de California. La formación corresponde a una de las pocas encontradas colindantes a la costa. La cubierta vegetal natural es inexistente, todo es inducido y construido.

Aun cuando la unidad es transformada en su totalidad, la unidad es uno de los sitios más visitados en la región por el turismo nacional y extranjero. La unidad cuenta con rasgos visuales y físicos que la hacen atractiva para el turismo hotelero y por la vista que ofrece del Alto Golfo de California. Así mismo, se puede observar ambientes como el humedal colindante natural, la playa y del desarrollo turístico hotelero presente al sureste de la unidad.

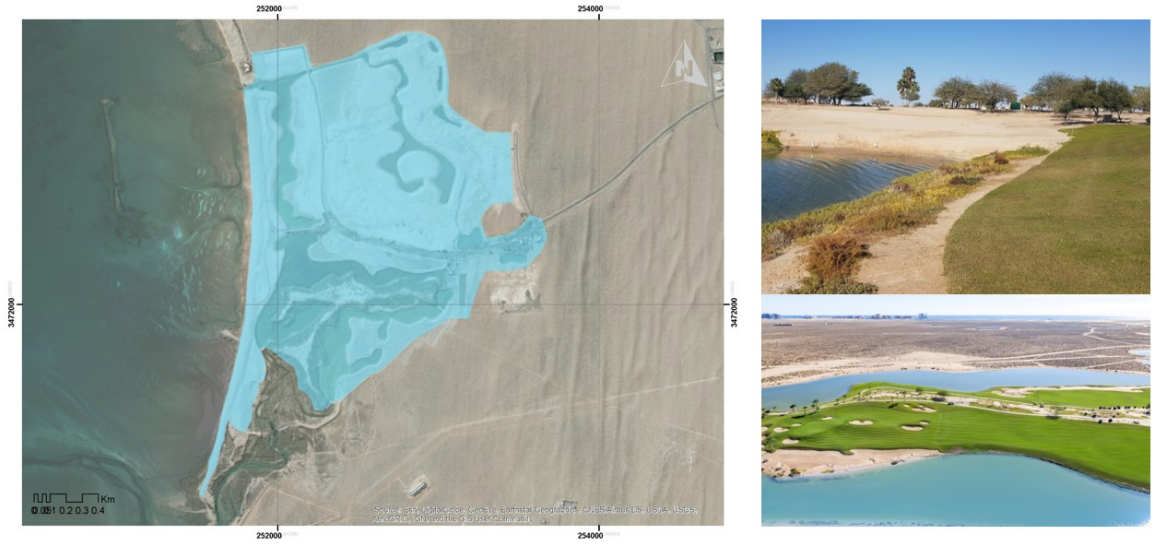


Figura IV. 86 Unidad de paisaje Costa rocosa.

Unidad de paisaje Humedal natural.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser un humedal natural, característicos de la zona costera norte del Alto Golfo de California. La formación corresponde a una de las pocas encontradas en el área de interés y que no ha sido completamente transformada por el hombre.

La cubierta vegetal es de bajo porte, y en algunos casos, desprovista de vegetación. La vegetación corresponde a vegetación de desiertos acuática y semiacuática, característica en estos tipos de ambientes.

Aun cuando la unidad no ha sido transformada, se observa impacto ambiental generado por actividad turística principalmente. La unidad es uno de los sitios poco visitados en la región por el turismo. La unidad cuenta con rasgos visuales y físicos que la hacen atractiva para el turismo de observación o simplemente por la vista que ofrece del Alto Golfo de California y la Reserva de la Biosfera EL Pinacate y Gran Desierto de Altar. Así mismo, se puede observar ambientes como el humedal artificial colindante, la playa y del desarrollo turístico hotelero presente al sureste de la unidad.

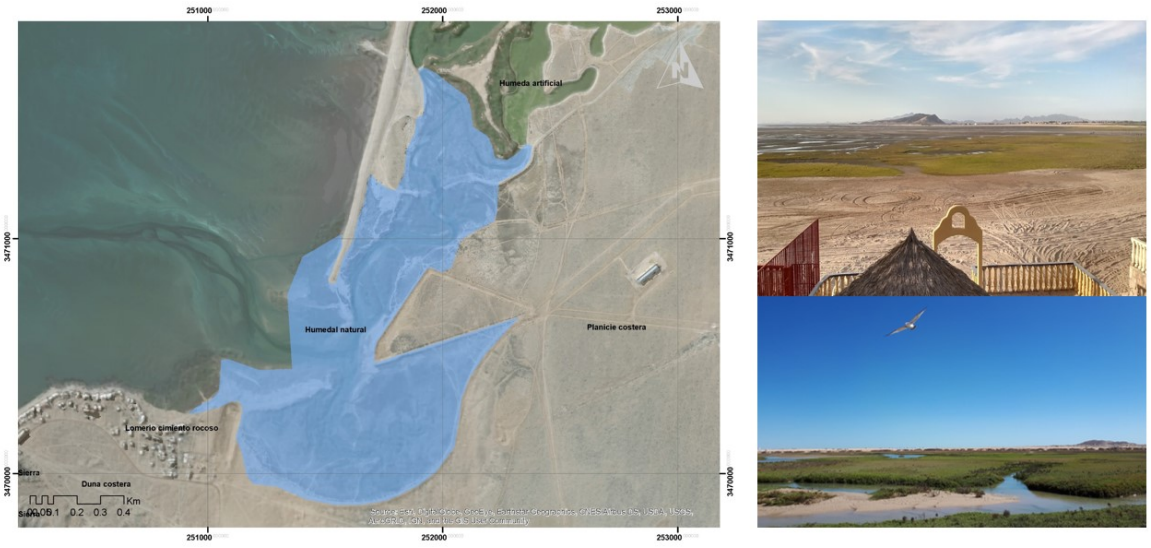


Figura IV. 87 Unidad de paisaje Humedal natural.

Unidad de paisaje Océano.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser oceánica, Alto Golfo de California. Corresponde a un paisaje común en toda la zona costera del Golfo de California.

Al ser un ambiente acuático, representa un atractivo para actividades de pesca ribereña, pesca de altura, turismo de navegación, observación, buceo, entre otras.

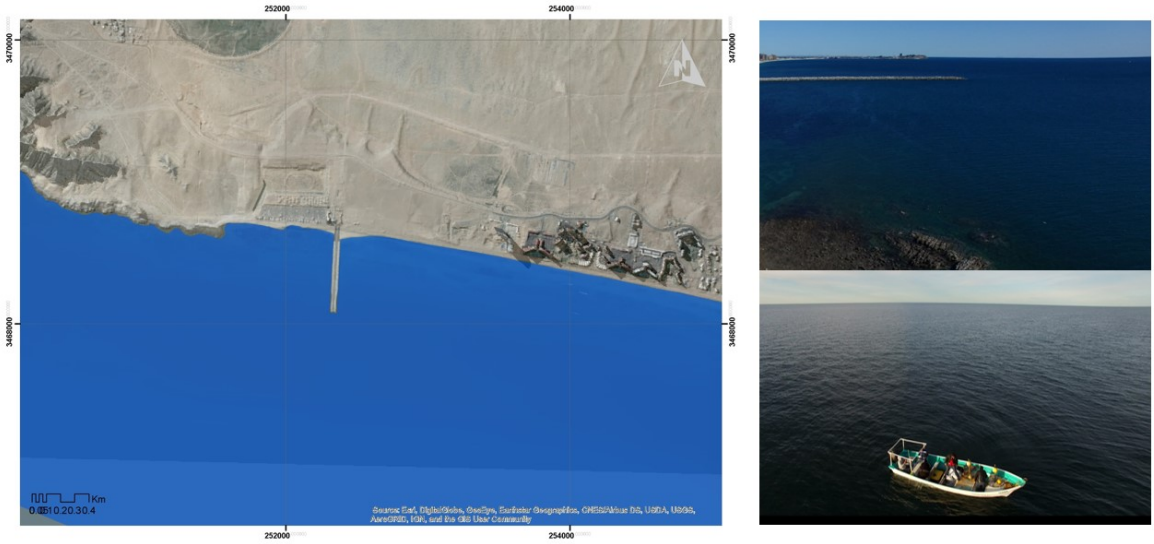


Figura IV. 88 Unidad de paisaje Océano.

Unidad de paisaje Planicie costera.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser una planicie o llanura costera, característica de la región noroeste del estado. La formación corresponde a una de las más comunes colindantes a la costa y que no ha sido completamente transformada por el hombre.

La cubierta vegetal es de bajo porte, y en algunos casos, desprovista de vegetación. De acuerdo con Inegi, la vegetación corresponde a vegetación de desiertos arenosos, característica en la región noroeste del estado de Sonora.

Aun cuando la unidad no ha sido transformada en su totalidad, se observa impacto ambiental generado por accesos. La unidad es uno de los sitios poco visitados en la región por el turismo. La unidad cuenta con rasgos visuales y físicos comunes. Se puede observar ambientes como sierra, humedal colindante natural, el humedal artificial, la playa y del desarrollo turístico hotelero presente al sur de la unidad.

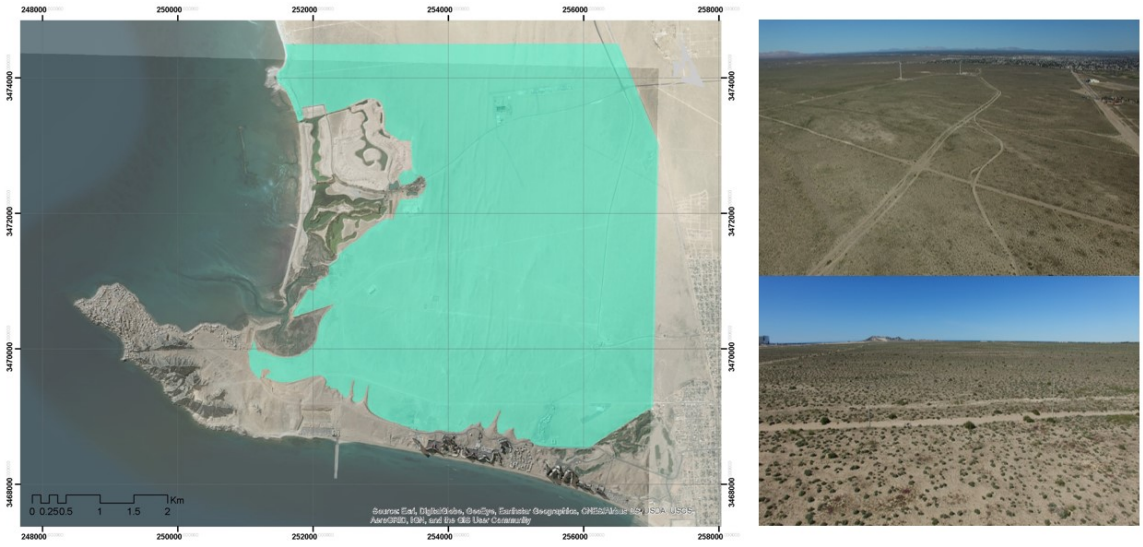


Figura IV. 89 Unidad de paisaje Planicie o llanura costera.

Unidad de paisaje Playa.

La unidad de paisaje se caracteriza por ser de tipo arenosa. La cubierta vegetal es inexistente. Corresponde a uno de los paisajes más comunes en la zona costera del estado.

Aun cuando la unidad no ha sido transformada en su totalidad, se observa impacto ambiental generado por actividad turística principalmente. La unidad es uno de los sitios más visitados en la región por el turismo local, nacional y extranjero. La unidad cuenta con rasgos visuales y físicos que la hacen atractiva para el turismo de playa o simplemente por la vista que ofrece del Alto Golfo de California. Así mismo, se puede observar el desarrollo hotelero colindante a la unidad.

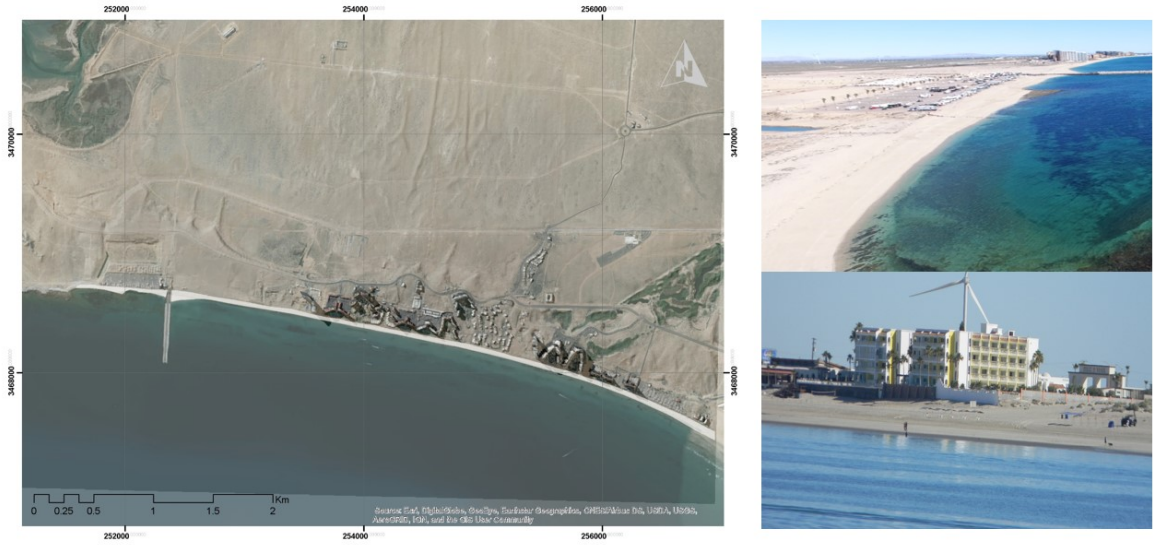


Figura IV. 90 Unidad de paisaje Playa.

IV.2.4.4 Análisis de visibilidad.

Uno de los aspectos importantes en el análisis de paisaje es el impacto causado con el emplazamiento de la obra, para ello, se aplicaron análisis de visibilidad con el uso de sistemas de información geográfica.

El análisis considera el modelo de elevación digital del terreno y la determinación de puntos de observación. Se consideró una distancia aproximada de 850 metros entre el observador y la obra para su análisis. Así mismo, se consideraron 4 puntos de observación, que corresponden a los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste).

El análisis tomó como base el modelo de elevación del terreno sin proyecto y otro modificado en el cual ya se considera la altura máxima de la obra, en este caso 5 mts de altura de la obra.

Los resultados del análisis se presentan en las siguientes figuras:

Punto de observación 1. El impacto de visibilidad por construcción de obra desde el punto de observación 1 es imperceptible, como se muestra en las imágenes inferiores.

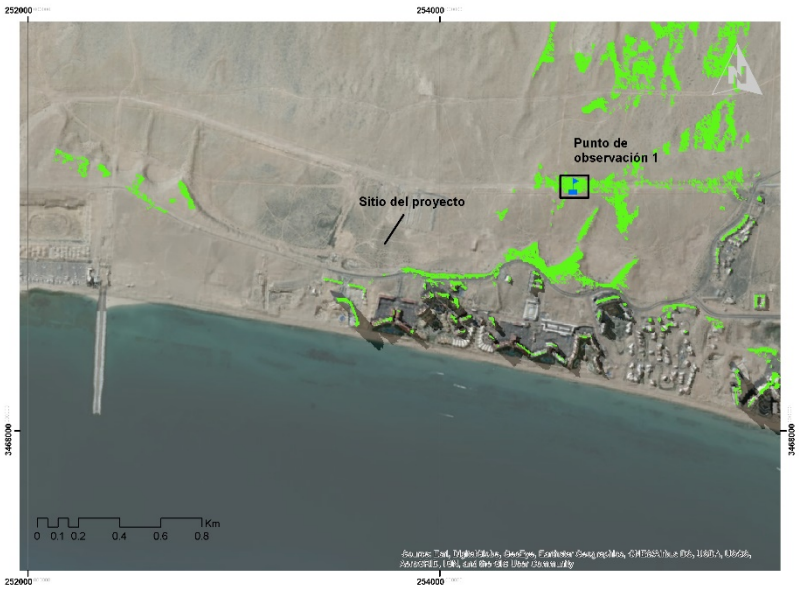


Figura IV. 91 Visibilidad del Punto de observación 1 Sin Proyecto.

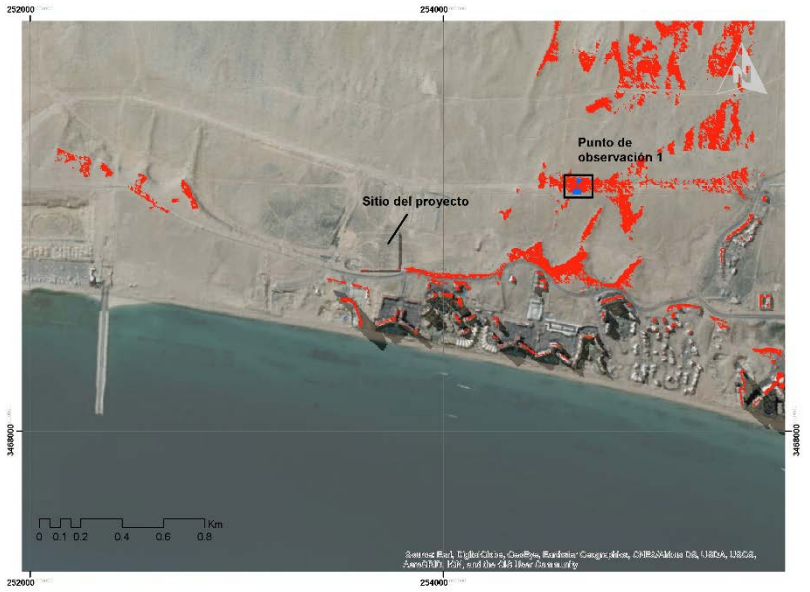


Figura IV. 92 Visibilidad del Punto de observación 1 Con Proyecto.

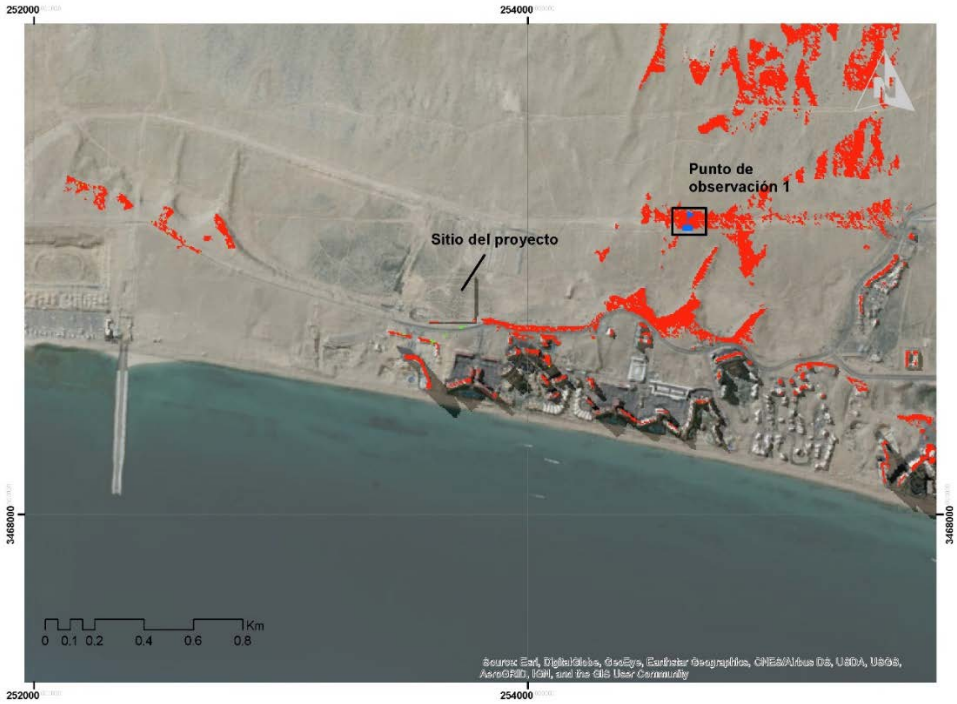


Figura IV. 93 Visibilidad del Punto de observación 1 Sin Proyecto y Con Proyecto. Las zonas marcadas en verde son impactadas por el emplazamiento de la obra.

Punto de observación 2. El impacto de visibilidad por construcción de obra desde el punto de observación 2 es mínimo, como se muestra en las imágenes inferiores.

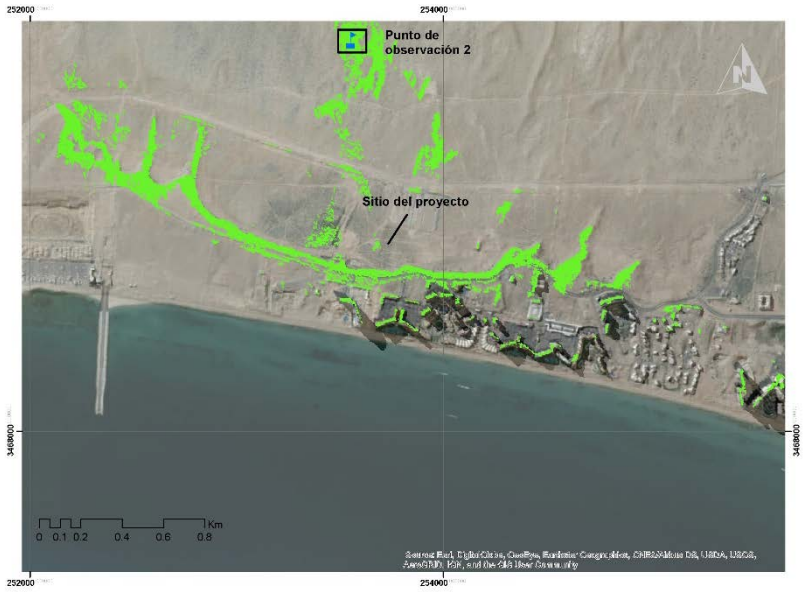


Figura IV. 94 Visibilidad del Punto de observación 2 Sin Proyecto.

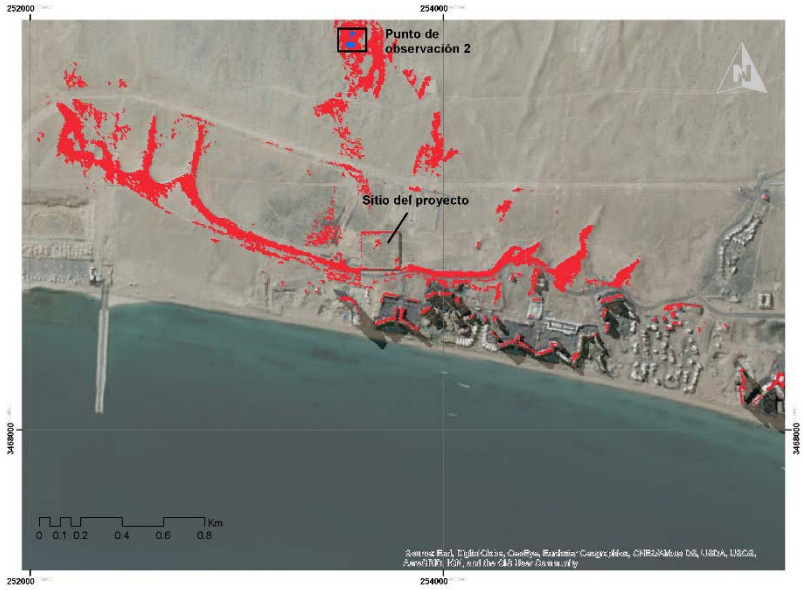


Figura IV. 95 Visibilidad del Punto de observación 2 Con Proyecto.

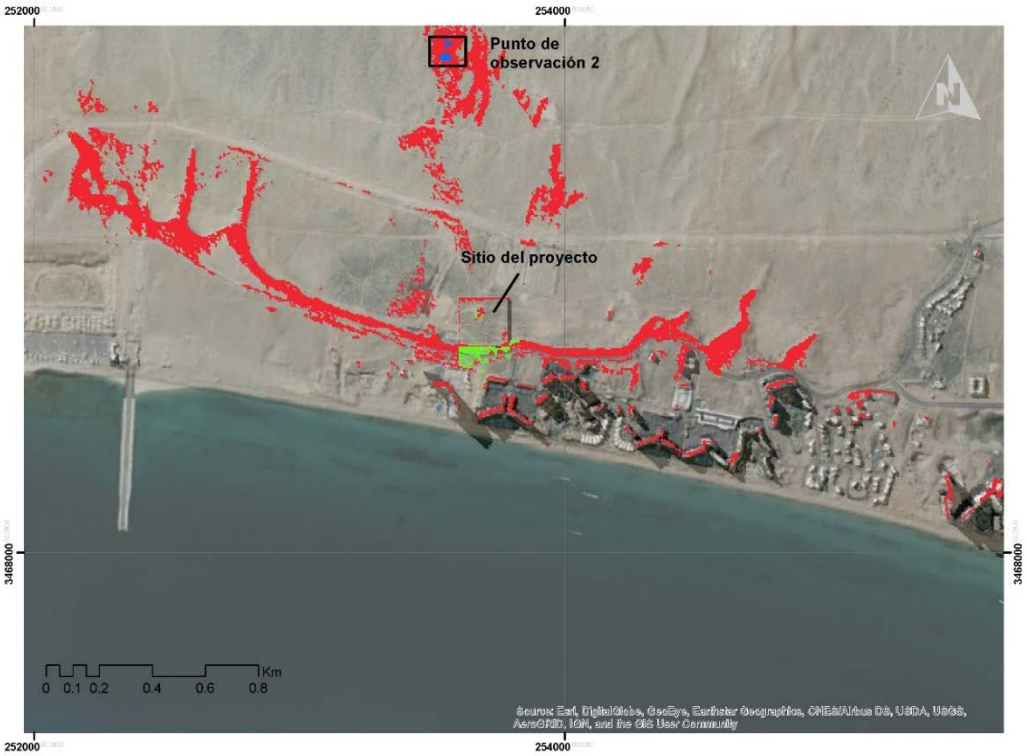


Figura IV. 96 Visibilidad del Punto de observación 2 Sin Proyecto y Con Proyecto. Las zonas marcadas en verde son impactadas por el emplazamiento de la obra.

El impacto identificado corresponde a la obstrucción de aproximadamente 2 hectáreas de terreno con característica de duna.



Figura IV. 97 Zona aproximada de obstrucción de la visibilidad desde el punto de observación 2.

Punto de observación 3. El impacto de visibilidad por construcción de obra desde el punto de observación 3 es mínimo, como se muestra en las imágenes inferiores.



Figura IV. 98 Visibilidad del Punto de observación 3 Sin Proyecto.

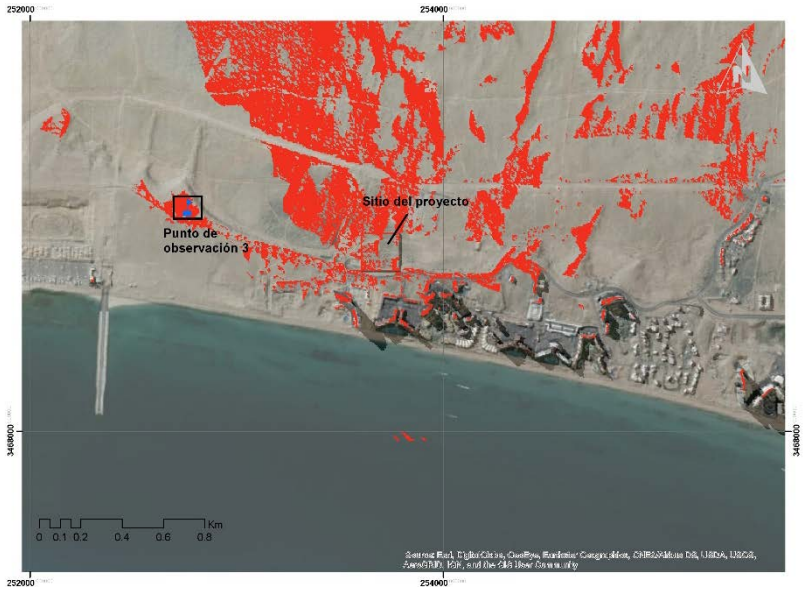


Figura IV. 99 Visibilidad del Punto de observación 3 Con Proyecto.

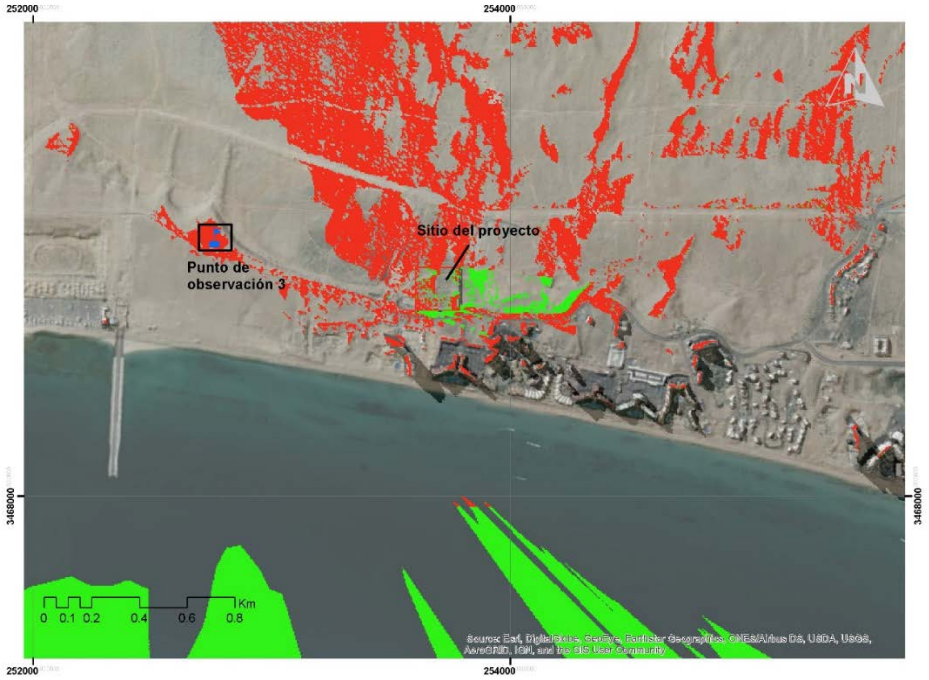


Figura IV. 100 Visibilidad del Punto de observación 3 Sin Proyecto y Con Proyecto. Las zonas marcadas en verde al Este del proyecto son impactadas por el emplazamiento de la obra.

El impacto identificado corresponde a la obstrucción de aproximadamente 12 hectáreas de terreno con característica de planicie costera impactada y duna con las mismas características.



Figura IV. 101 Zona de obstrucción de la visibilidad desde el punto de observación 3.

Punto de observación 4. El impacto de visibilidad por construcción de obra desde el punto de observación 4 es nulo, como se muestra en las imágenes inferiores.

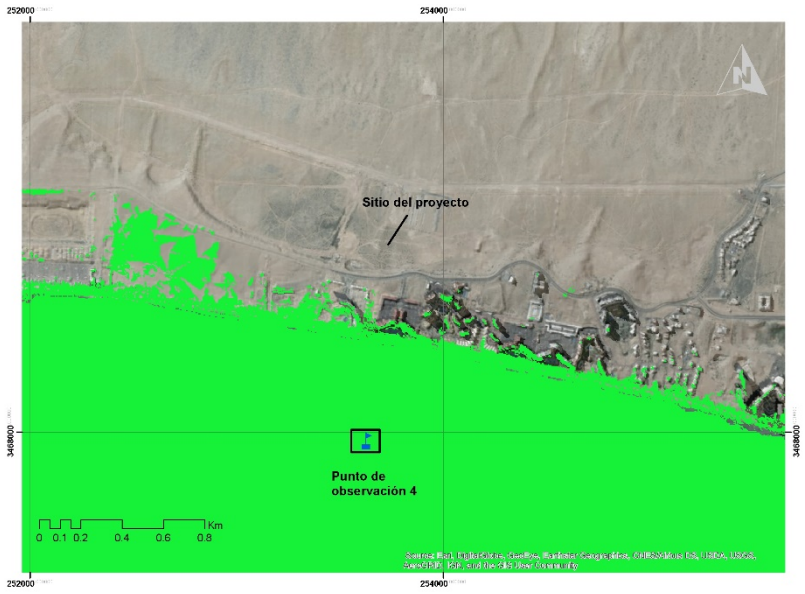


Figura IV. 102 Visibilidad del Punto de observación 4 Sin Proyecto.

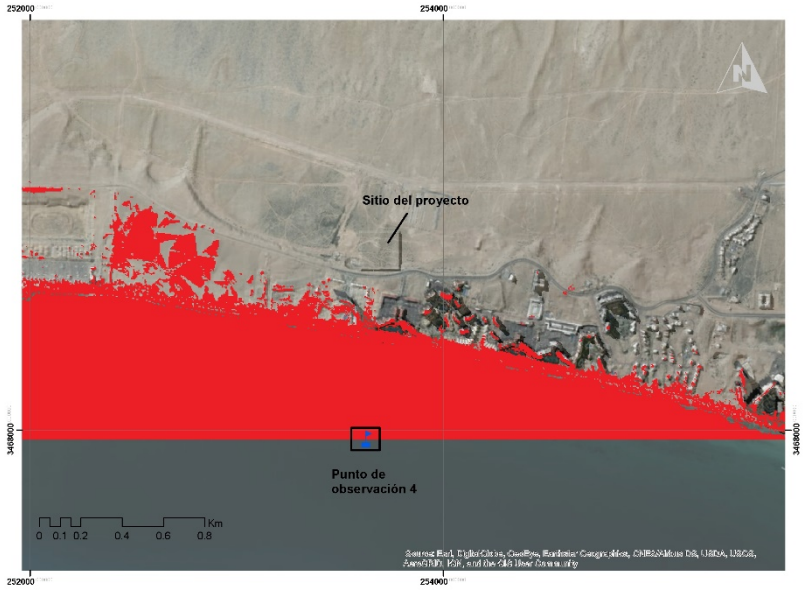


Figura IV. 103 Visibilidad del Punto de observación 4 Con Proyecto.

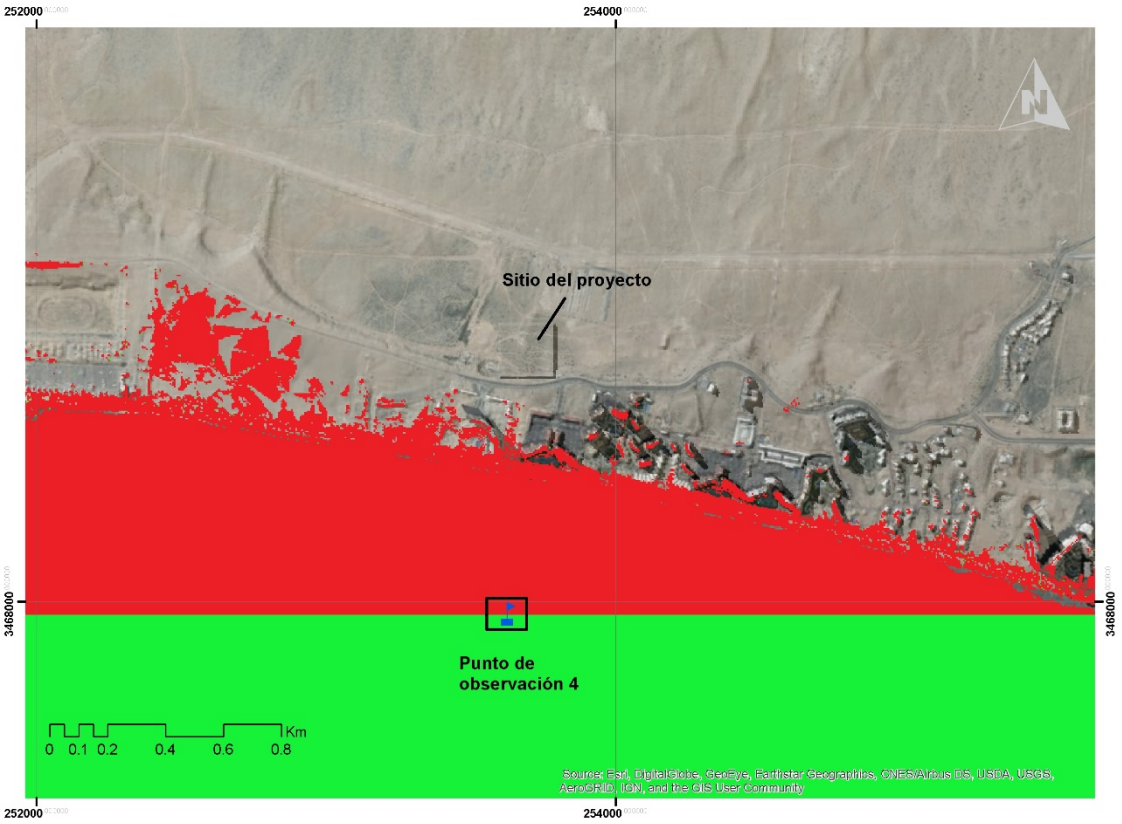


Figura IV. 104 Visibilidad del Punto de observación 4 Sin Proyecto y Con Proyecto. Las zonas marcadas en verde al norte del proyecto son impactadas por el emplazamiento de la obra.

IV.2.4.5 Cuantificación de los Parámetros paisajísticos.

La cuantificación de los parámetros paisajísticos consideró toda la información disponible señalada en los párrafos anteriores y análisis de visibilidad por aplicación de Sistemas de información geográfica. Los resultados de la evaluación se presentan en las tablas inferiores.

Tabla IV. 35 Criterios de valoración de la calidad intrínseca del paisaje.

A. Complejidad Topográfica	0	1	2	3	4	Valor
Muy Alta					x	1
Alta				x		
Media			x			
Baja		x				
Muy Baja	x					
B. Pendiente	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Muy escarpada: >50 %					x	0
Fuerte: 30 - 50 %				x		
Moderada: 20 - 30 %			x			
Suave: 10 - 20 %		x				
Llana o muy suave: < 10 %	x					
C. Formaciones Geológicas	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Presencia de formaciones geológicas relevantes					x	4
Ausencia de formaciones geológicas relevantes	x					
D. Grado de Cubierta de la vegetación	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
75 - 100%					x	1
50 - 75%				x		
25 - 50 %			x			
5 - 25 %		x				
< 5 %	x					
E. Densidad de la vegetación	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Especie muy abundante					x	1
Especie abundante				x		
Especie frecuente			x			
Especie escasa		x				
Especie muy escasa	x					
F. Distribución horizontal de la vegetación	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Vegetación cerrada					x	1
Vegetación abierta			x			
Vegetación dispersa		x				

Ausencia de vegetación	x					
G. Altura del estrato superior de la vegetación	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Estrato de árboles altos: > 15 m					x	1
Estrato de árboles intermedios: 8 - 15 m				x		
Árboles bajos y/o matorral alto: 3 - 8 m			x			
Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto: < 3 m		x				
Ausencia casi total de vegetación	x					
H. Densidad Cromática de la Vegetación	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Muy alta					x	0
Alta				x		
Media			x			
Baja		x				
Muy baja	x					
I. Contraste Cromático de la Vegetación	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes					x	0
Acusado: variaciones de color acusadas				x		
Medio: alguna variación, pero no dominante			x			
Bajo: Tonos apagados, poca variedad de colores		x				
Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color	x					
J. Estacionalidad de la Vegetación	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales					x	1
Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados				x		
Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)			x			
Vegetación monocromática uniforme, con contraste estacional nulo o muy bajo		x				
Ausencia casi total de vegetación	x					
K. Superficie de Agua Vista	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Presencia de agua en láminas superficiales (lagos, pantanos, etc.)					x	4
Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)				x		
Presencia puntual de agua (fuentes, manantiales, etc.)			x			
No presencia de agua	x					
L. Estacionalidad del caudal	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Caudal permanente					x	0
Caudal estacional, presente más de 6 meses al año				x		
Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año			x			

Caudal ausente	x					
M. Apariencia subjetiva del agua	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Aguas de apariencia limpia y clara					x	4
Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias				x		
Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable		x				
N. Existencia de puntos singulares	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles					x	3
Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles				x		
Ausencia de puntos singulares		x				
O. Actividades agrícolas y ganaderas, urbanas	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales					x	2
Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas				x		
Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad			x			
Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva		x				
Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	x					
P. Densidad Viaria	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
No hay vías de comunicación interiores ni próximas					x	1
Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad				x		
Vías de tráfico intenso en las cercanías de la unidad			x			
Vías de tráfico bajo atravesando la unidad		x				
Vías de tráfico intenso atravesando la unidad	x					
Q. Construcción / Infraestructura	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Ausencia de construcciones e infraestructuras					x	0
Construcciones tradicionales, integradas en el paisaje o con valor artístico				x		
Construcciones no tradicionales, de carácter puntual o lineal (líneas eléctricas, repetidores)		x				
Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	x					
R. Explotaciones industriales y mineras	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Ausencia de explotaciones en la unidad y sus cercanías					x	4
Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad			x			
Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad	x					
S. Rasgos Históricos Culturales	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**

Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en uso					x	0
Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso			x			
Ausencia de cualquier valor	x					
T. Escenario Adyacente	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio					x	0
Son inferiores a las del territorio, pero no lo realzan de forma notable				x		
Similares a las del espacio estudiado			x			
Superiores a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo		x				
Notablemente superiores a las del espacio estudiado	x					
U. Rasgos paisajísticos singulares	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**Valor**
Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales					x	3
Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes				x		
Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región			x			
Elementos paisajísticos bastante comunes en la región		x				
Ausencia de elementos singulares relevantes	x					
TOTAL						31
Valor máximo						84

Tabla IV. 36 Valoración de criterios pata visibilidad de actuación

1. Puntos Observados	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**1**	**Valor**
Área no visible desde zonas transitadas					x	0.5
Área visible desde puntos o zonas transitadas				x		
2. Distancia de observación	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**1**	**Valor**
Lejana (>800 m)		x				0.4
Media (200-800 m)			x			
Próxima (0-200 m)				x		
3. Frecuencia de Observación	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**1**	**Valor**
Zonas observación escasamente transitadas	x					0.3
Zonas observación poco frecuentadas, de forma esporádica		x				
Zonas de observación frecuentadas periódicamente			x			
Zonas muy frecuentadas de forma continua				x		
4. Cuenca Visual	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**1**	**Valor**

0 a 25%	x					0.3
26 a 50%		x				
51 a 75%			x			
76 a 100%				x		
Factor de visibilidad						1.5
Valor máximo						2.5

De acuerdo al análisis de los elementos del paisaje como relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos y el entorno; así como su singularidad fue posible determinar la calidad intrínseca visual del paisaje además de establecer los valores a los criterios del factor de visibilidad y finalmente calcular la afectación paisajística generada por el presente proyecto obteniendo un valor de 55.35 que corresponde a una afectación paisajística de ligero a medio.

IV.2.5 Sistema ambiental.

El sistema ambiental a nivel municipal se presenta en la siguiente tabla. Para efectos de consulta, se anexa la tabla completa en el apartado correspondiente.

MUNICIPIO	CLIMA	GEOLOGIA	FISIOGRAFIA	ACUIFERO	EDAFOLOGIA	VEGETACION
PUERTO PEÑASCO	Muy árido, semicálido, lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual (BWh(x'))	C (B) BASALTO DEL CENOZOICO	Campo de dunas	LOS VIDRIOS	Fluvisol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
					Litosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
					Regosol	MATORRAL CRASICAULE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
				SONOYTA-PTO. PEÑASCO	Litosol	SIN VEGETACIÓN APARENTE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
					Regosol	SIN VEGETACIÓN APARENTE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Yermosol	SIN VEGETACIÓN APARENTE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
			Gran Bajada con lomerío	LOS VIDRIOS	Fluvisol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
					Litosol	MATORRAL CRASICAULE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Regosol	MATORRAL CRASICAULE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Yermosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
				SONOYTA-PTO. PEÑASCO	Litosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
					Yermosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
			Llanura aluvial con dunas		Litosol	SIN VEGETACIÓN APARENTE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Regosol	SIN VEGETACIÓN APARENTE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Yermosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
			Llanura costera salina con dunas		Litosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Regosol	AGUA
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Yermosol	URBANO CONSTRUIDO
						AGUA
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Zona Urban	URBANO CONSTRUIDO
						AGUA
			Meseta basáltica con cráteres	LOS VIDRIOS	Litosol	MATORRAL SARCOCAULE
					Regosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
					Yermosol	MATORRAL SARCOCAULE
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
				SONOYTA-PTO. PEÑASCO	Litosol	SIN VEGETACIÓN APARENTE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
						VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL SARCOCAULE
					Regosol	SIN VEGETACIÓN APARENTE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
						VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL SARCOCAULE
					Yermosol	SIN VEGETACIÓN APARENTE
						MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
						VEGETACIÓN DE DESIERTOS ARENOSOS
						VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL SARCOCAULE
			Sierra escarpada aislada		Litosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE
					Yermosol	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO
						MATORRAL SARCOCAULE

Figura IV. 105 Extracto de Sistema ambiental municipal.

IV.3 Aspecto socioeconómico

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Puerto Peñasco, en la parte Noroeste del Estado de Sonora, perteneciendo dicho municipio a la Unidad Territorial Básica San Luis Río Colorado dentro del Programa Regional de Ordenamiento Territorial del Estado de Sonora.

IV.3.1 Demografía

Regionalmente, la zona conformada por los municipios de Plutarco Elías Calles, Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado presenta una taza de crecimiento moderado pero constante durante los últimos 50 años, con una tasa promedio de 2.7% logrando máximos de 3.48% en los últimos años. Logrando para el año de 2010 una población regional de 251,374 habitantes

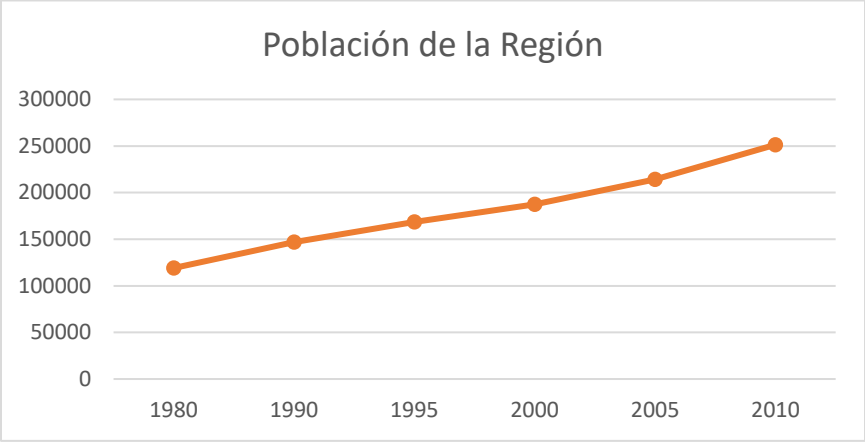


Figura IV. 106 Dinámica demográfica de la región cercada a Puerto Peñasco

Para la región Noroeste del estado, la cual comprende estos tres municipios, las principales localidades son Puerto Peñasco, San Luis Río Colorado, Golfo de Santa Clara, La Islita, Lagunitas, Ingeniero Luis B. Sánchez, Nuevo Michoacán, Sonoyta y El Desierto de Sonora, en ellas se encuentra el 96.54% de la población total de la región.

Según datos del censo del 2010 realizado por el INEGI, la población que habitaba el municipio de puerto peñasco era de 57,342 personas, con una población de mujeres de 27,882 y 29,460 hombres, lo cual se traduce en 48.62% y 51.38% de la población total municipal respectivamente, distribuidos en 93 localidades repartidas en una superficie municipal total de 5,653 Km2 representando así una densidad población de 10.1hab/Km2.

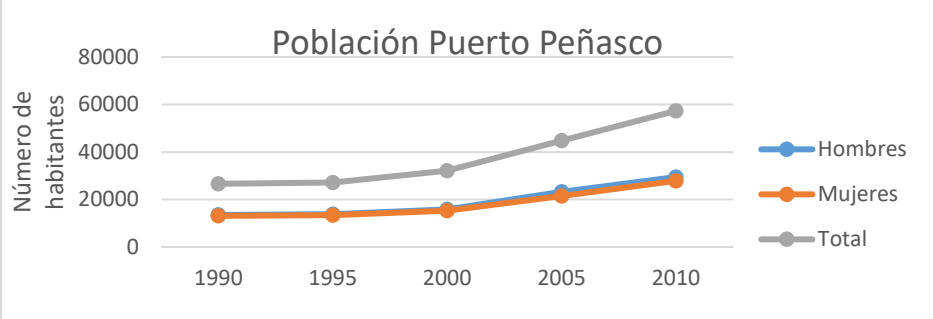


Figura IV. 107 Dinámica de crecimiento poblacional para el municipio de Puerto Peñasco

La distribución de edades dentro del municipio de Puerto Peñasco se presenta de la siguiente manera, el 31.6% son niños y adolescentes de 0 a 14 años de edad, el 8.8% jóvenes de entre 15 y 19 años, el 17.5% jóvenes entre 20 y 29 años de edad, el 38.2% son adultos entre 30 y64 años de edad, mientras que el 3.9% de la población son adultos mayores de 65 años. El municipio cuenta con una tasa de crecimiento anual del 6.02% siendo esta mayor que la tasa de crecimiento promedio de la región, la esperanza de vida es de 77.4 años y una edad mediana de 25 años.

IV.3.2 Pueblos originarios

Según datos arrojados por el último censo del INEGI, en el municipio de Puerto Peñasco cuenta con un total de 934 personas hablantes de alguna lengua indígena, de los cuales 535 son hombres y 399 son mujeres, además de ello, un total de 9 personas en el municipio solo hablan lengua y no hablan español.

A pesar de que, la distribución original del pueblo tohono o'odham (otrora llamado papagos) no se extendía dentro del actual municipio de Puerto Peñasco, varios integrantes de dicho pueblo originario se encuentran viviendo en la ciudad capital

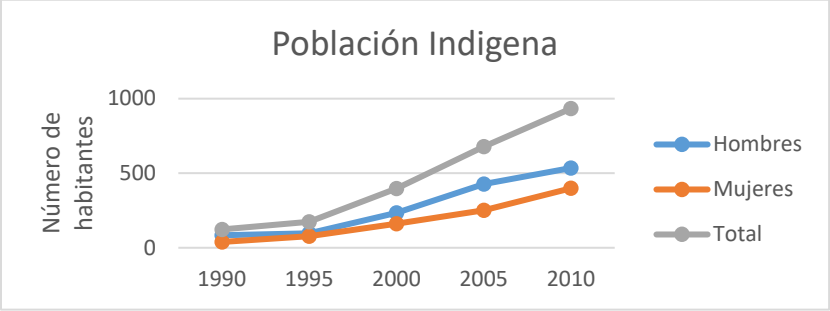


Figura IV. 108 Número de hablantes de lengua indígena en el municipio de Puerto Peñasco

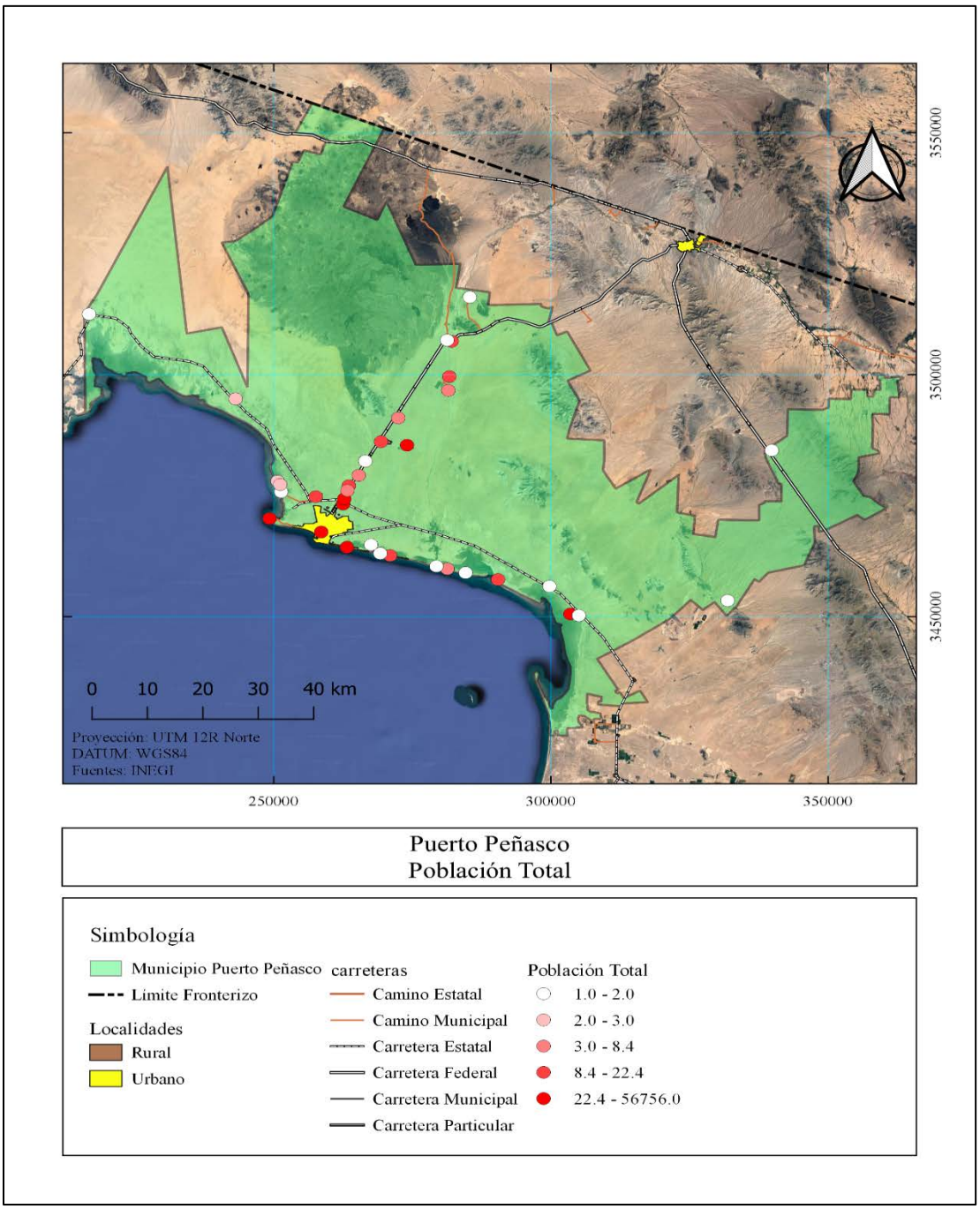


Figura IV. 109 Distribución de la población por localidades en el municipio de Puerto Peñasco

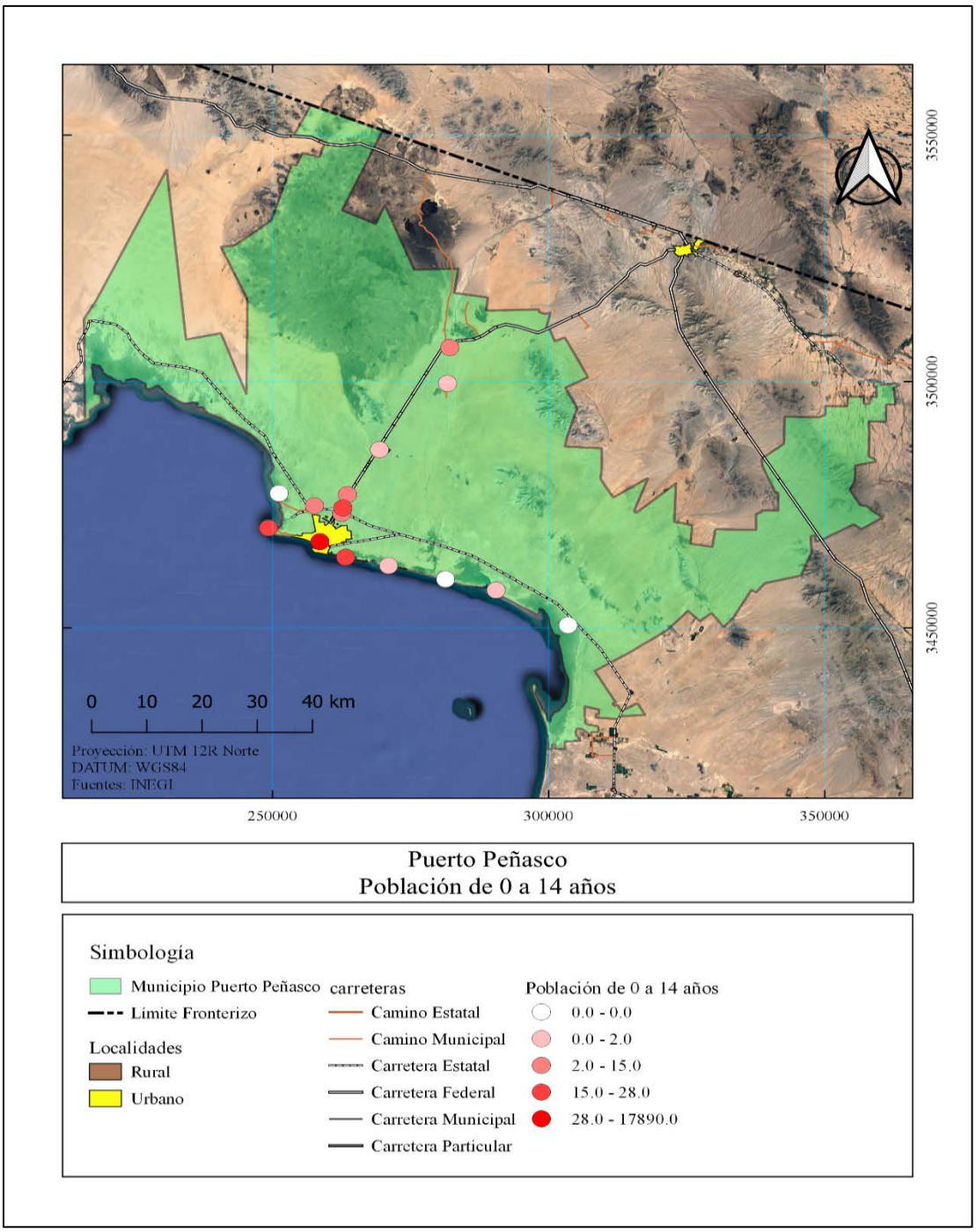


Figura IV. 110 Distribución de la población de 0 a 14 años de edad por localidades dentro del municipio de Puerto Peñasco

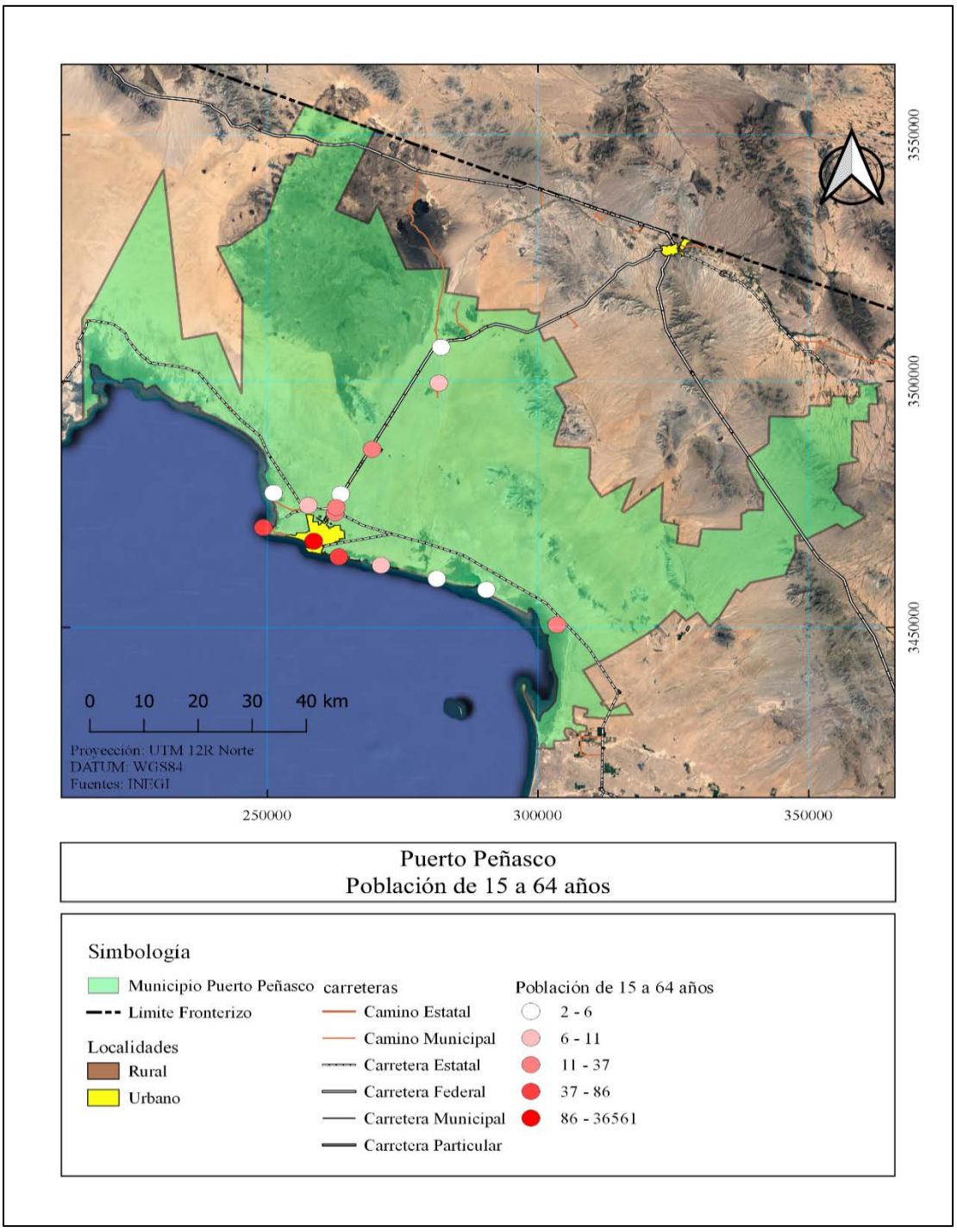


Figura IV. 111 Distribución de la población de 15 a 64 años de edad por localidades dentro del municipio de Puerto Peñasco.

Puerto Peñasco, Sonora

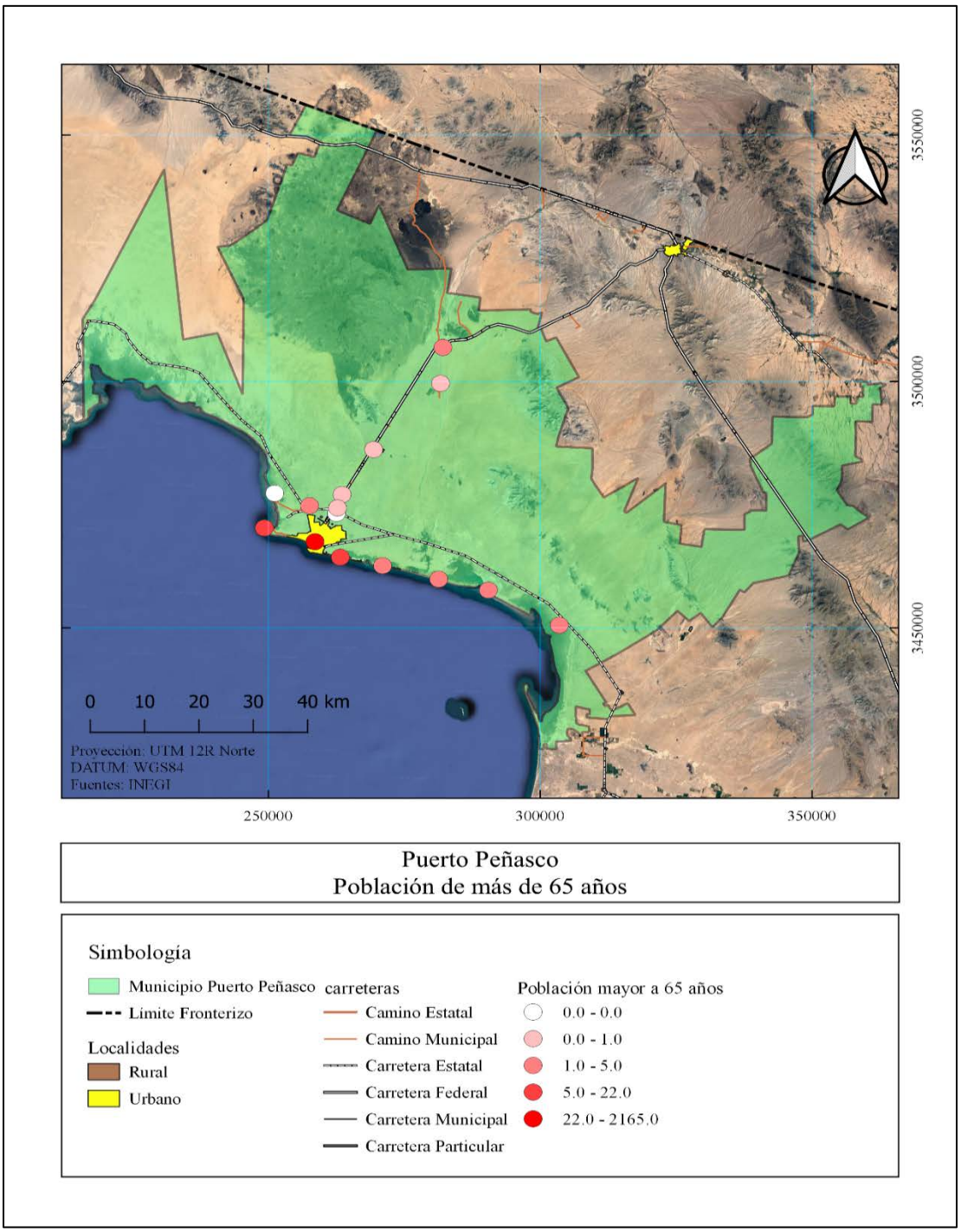


Figura IV. 112 Distribución de la población de más de 65 años de edad por localidades dentro del municipio de Puerto Peñasco

IV.3.3 Educación

Dentro del sector educativo, todos los niveles educativos se encuentran bien representados en el municipio de Puerto Peñasco, para el año 2015, en la capital municipal se tenían registradas: una escuela de educación especial de carácter público federal, cuatro centros de educación inicial (tres eran privados y uno particular), 15 jardines de niños (10 públicos y cinto privados), 23 escuelas primarias (20 públicas y 3 privadas) seis escuelas secundarias (cuatro públicas y dos privadas) cinco bachilleratos (dos públicos y tres privados) mientras que en materia de educación superior se cuenta con el Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP), la Universidad Tecnológica de Puerto Peñasco (UTPP), La Universidad del Desarrollo Profesional (UNIDEP) y la Universidad CEUNO.

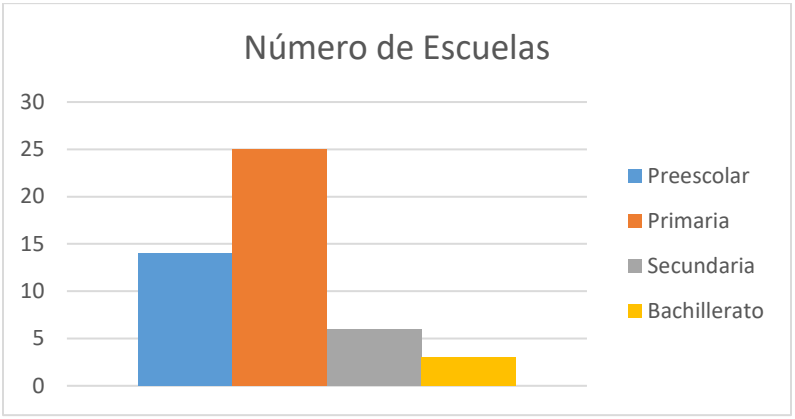


Figura IV. 113 Número de escuelas ene l Municipio según datos del Censo de 2010 del INEGI

En el ciclo escolar 1997-1998 el Municipio contaba con 48 escuelas de los diferentes niveles educativos, atendiendo en ellas a 9,389 alumnos; al inicio del ciclo 2000-2001 contaba con 52 escuelas que atienden a 10,869 alumnos. Esto significa un incremento de 1,480 alumnos más atendidos.

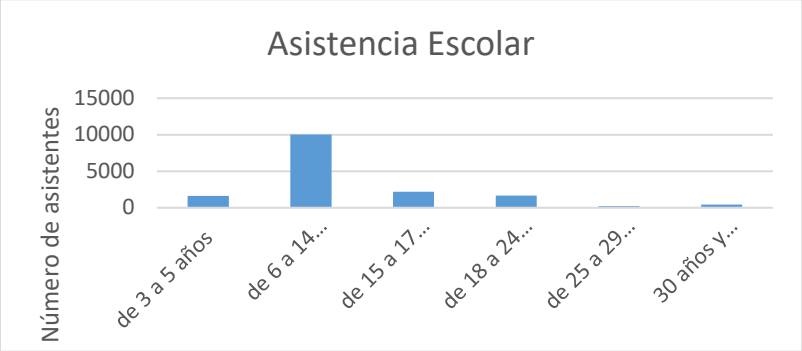


Figura IV. 114 Asistencia escolar por rangos de edad según datos del censo del 2010 del INEGI

Para el ciclo escolar 2000-2001 las escuelas oficiales de Educación Básica atendían al 96% del total de alumnos inscritos en los niveles educativos iniciales, preescolares, primarios, secundarios y especiales.

IV.3.4 Sector salud

En materia de salud, la cobertura para dicho rubro es regular, se presenta como problemática de la zona el hecho de que existe un deterioro en la infraestructura, estando presente el servicio de forma más fuerte en la cabecera municipal. La Secretaría de Salud proporciona servicios a una población abierta de aproximadamente 38,666 personas, para el año 2010, según datos del INEGI, el Instituto Mexicano del Seguro Social tenía registrados a 20,823 derechohabientes, el ISSSTE 2,598, el ISSSTE Estatal atiende a 1,325 derechohabientes, PEMEX con 12,046 derechohabientes, y 1,056 personas son atendidas mediante instituciones privadas

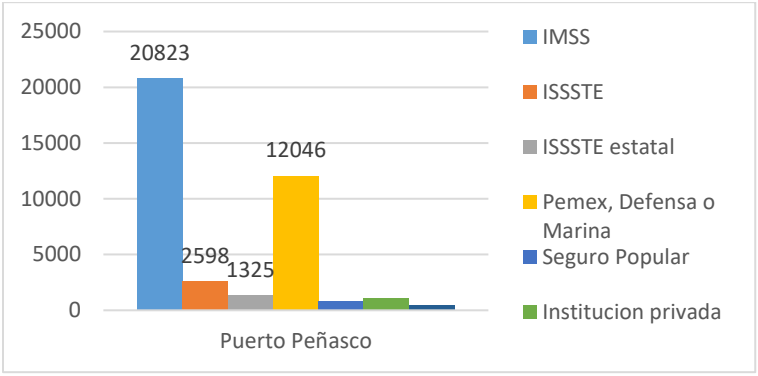


Figura IV. 115 Número de derechohabientes dentro del sector salud para el municipio de Puerto Peñasco

IV.3.5 Economía

Dentro del proceso de participación económica del municipio, el 75.6% de los hombres se encuentran económicamente activos, mientras que solo el 37.9% de las mujeres lo están, para ambos grupos, el rango de edad que cuenta con mayor participación económica es el de 25 a 59 años, ya que el 94.1% de los hombres y el 48.7% de las mujeres en esta edad se encuentran económicamente activos.

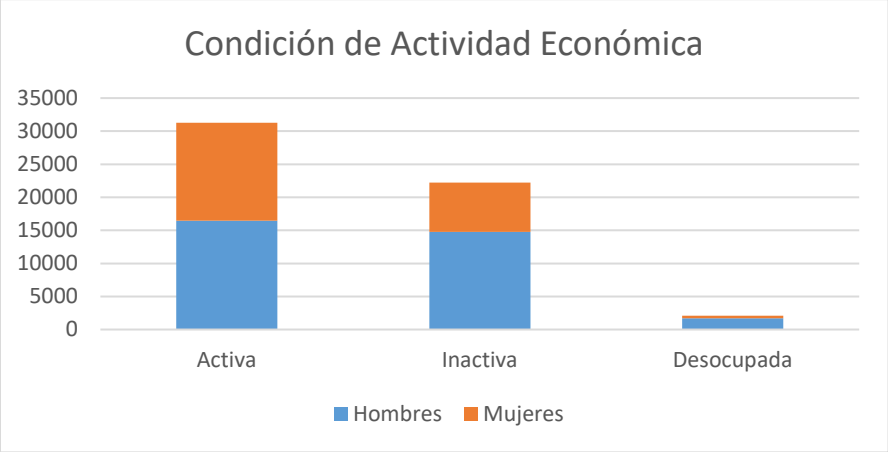


Figura IV. 116 Población en condición de actividad económica dentro del municipio de Puerto Peñasco

El municipio en general cuenta con un nivel de marginación bajo, posicionándose en el lugar 65 dentro del estado, con un porcentaje de población en localidades marginadas del 0.3% en un total de 8 localidades, una de ellas presenta un nivel muy alto de marginación, representando el 2.78% del total municipal, mientras que dos de ellas presentan niveles altos, representando así el 5.56% del municipio.

Dentro del desglose de la situación socioeconómica del municipio se tiene que la población analfabeta mayor a 15 años representa 2.7%, mientras que la población sin primaria completa mayor a 15 años son el 14.48%; por otra parte, en materia de vivienda, se tiene que el 0.69% son ocupantes de viviendas sin drenaje mientras que el 4.98% son ocupantes de viviendas sin electricidad, los ocupantes de viviendas sin agua potables representan el 2.16%, mientras que el porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra es del 4.73%, además se tiene que la población que gana hasta 2 salarios mínimos en el municipio representa el 24.74% del total.

Dentro del municipio de Puerto Peñasco aproximadamente unos 12 mil personas se encuentran en situación de pobreza extrema, se estima que 3 mil hogares no cuentan con ningún servicios básicos esto se cataloga de vital importancia en virtud de que el fenómeno

de la pobreza se considera de manera multidimensional y pro en ende es complejo de solventar.

El indicador de hacinamiento, el cual es la relación que existe entre el los seres humanos y la ocupación de un determinado espacio, es de 3.6 habitantes por vivienda en el municipio, de las cuales, 4,456 presentan hacinamiento de algún tipo, representando esto al 41.36% de las viviendas particulares.

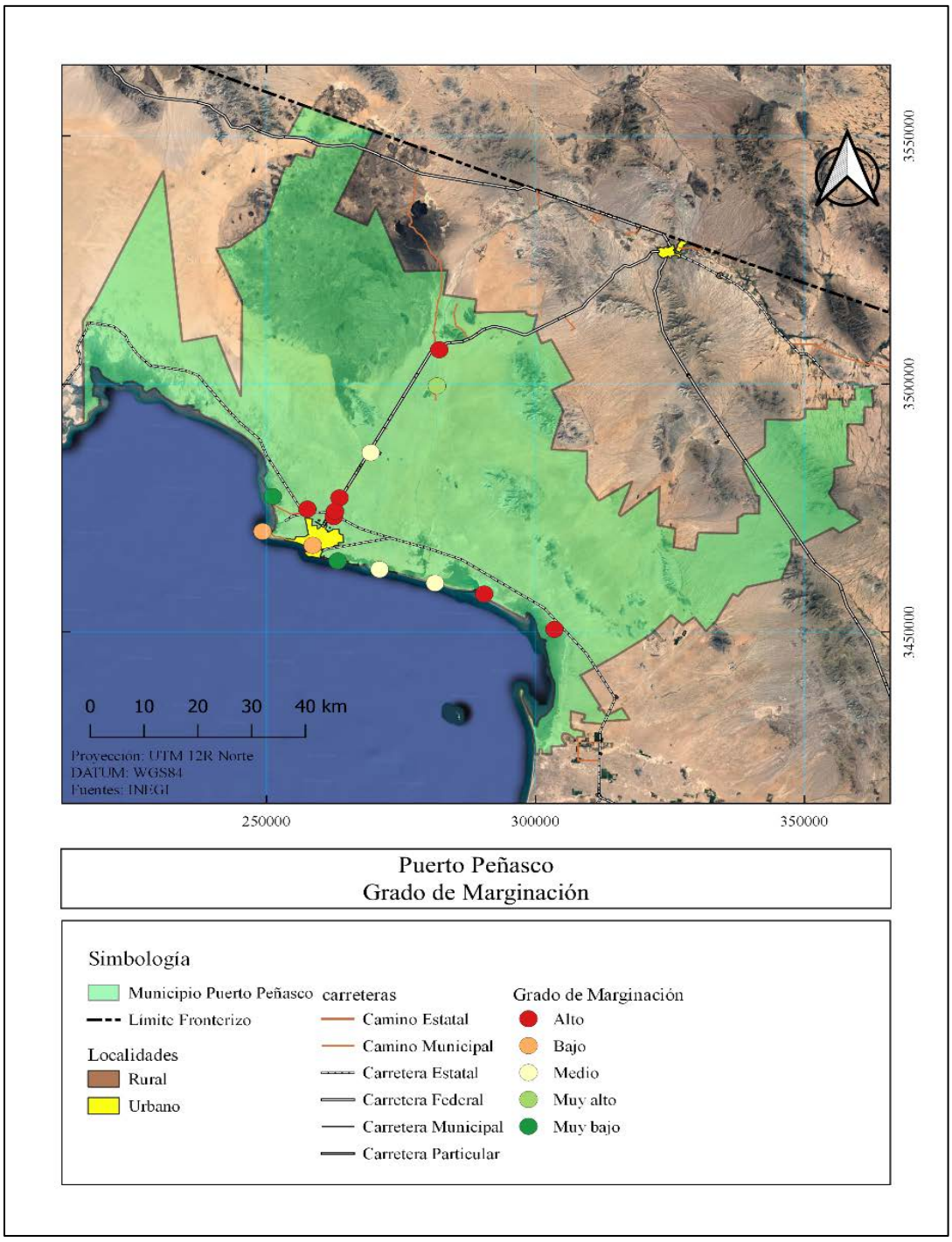


Figura IV. 117 Grado de Marginación por localidad dentro del municipio de Puerto Peñasco.

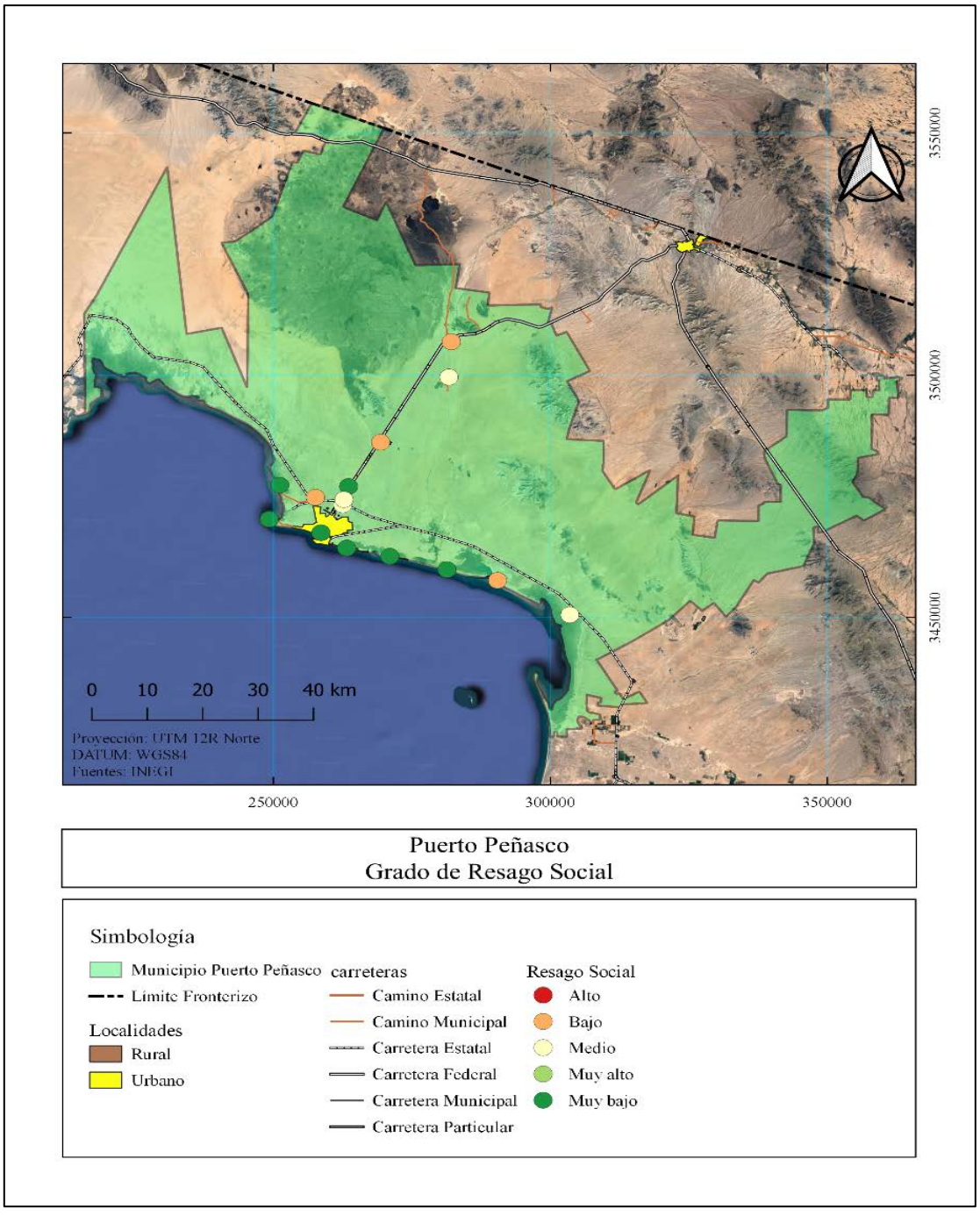


Figura IV. 118 Grado de Rezago Social por localidad dentro del municipio de Puerto Peñasco.

Puerto Peñasco, Sonora

Uno de los atractivos turísticos naturales del municipio es la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar, Se ubica dentro de los municipios de Puerto Peñasco y General Plutarco Elías Calles e interrumpe en su parte oriental a la subprovincia Desierto de Altar. Ocupa una extensión de 1,556.61 km²; es un complejo volcánico con longitudes aproximadas de 50 km norte-sur y 37 km este-oeste, con sistemas de topoformas muy diferentes. Hay una dominancia absoluta de rocas volcánicas básicas, con abundancia de lavas basálticas, actualmente en la cabecera municipal, existe una red informal de guías, que por un pago de aproximadamente $35 dólares U.S. por persona y por día, llevan grupos de 6 a 11 personas al Pinacate

La pesca y el turismo son las actividades económicas sobre las que se sustenta el desarrollo integral del Municipio. La pesca se lleva a cabo a través de 2 corporativos pesqueros de altura, 2 corporativos de pesca de bahía y 3 permisionarios. Se cuenta con un total de 121 embarcaciones, de las cuales 16 son embarcaciones mayores y 105 embarcaciones menores. Sus principales productos son el camarón y diversas especies de escamas.

En materia de infraestructura portuaria, se cuenta con un rompeolas con longitud de 238 metros y enrocamiento como material de construcción, presenta un canal de acceso con una longitud de 800 metros de ancho y de plantilla de 30 metros y una profundidad útil de 3.5 metros. Dársena tiene una extensión de 8.5 hectáreas y una profundidad útil de 4.0 metros. Los muelles tienen un total de 25 tramos de atraque para barcos camaroneros y uno para escameros suficientes para operar una flota de 6 escameros y 150 camaroneros. Dispone de agua potable, drenaje, alcantarillado y teléfono. De igual manera, el municipio cuenta con un aeropuerto y 17 oficinas postales.

Dentro del municipio se llevan a cabo dos tipo de embarcaciones: las que poseen permiso de pesca, sea para escama o camarón y las que no poseen ningún tipo de permiso, conocidas como embarcaciones libres en el uso popular. En los poblados de Santa Clara y Peñasco, existen aproximadamente 570 embarcaciones menores con permiso de camarón y aproximadamente 590 embarcaciones con permisos de escama. Sin embargo, cada año se incrementa el esfuerzo por parte de nuevas embarcaciones, que cumplen con el registro de matrícula ante Capitanía de Puerto (SCT) pero no poseen permiso de pesca. Para el caso de la pesquería de camarón, esto ha llevado a la operación de un número de embarcaciones ilegales 50% superior al autorizado en la Reserva.

En contraparte, la flota mayor o industrial registrada en Puerto de Peñasco se encuentra agrupada a modo de sociedad cooperativa, conocida como Armadores Unidos de Puerto Peñasco, SA de CV., la cual incluye aproximadamente 114 barcos camaroneros o escameros. Con respecto a la pesca y acuacultura de la región, Puerto Peñasco es el municipio en donde se da el mayor de registros de volúmenes de captura. De igual forma,

en Puerto Peñasco, las embarcaciones medianas o mayores para pesca deportiva suman 71 en total

Por otra parte, la actividad ganadera es baja en el municipio, solo se cuentan con 3 predios ganaderos con un hato de 207 cabezas de ganado repartidos entre 14 productores, esta región en particular no cuenta con los recursos naturales que permitan el crecimiento de dicha actividad.

Económicamente la industria dentro del municipio de puerto peñasco representa un papel relevante, esto en virtud de que genera un total de 1,379 empleos, siento el 18% de la población económicamente ocupada, posicionando así este mercado como el tercer lugar en importancia. Dicho actividad cuenta con 80 establecimientos, siendo el relacionado con la actividad pesquera el de mayor importancia.

Aunado a esto, el sector de mayor importancia dentro de la economía municipal corresponde a las actividades de tipo comercial y del sector servicios conjuntamente, dicha actividad genera 4,327 empleos representando el 57% de la población ocupada en el municipio, con un total de 431 establecimientos dedicados a este rubro. Tanto la pesca como el turismo son las actividades que dan sustento económico Puerto Peñasco, este último rubro genera el 13% del valor agregado y concentra el 20% de la población.

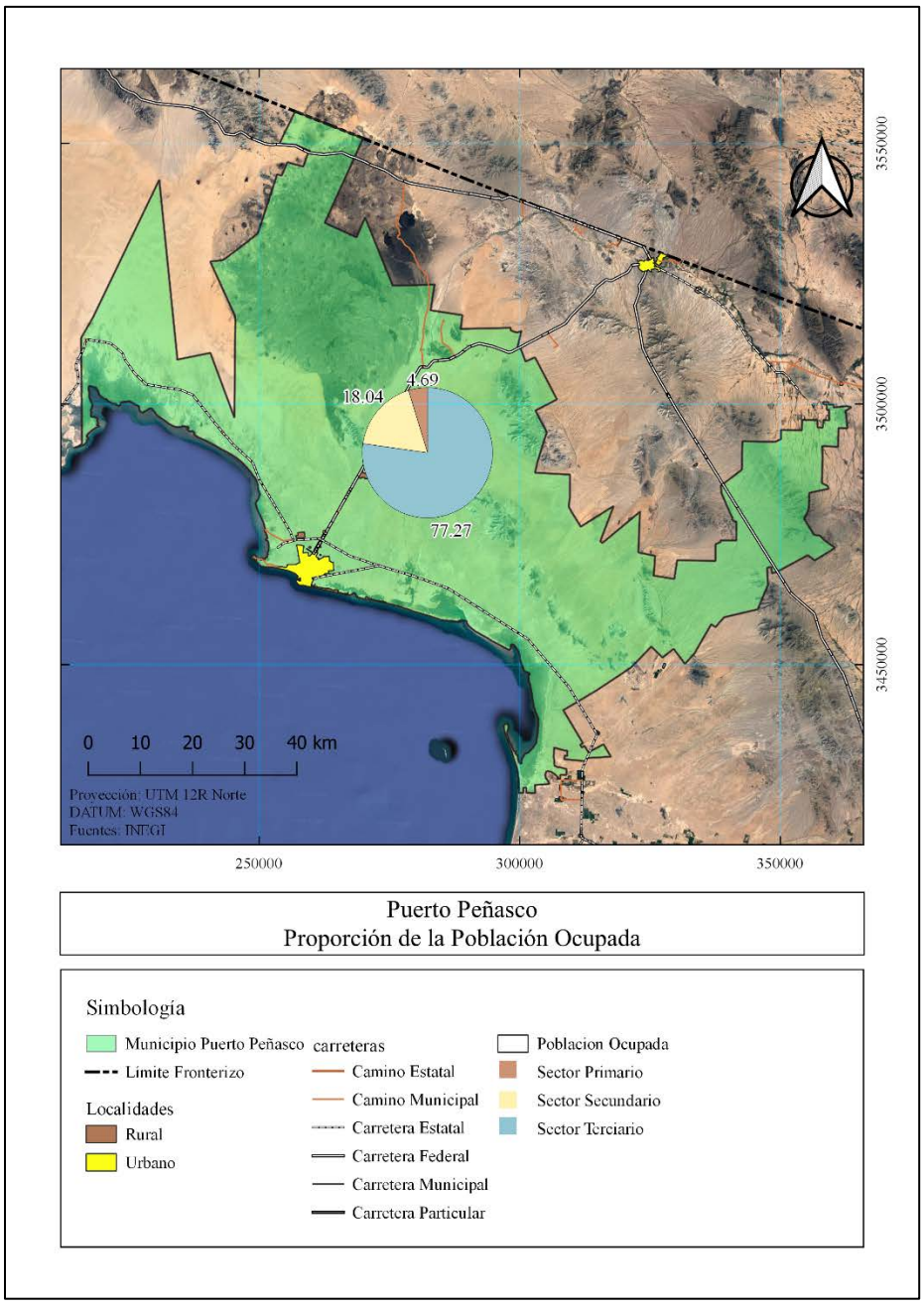


Figura IV. 119 Población económicamente ocupada por sector dentro del municipio de Puerto Peñasco

IV.3.6 Problemática del agua

La principal fuente de agua potable para la región es el agua subterránea, el sector agrito es el demandante de mayor cantidad de recursos, sin embargo el sector urbano y domiciliario es el de mayor dinamismo al ser constante la demanda de infraestructura e inversión. Dado que ambos sectores son fundamentales, es imposible reducir los recursos hídricos asignados a uno para trasladarlos al otro, por ende es conveniente explorar nuevas alternativas para abastecer el suministro.

El mayor uso que se le da al agua dentro del consumo domiciliario es el aseo personal y regaderas, siendo este el 35% del agua consumida, le siguen los retretes con el 30% del consumo total. A nivel nacional se estima que se suministran 324.5m3/s de agua de los cuales el 63.6% es de origen subterráneo; de la total del agua que de suministra, el 88.5% es considerada de buena calidad.

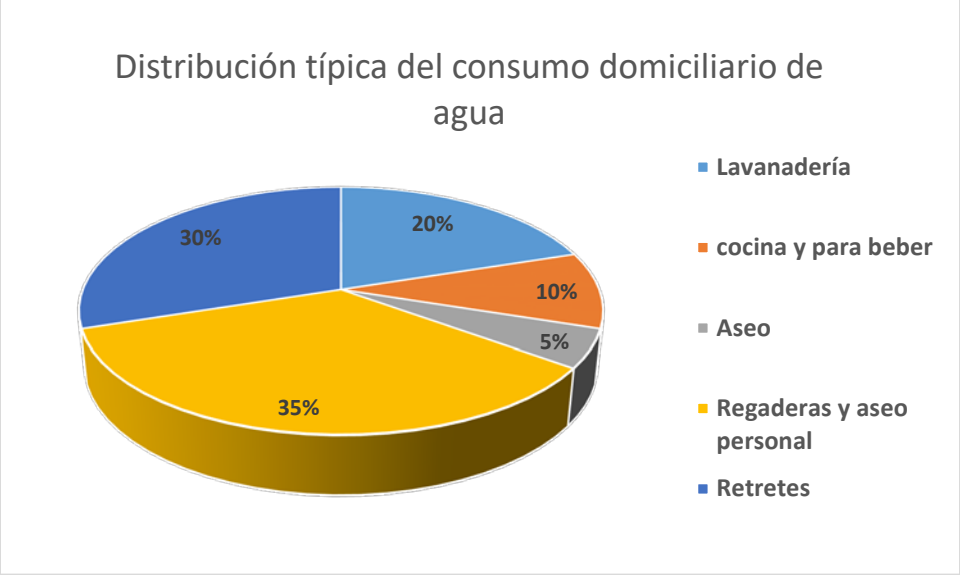


Figura IV. 120 Distribución típica del consume domiciliario de agua

En términos de demanda de agua en la región, se estima que para oficinas es entre 40 y 50 litros /personas /día, para depósitos es de 0.50 litros/día/m2, para comercios de 20 litros/día/m2, mercados a razón de 15 litros/día/m2, riego de jardines 2 litros/día/m2, la demanda de agua para uso industrial puede variar en función del giro que se desarrolle, en todo caso se debe de justificar la cantidad de agua a utilizar.se estima que para el año 2040 la población en el municipio será de 480,533 personas con una demanda de agua por total de 191’900,701.7 litros diarios

Hidrológicamente la zona fue estudiada administrativamente desde 1973, las lluvias en la región son escasas por lo que poco ayudar a disminuir las altas temperaturas, la precipitación media anual es de 135 mm en la región mientras que Puerto Peñasco se encuentra en el orden de 93.7 mm con una evaporación potencial promedio de 2,172 mm/año.

La zona cuenta con un total de 209 pozos, y 108 norias, del total de los pozos, 90 están en calidad de inactivos, 84 en operación, de los cuales 12 son para uso doméstico, 6 para uso potable, 66 para riego y tres perforaciones listas para su operación; todo ello genera un volumen de extracción de 46.3 Hm3/años, con una salida subterránea de 15.9Hm3/año y una recarga media total anual de 41.4 Hm3/año, dando como resultado que el acuífero Sonoyta-Puerto Peñasco se encuentre bajo presión de extracción al tener un déficit de -68’657,117 m3 anuales volviéndolo una extracción no renovable.

IV.3.7 Infraestructura y Riesgo

El acceso principal al municipio por vía terrestre es mediante la carreteras federal MEX-08 la cual conecta la localidad de Sonoyta con Puerto Peñasco, de igual forma se cuenta con la carretera estatal SON-03, la cual conecta la cabecera municipal al oeste con la localidad de Golfo de Santa Clara y posteriormente con San Luis Río Colorado, y al este con Caborca mediante la localidad llamada La Y griega

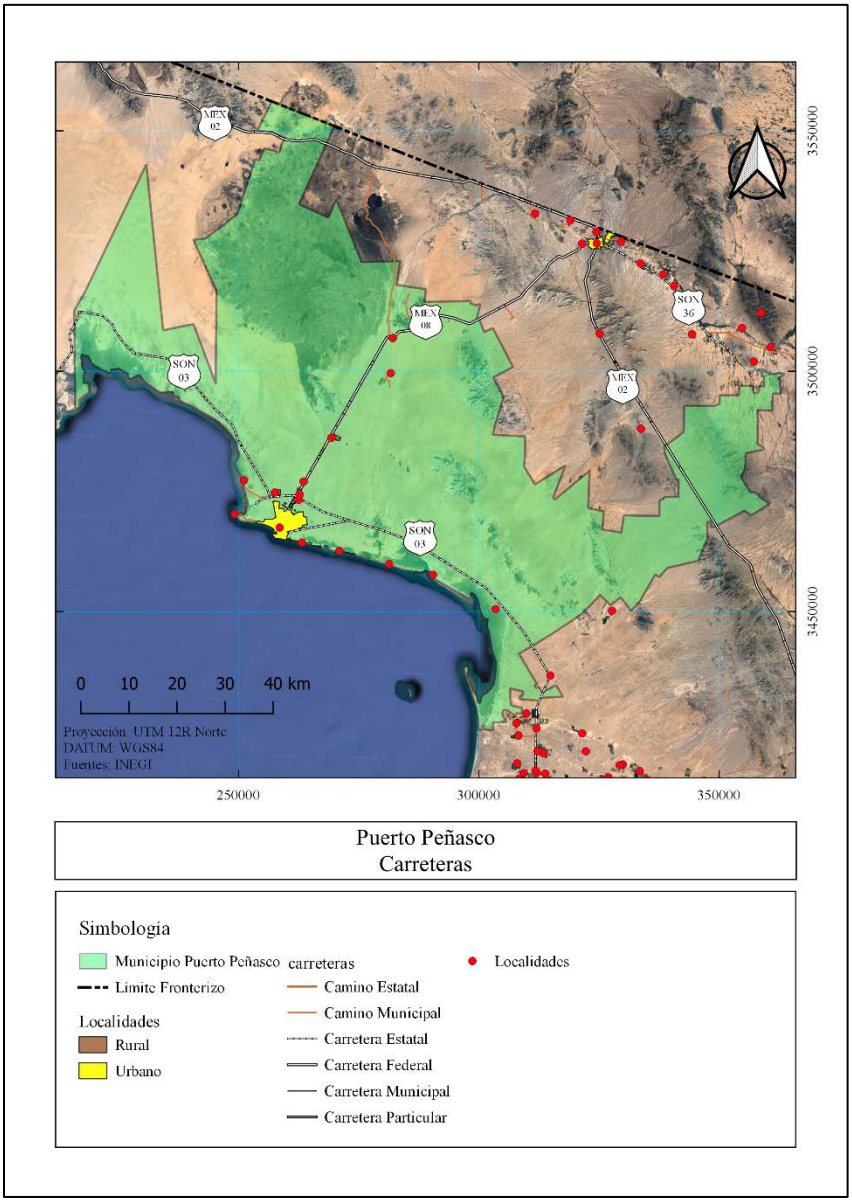


Figura IV. 121 Infraestructura carretera.

Las fallas geológicas presentes en el municipio de encuentran orientadas de noroeste a sureste, relacionadas con la elevación de la sierra prieta y la sierra pinta al este y al oeste del municipio respectivamente, a pesar de esto, las fallas presentes en el municipio no se encuentran activas, empero el peligro geológico se cataloga como con potencialidad de futura ocurrencia. La actividad sísmica de la región es causada por las placas convergentes Norteamericana y Del Pacífico, el movimiento producto de la presión constante entre ambas placas genera sismos que no exceden los 6° Richter, preferentemente sobre la dirección

de las fallas y en el área del Pinacate que por lo regular presentan baja actividad telúrica, sin embargo, dentro del área municipales existen zonas con probabilidad de ocurrencia de sismos mayores a 7°, dichas zonas se encuentran ubicadas hacia las zonas limítrofes municipales.

En virtud de que los sismos ocurridos en la zona no sobrepasan los 6° de magnitud la peligrosidad de tsunamis potenciales es medio-bajo con una baja probabilidad de ocurrencia, sin embargo, un fenómeno natural que podría ser sinónimo de riesgo en el municipio es el hecho de que la marea alta en la zona puede alcanzar hasta los 2 msnm provocando encallamiento de embarcaciones.

En la zona noroeste del municipio se encuentra ubicado el campo volcánico del Pinacate, atractivo turístico y natural de la región, el cual cuenta con una superficie aproximada de 3,000 Km2 compartido con los municipios de San Luis Rio Colorado y Plutarco Elías Calles, dicho sistema no presenta un riesgo para la región, esto dado a que la actividad volcánica es nula, no hay evidencias de microsismos, emisiones de fumarolas o agua caliente.

Hacia la zona costera, hay evidencia de procesos de hundimientos debidos al terreno arenoso y la concentración de humedad en el suelo no consolidado. Los registros ubican al fenómeno en la zona cercana a las playas, en la parte Suroeste (playa Las Lágrimas), en el Sur (playa Encanto y las Conchas) y al Sureste (no hay asentamientos humanos, ni construcciones hoteleras). Principalmente son zonas con altitudes que están al nivel del mar e inclusive por debajo. Éstas por ser zonas bajas, también están en peligro de inundación, debido a que en estas áreas se acumula el agua que escurre de las partes altas de las sierras, aunado a que las altas mareas de pleamar pueden agravar la situación, este tema se desarrollar más adelante en el apartado correspondiente.

Puerto Peñasco es una zona costera, con espacios de dunas con poca vegetación; con mínima zona arbórea, teniendo estas condiciones físicas y al no contar con muchas barreras para reducir la velocidad de las ráfagas de viento genera las tormentas de arena que dificultan la visibilidad de las personas. El 88% de los vientos que soplan en el municipio tienen componente sur. En particular desde el suroeste (55%) y sureste (33%), con frecuencias mensuales mayores al 70%. Es decir que la mayor parte de los meses el viento tiene presencia en el municipio. Pues no hay calmas significativas en prácticamente ningún mes del año. Estos vientos favorecen el trasporte de suelo y la acumulación de arena en las carreteras de la región con una tasa de perdida de suelo estimada de 45.5 ton/ha/año.

Entre los riesgos por fenómenos hidrometeorológicos, los cuales son naturales y de tipo atmosférico, hidrológico u oceanográfico, se encuentran varios agentes de riesgo, entre los ciclones tropicales, el 26% de los que entran al estado tienen un efecto sobre el municipio de Puerto Peñasco a manera de lluvias que podrían provocar inundaciones en las zonas

urbanas. Por otra parte, las tormentas eléctricas son un fenómeno de riesgo bajo, en virtud de que este tipo de actividades son poco frecuentes en la región.

El fenómeno hidrometeorológico con mayor potencialidad de riesgo en el municipio es la sequía, la cual se define como la carencia de agua en el suelo a consecuencia de lluvias insuficientes, todo ello en periodos prolongados de tiempo, la cual puede catalogarse como: sequía meteorológica, sequía agrícola y sequía hidrológica En la región de Sonora y en específico en el Municipio de Puerto Peñasco, por su localización geográfica se presenta un porcentaje de 5 al 10% (bajo) y de 10 a 15% (moderado) de años secos y secos en extremo.

A pesar de que las lluvias son escasas en la región, Los parámetros de precipitación de Puerto Peñasco son bajos (88.1 mm), sin embargo, pueden presentarse lluvias extraordinarias que pueden llegar a causar daños en la zona de estudio. Cuando estas superan la media anual, son de carácter torrencial podrían representar riesgo ante la población al generar inundaciones en las zonas urbanas, poniendo en riesgo a las población más vulnerable de la región.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su "entorno"; este concepto identifica la parte del medio ambiente afectada por la actividad que interacciona con ella. Por lo tanto, el impacto ambiental se origina por una acción humana y se manifiesta de acuerdo con tres facetas sucesivas:

- La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental (*actuación*).
- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental (*efecto en el medio*).
- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones y en última instancia, para la salud y bienestar humano (*impacto ambiental*).

El fin primordial de la Evaluación de Impacto Ambiental es la previsión de los impactos generados por el proyecto en el sistema ambiental y en el área de influencia de la obra. Este estudio siempre va a girar en torno a cinco puntos:

a) Identificación causa ↔ efecto
b) Selección de los indicadores de impacto ambiental
c) Predicción o cálculo de los efectos y magnitud de los mismos
d) Interpretación de los efectos ambientales y
e) Prevención de los efectos ambientales

En este capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales que podrían ser causados por el proyecto de la Planta desalinizadora en Puerto Peñasco. Se describen las principales acciones del proyecto, los factores ambientales afectados y los indicadores ambientales seleccionados para evaluar el impacto. También se describe la metodología empleada y las características de los impactos previstos.

V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales

V. 1.1 Criterios y metodología de evaluación

Diversos autores (Canter, Estevan, Rau, Hol|ig, Jiménez, entre otros) han señalado que no existe una metodología universal que sea aplicable a todos los proyectos de las diferentes actividades. Se han efectuado diferentes comparaciones de las metodologías de impacto partiendo de impactos predeterminados con la finalidad de establecer la que más conviene a un proyecto determinado.

De acuerdo a Canter, varios autores Domo Dicken. Drobny y Smith, Warner, Warner y Bromley, Warner y Preston. y Smith, han efectuado análisis comparativos de las

metodologías de evaluación de impacto ambiental. En cada uno de estos estudios se determinaron criterios para agrupar las metodologías y compáralas De estas comparaciones Canter señala que te más utilizada es te propuesta por Dickert.

Dickert consideró tres funciones analíticas asociadas con la evaluación del impacto ambiental: identificación, predicción y evaluación, las cuales se muestran a continuación:

a) Métodos de Identificación. Los métodos de identificación de los impactos ambientales pueden ayudar en la especificación del rango de impactos que pueden ocurrir, incluyendo sus dimensiones espaciales y el periodo de tiempo. Generalmente los métodos de identificación responden las preguntas concernientes e las acciones del proyecto y a los elementos del ambiente que pueden ser afectados por estas acciones. Dickert señaló dos tipos de métodos de identificación: las listas de chequeo y las matrices/redes.

Las listas de chequeo contienen factores ambientales que necesitan ser |incluidos en la evaluación de los impactos de diferentes alternativas. Una matriz es una lista de chequeo bidimensional que identifica varios tipos de acciones del proyecto y su impacto potencial sobre los elementos del ambiente Las redes causa-efecto enfatizan las interrelaciones entre los componentes ambientales afectados

b) Métodos de predicción. Las metodologías predictivas involucran una mayor aplicación de tecnología. Esta Área de análisis de impacto es la menos desarrollada en términos de las metodologías específicas que pueden ser directamente aplicadas en evaluaciones de impacto ambiental. Las metodologías predictivas se emplean en la evaluación de los impactos de la calidad del aire, la calidad del agua y del ruido ambiente a partir del diseño de modelos de simulación para casos específicos.

b) Métodos de evaluación. Los métodos asociados con la evaluación incluyen el sistema de evaluación ambiental de Batelle Columbus (1972) y la Matriz desarrollada por la universidad de Georgia (Odum 1971). El principal resultado de estos métodos es la conformación de un conjunto de indicadores de impacto ambiental para cada una de las alternativas, las cuales pueden ser comparadas sobre una base común

La siguiente tabla muestra la clasificación de Dickert de las metodologías de impacto ambiental:

Tabla V.1. Clasificación de Dickert

Función	Metodología
Identificación	• Descripción del sistema ambiental existente • Determinación de los componentes del proyecto • Definición de las modificaciones ambientales causados por el proyecto (incluyendo todos los componentes del proyecto)

Predicción	• Predicción del cambio cuantitativo y/o especial en el medio ambiente identificado • Estimación de la probabilidad de que el impacto (cambio ambiental) ocurra (periodo de tiempo) • Determinación de la incidencia de costos y beneficios en los grupos de usuarios y en la población afectada por el proyecto
Evaluación	• Especificación y comparación de relaciones costo/beneficio entre varias alternativas

Fuente:Vizayakumar K. and Mohapatra J.K. Environmental Impact Analysis of a coalfield. JEM 1992

Partiendo de las anteriores consideraciones la metodología aplicada para la identificación de los impactos ambientales de la situacion actual y de los atributos al proyecto, es una combinación de diferentes métodos que contempla la secuencia y metodologías presentadas en la Tabla V.2.

Tabla V.2. Etapas del Proceso y Métodos Empleados en la Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales

Etapa del proceso de evaluación	Método empleado
Identificación de las acciones y elementos del ambiente	*Lista de chequeo*
Evaluación de los impactos ambientales	*Aplicación de matriz bidimensional*
Identificación de las interacciones entre las acciones y elementos ambientales	*Matriz de Leopold ad hoc*
Significancia de los impactos observados en las diferentes etapas del proyecto y en los elementos del ambiente	*Análisis de datos y construcción de graficas para mostrar resultados*
Estructura de las interrelaciones	*Balance de impactos*
Impactos residuales y sinérgicos	*Construcción de escenarios*
Conclusiones y recomendaciones	*Experiencia del grupo evaluador*

Fuente: Grupo de trabajo

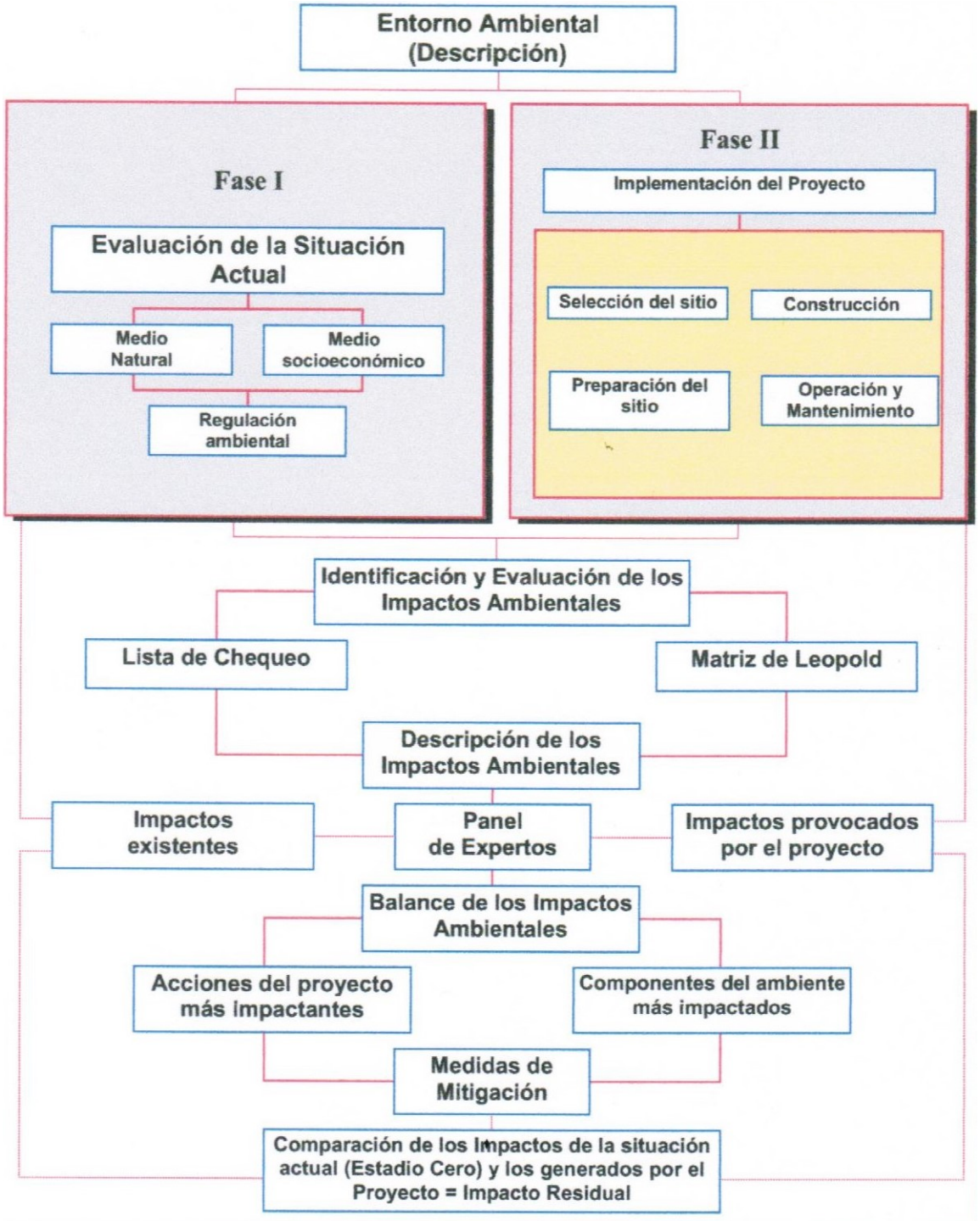


Fig. V.1 Metodología para la Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales de la Situación Actual y los Atributos del Proyecto

Se han considerado dos fases para la evaluación del impacto ambiental:

Fase I: Corresponde a la evaluación de los impactos existentes relacionados con el área del proyecto

Fase II: Se refiere a los impactos observados para cada una de las obras consideradas en el proyecto (impactos del proyecto)

Las actividades |indicadas en la lista de chequeo para la evaluación del impacto ambiental consideran una metodología similar para estas dos fases, con la finalidad de poder comparar los impactos resultantes y establecer el impacto residual atribuible al proyecto propuesto. Este impacto residual tendría la siguiente formula:

IMPACTO DEL PROYECTO – IMPACTO SITUACION ACTUAL = IMPACTO RESIDUAL

V.1.1.1. Listas de Chequeo

La lista de chequeo de tipo simple que se emplea considera todos aquellos aspectos incluidos en las actividades del proyecto aso como todos los factores ambientales relacionados con el mismo.

Las etapas consideradas para evaluación del proyecto son las siguientes:

- Selección del sitio
- Preparación del sitio y construcción
- Operación y mantenimiento

En cada una de las etapas se agrupan una serie de acciones o actividades que son definidas a partir de la descripción del proyecto y que se presentan en la TablaV.3.

Tabla V.3. Lista de chequeo de las actividades del proyecto

Etapa	No.	Actividad del Proyecto
Seleccion del sitio	1	Ubicacion de sitios
	2	Levantamiento topografico
	3	Estudios preliminares
Preparación del sitio y construcción	4	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)
	5	Trazo, nivelación, rellenos, excavaciones y cimentaciones
	6	Transportación y almacen de materiales, equipos y combustible
	7	Aprovechamiento de recursos
	8	Extracción y empleo de agua
	9	Manejo y disposicion de residuos sólidos
	10	Manejo y disposicion de agua residuales
	11	Construcción de planta desaladora
	12	Construcción de pozos
	13	Construccion de lineas de toma y descarga
	14	Operacion de maquinaria y equipo
	15	Contratacion de mano de obra
	16	Posibles accidentes y planes de emergencia
Operación y Mantenimiento	17	Extraccion y empleo de agua
	18	Operación de la planta
	19	Descarga de agua de proceso
	20	Manejo y disposicion de residuos sólidos
	21	Manejo y disposicion de agua residuales
	22	Contratacion de mano de obra
	23	Mantenimiento de instalaciones y equipo
	24	Posibles accidentes

Igual que en las etapas del proyecto, se incluyen en la lista de chequeo aquellos elementos del ambiente relacionados con el Proyecto, las cuales fueron definidos de acuerdo a la descripción del entorno ambiental, así como de los resultados obtenidos de la revisión de la Normatividad Ambiental. En la Tabla V.4 se presenta la lista de chequeo de las actividades del proyecto que pudiesen generar impacto ambiental en cada una de sus etapas, que se obtuvieron de la revisión y análisis del proyecto y que fueron cotejadas con las guías de evaluación impacto ambiental mencionado.

Tabla V.4. Lista de chequeo de los factores ambientales e indicadores de impacto

Medio	Factores (componentes) Ambientales		No.	Indicadores de Impacto
Fisico	*Climatologia*	Microclima	1	Temperatura
			2	Humedad
		Calidad del aire	3	Particulas Suspendidas Totales (PST)
			4	Olores
			5	Nivel de ruido
			6	Nivel de gases
	Geología		7	Caracteristicas litologicas
			8	Estabilidad y resistencia de las capas geologicas
			9	Material geologico explotable
			10	Grado de erosion
			11	Sismicidad
	Suelo		12	Carcateristicas fisicas y quimicas
			13	Grado de erosion
			14	Uso actual
			15	uso potencial
	Hidrologia	Rios, arroyos y/o corrientes superficiales	16	Calidad del agua
			17	Usos
			18	Variaciones del flujo de corriente
			19	Drenaje (escurrimientos)
		Cuerpos de agua y zonas inundables	20	Calidad del agua
			21	Usos
			22	Volumen
			23	Alteraciones de fondo o borde
		Esteros	24	Calidad del agua
			25	Usos
			26	Fondo o borde
			27	Flujo de la corriente
			28	Drenaje (escurrimientos)
			29	Erosion
		Aguas subterraneas	30	Calidad del agua
			31	Usos
			32	Nivel freatico
			33	Direccion de corrientes subterraneas
			34	Recarga del acuifero
	Oceanografia		35	Batimetria
			36	Ciclo de mareas
			37	Corrientes
			38	Calidad del agua
			39	Sedimentos
			40	Erosion de la linea de costa
			41	Temperatura

V.1.1.2. Matriz de Leopold *ad hoc*

La Matriz de Leopold que se empleó en la evaluación de los impactos ambientales para las dos fases, se implementara de acuerdo a las técnicas *ad hoc*, con base en las características del proyecto y del medio natural y socioeconómico.

En primera instancia se identificaron los Impactos ambientales (interacción de acciones vs elementos ambientales) para después valorar cada una de los impactos ambientales. En la Tabla V.5. se presenta la clasificación de los impactos ambientales que se emplearan así como los valores de impacto ambiental (VIA's).

Tabla V.5. Clasificación de los impactos ambientales de la Matriz de Leopold

Tipo de impacto	Descripción	VIA
Impacto nulo	No existe impacto	0
Adverso	El impacto provocado a los elementos del ambiente es negativo afectando alguna o algunas de sus características	-
Adverso No Significativo	El impacto es apenas perceptible en el ambiente siendo puntual momentáneo y observándose a corto plazo con una intensidad reducida	-1
Adverso medianamente Significativo	El impacto al ambiente se presenta a nivel local siendo a corto o mediano plazo sus efectos y solo se manifiesta de manera temporal y con una intensidad moderada	-3
Adverso Significativo	El impacto al ambiente trasciende a nivel local, observándose sus efectos en el terreno regional, manteniéndose el impacto por un tiempo mas largo que el anterior impacto (a mediano o largo plazo) además el impacto se presenta de una manera compleja afectando no solo a un componente del ambiente, sino a varios y con una intensidad importante	-9
Benéfico	El impacto provocado por las acciones del proyecto es positivo hacia los elementos del ambiente	+
Benéfico No Significativo	El impacto positivo al ambiente solo se presenta a nivel puntual siendo sus efectos momentáneos observándose en un periodo de tiempo reducido (impacto temporal). La intensidad es reducida.	+1
Benéfico medianamente Significativo	El impacto al ambiente se presenta a nivel local siendo a corto o mediano plazo sus efectos y solo se manifiesta de manera temporal y con una intensidad moderada	+3

Benéfico Significativo	La magnitud del impacto es mayor que la anterior condición, al ser los impactos benéficos no solo locales sino regionales y se observa el impacto en varios elementos del ambiente con una intensidad importante	+9
Impacto desconocido	Se observa una relación entre un elemento y una acción del ambiente pero se desconoce el sentido del impacto (adverso o benéfico) y su magnitud (significativo o no significativo)	?
Medida de mitigación sustancial	Es aquella medida de mitigación que incide directamente y de manera importante sobre un impacto adverso identificado, reduciéndolo a menos de la mitad del efecto esperado.	X-X(0.66)
Medida de mitigación Moderada	La medida de mitigación solo permite la reducción del impacto ambiental adverso en cierto grado, no alcanzando a disminuir a la mitad el efecto	X-X(0.33)
Medida de mitigación Incipiente	La propuesta de medida de mitigación apenas es perceptible y reduce en grado mínimo los efectos del impacto detectado.	X-X(0.11)

Nota: X es el VIA identificado para cada interrelación de la Matriz de Leopold

EL empleo de valores para el llenado de la Matriz de Leopold, facilita la comparación entre los elementos y componentes ambientales tanto para el escenario de la Situación Actual, como el del escenario modificado del proyecto que nos ocupa.

Aun cuando estos valores no parten del desarrollo de modelos para cada elemento ambiental considerado, la diferencia en las categorías se puede observar en la comparación entre lo evaluado a priori, con el resultado de lo observado en la implementación de proyectos que actualmente se encuentran en funcionamiento.

La asignación de valores parte del concepto de la matriz original de Leopold la cual |identifica rangos de -10 a +10. en donde los Valores negativos corresponden a los impactos adversos y los positivos a los benéficos.

Con la finalidad de simplificar el mecanismo de evaluación, solo se definieron 3 categorías referidas en la Tabla V.5. y se le asignaron valores de tipo exponencial. Para la asignación de valores se procedió a evaluar los impactos ambientales adversas y benéficos de acuerdo a las siguientes categorías (tomadas de Weizanfe|d (1990) complementadas con las marcadas por Gómez Orea (1999) y modificadas para los fines del presente estudio, mismos que se reflejan en la Tabla V.6.

Tabla V.6. Categorías empleadas para la evaluación de los impactos ambientales

Tipo de Impacto	Categorías
Indirectos Directos	Efectos
Discontinuo Continuo	Continuidad
Irregular Periódico	Periodicidad
No acumulativos Acumulativos	Acumulación
Reversibles No reversibles	Reversibilidad

Tipo de Impacto	Categorías
Baja Moderada Alta	Sinergia
A Corto plazo A mediano plazo A largo plazo	Tiempo de incidencia del impacto
Momentáneo Temporal Permanente	Presencia en el medio
Puntual local Regional	Incidencia en el espacio ecológico
Municipal Estatal/Nacional Trasnacional	Efecto a nivel geopolítico

En la tabla V.8. se muestran los valores de los impactos ambientales de acuerdo a las categorías antes mencionadas

Tabla V.8. Valoración de los tipos de impactos ambientales empleados en la Matriz de Leopold

		TIPOS DE IMPACTO					
		ADVERSOS			BENEFICOS		
		SIGNIFICATIVOS	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVOS	NO SIGNIFICATIVOS	SIGNIFICATIVOS	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVOS	NO SIGNIFICATIVOS
	CATEGORIAS						
Efectos	Indirectos	-1	-1	-1	1	1	1
	Directos	-3	-2		3	2	
Continuidad	Discontinuo	-1	-1	-1	1	1	1
	Continuo	-3	-2		3	2	
Periodicidad	Irregular			-1			1
	Periódico	-3	-2		3	2	
Acumulación	No acumulativos			-1			1
	Acumulativos	-3	-2		3	2	
Reversibilidad	Reversibles			-1			1
	No reversibles	-3	-2		3	2	
Sinergia	Baja	-1		-1	1		1
	Moderada	-2	-2		2	2	
	Alta	-3			3		
Tiempo de incidencia del impacto	A Corto plazo	-1	-1	-1	1	1	1
	A mediano plazo	-2	-2		2	2	
	A largo plazo	-3			3		
Presencia en el medio	Momentáneo	-1	-1	-1	1	1	1
	Temporal	-2	-2		2	2	
	Permanente	-3			3		
Incidencia en el espacio ecológico	Puntual	-1	-1	-1	1	1	1
	local	-2	-2		2	2	
	Regional	-3			3		
Efecto a nivel geopolítico	Municipal	-1	-1	-1	1	1	1
	Estatal/Nacional	-2	-2		2	2	
	Trasnacional	-3			3		
	Suma:	-47	-26	-10	47	26	10

De esta forma se asignaron valores a las categorías con las que se evaluó cada uno de los Impactas ambientales. como lo muestra la siguiente Tabla.

Tabla V.9. Valores asignados a las categorías empleadas en la evaluación de los impactos ambientales

Categoría	Condición	Valor
Efectos	Indirectos Directos	1 9
Continuidad	Discontinuo Continuo	1 9
Periodicidad	Irregular Periódico	1 9
Acumulación	No acumulativos Acumulativos	1 9
Reversibilidad	Reversibles No reversibles	1 9
Sinergia	Baja Moderada Alta	1 3 9
Tiempo de incidencia del impacto	A Corto plazo A mediano plazo A largo plazo	1 3 9
Presencia en el medio	Momentáneo Temporal Permanente	1 3 9
Incidencia en el espacio ecológico	Puntual local Regional	1 3 9
Efecto a nivel geopolítico	Municipal Estatal/Nacional Trasnacional	1 3 9

De acuerdo a la experiencia desarrollada a partir de la realización de diferentes estudios de impacto ambiental, la asignación de valores con un comportamiento exponencial para las tres categorías consideradas, lo cual corresponde con las definiciones manejadas en la Tabla V.5. en la cual los valores obtenidos en la sumatoria presentan una tendencia exponencial como lo muestran las figuras siguientes mismas que están relacionadas con la importancia y magnitud del impacto:

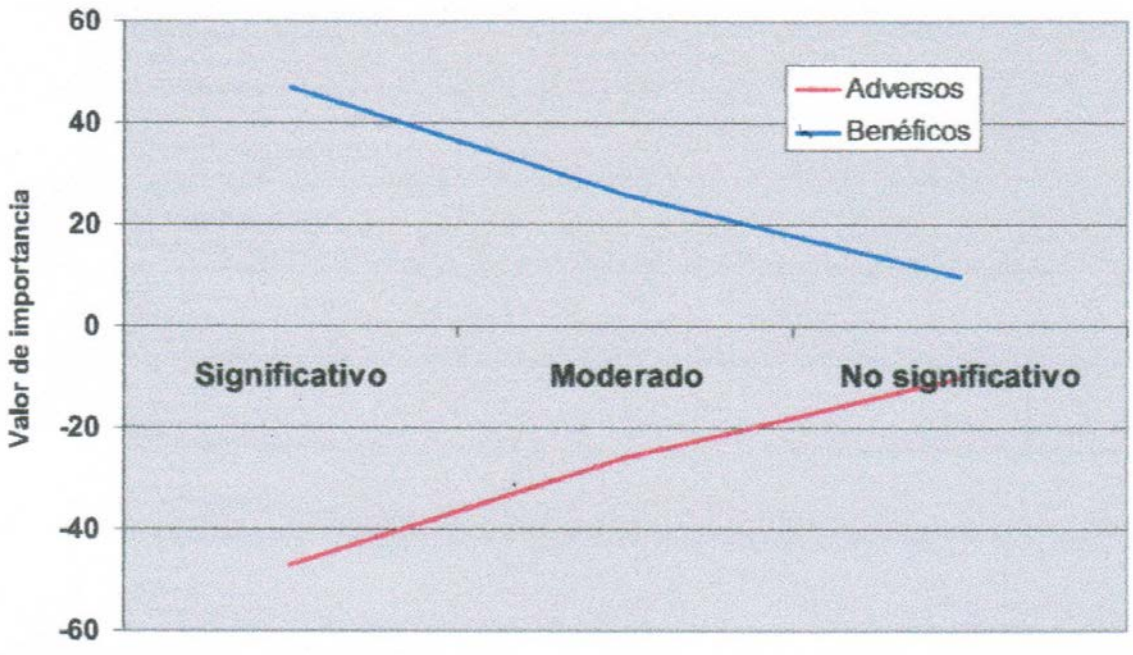


Fig. V.2. Comportamiento de los valores obtenidos para cada tipo de impacto

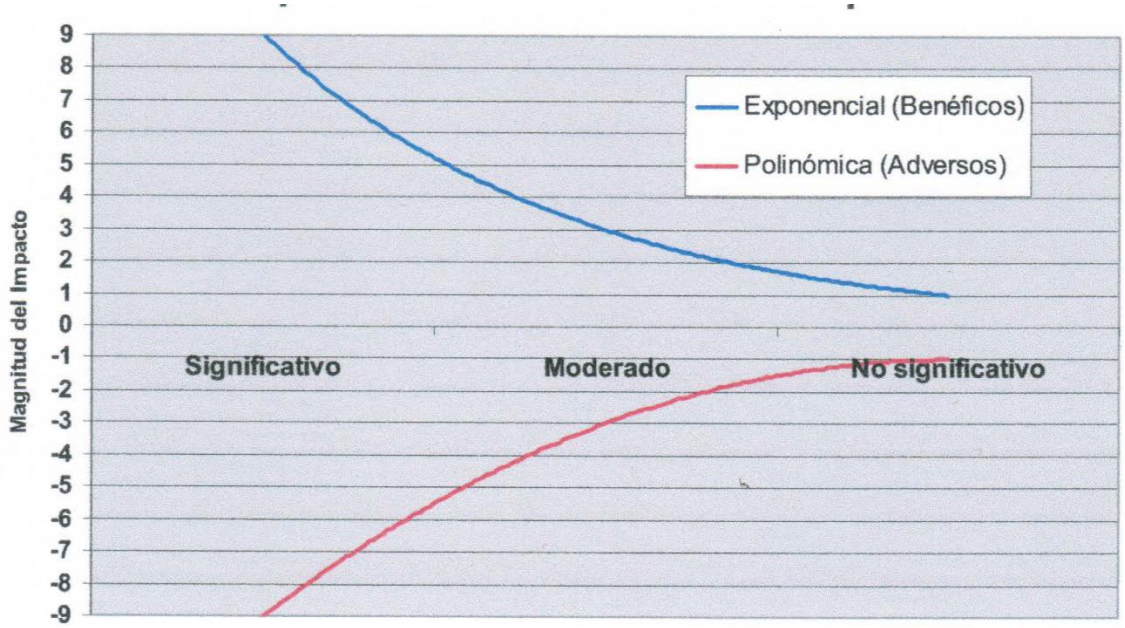


Fig. V.3. Tendencias de las categorías propuestas para el llenado de la Matriz de Leopold

De manera ilustrativa, se puede decir que un impacto moderadamente significativo es tres veces más impactante que uno no significativo; por su parte, un impacto significativo afecta tres veces más que un Impacto moderado y nueve veces más que uno no significativo respectivamente.

Por otra parte, la escala empleada asignando valores negativos a tos impactos adversos y positivos a los benéficos, permitiendo que et total de valores sumados muestren una correlación directe entre et número obtenido y el Impacto adverso generado al ambiente. La fórmula para obtener tos Valores de Impacto Ambiental (VIA's) de cada elemento, componente y medio ambiental, así como de cada acción y etapa considerada, es la sumatoria de los valores de los renglones o columnas de la Matriz de Leopold. Además, se efectuaron sumatorias para cada componente ambiental y etapa de proyecto para identificar las tendencias de los impactos ambientales.

Es importante mencionar, que el análisis anterior para la asignación de valores a los impactos ambientales, también se aplica a la asignación de magnitudes para los diferentes tipos de medidas de mitigación (Tabla V.5.). Así se definió la medida de mitigación como un porcentaje negativo que disminuya los efectos en el ambiente de la o las acciones del proyecto. La fórmula es la siguiente:

X-X (0.66) **Para medida de mitigación sustancial**
X-X (0.33) **Para medida de mitigación moderada**
X-X (0.33) **Para medida de mitigación incipiente**

Como principio de exclusión, se considera que los impactos evaluadas deben ser de tipo directo, es decir que la propia acción sea la causante del impacto y no considerar aquellos impactos generados de forma indirecta a no ser que al impacto sea evidente; lo anterior no significa que no se valore a un impacto por sus efectos acumulativos, sino que para el llenado de la matriz, solo se consideran aquellos impactos en los que se pueda establecer su relación directa y aquellos que, como producto de una acción del proyecto de tipo significativo, acarrean un impacto similar hacia otro elemento del ambiente. El análisis de los impactos acumulativos se efectuará en el balance de los impactos ambientales.

Después de haber |llenado las cuadriculas en donde se presentan interacciones, se culmina el llenado haciendo sumatoria de los valores de cada tipo de impacto tanto en las columnas come en los renglones.

V.1.1.3 Escenarios

Para el desarrollo del presente apartado, se consideró necesario definir los conceptos de escenario actual y escenario modificado:

- **Escenario Actual:** Es definido como el conjunto de elementos e interacciones que conforman el entorno ambiental antes de la implementación de un proyecto determinado. A este escenario se le denomina estadio cero o preoperacional A este escenario se le denomina estadio cero o preoperacional.

- **Escenario Ambiental modificado.** Es el conjunto de modificaciones esperadas en los elementos e interacciones de un entorno, ya sea por la evolución “natural" (sin proyecto) del estadio cero, o por la serie de cambios que un proyecto puede generar al ambiente ya sea que estos influyan de manera positiva o negativa

Tomando como base la matriz de Leopold se construyeron dos matrices, una para la situación actuar y otra para si escenario actual modificado.

V.2. Identificación y evaluación de los impactos ambientales.

V.2.1. Lista de Identificación y evaluación de los impactos

A partir de la lista de chequeo y de las categorías indicadas en la Tabla V.5., se procedió a identificar los impactos ambientales del escenario anual y del escenario modificado (Tabla V.10 y V.11), Así mismo, se evaluó cada uno de los impactos ambientales a partir de considerar las categorías indicadas en la Tabla V.9., para con ello construir las matrices de evaluación (Tabla V.12 y V.13).

Posteriormente se llenó la Matriz de Leopold correspondiente al escenario actual (Tabla V.14.) y al escenario modificado (Tabla V.15).

Tabla V.10. Identificación de los Impactos Ambientales de la Situación Actual del Proyecto

X: Interaccion					Actividades antropogenicas							
					1	2	3	4	5	6	7	8
					Asentamientos turisticos	asentamientos humanos	Operacion de vialidades y caminos internos	aprovechamiento de recursos hidricos	explotacion de banco de materiales	actividades comerciales	actividades turisticas	actividades pesqueras
Medio Físico	Climatologia	Microclima	1	Temperatura								
			2	Humedad								
		Calidad del aire	3	Nivel de Particulas Suspendidas Totales	X	X	X		X			
			4	Olores								
			5	Nivel de Ruido	X	X	X					
			6	Nivel de Gases		X	X					
	Geologia		7	Caracteristicas litologicas								
			8	Estabilidad y Resis. de las Capas Geologicas								
			9	Material Geologico Explotable					X			
			10	Grado de Erosion	X							
			11	Sismicidad								
	Suelo		12	Caracterisiticas Fisicas y Quimicas								
			13	Grado de Erosion		X			X			
			14	Uso Actual								
			15	Uso Potencial	X	X					X	
	Hidrologia	Rios, Arroyos y/o escurrimientos superficiales	16	Calidad del Agua								
			17	Usos								
			18	Variacion del Flujo de las Corrientes								
			19	Drenaje (Escurrimientos)	X							
		Cuerpos de agua y zonas inundables	20	Calidad del Agua								
			21	Usos								
			22	Volumen								
			23	Alteraciones del Fondo o Bordes								
		Esteros	24	Calidad del Agua								
			25	Uso								
			26	Fondo o Borde								
			27	Flujo de la Corriente								
			28	Drenaje								
			29	Erosion								
		Aguas subterraneas	30	Calidad del Agua								
			31	Usos		X				X	X	
			32	Nivel Freatico				X				
			33	Direccion de las Corrientes Subterraneas								
			34	Recarga del Acuifero								
	Oceanografia		35	Batimetria								
			36	Ciclo de Mareas								
			37	Corrientes								
			38	Calidad del Agua		X				X	X	X
			39	Sedimentos								
			40	Erosion de la Linea de Costa	X							
			41	Temperatura								

Tabla V.11. Identificación de los Impactos Ambientales del Escenario Ambiental Modificado del Proyecto

X: Interaccion					Selecc. del sitio			Preparacion del sitio y construccion															Operacion y mantenimiento								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
					Ubicacion del sitio	Levantamiento topografico	Estudios preliminares	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Trazo, excavaciones y cimentaciones	Alm. de materiales, equipos y combustibles	Aprovechamiento de recursos	Extraccion y uso del agua	Manejo y disposicion de residuos solidos	Manejo y disposicion de aguas residuales	Construccion de la planta desaladora	Construccion del reservorio de agua	Construccion de pozos y lineas de toma y descarga	Construccion de emisor submarino	Operacion de maquinaria y equipo	Contratacion de mano de obra	Posibles accidentes y planes de emergencia	Extraccion y uso de agua	Operacion de la planta	Descarga de agua de rechazo (proceso)	Manejo y disposicion de residuos solidos	Manejo y disposicion de aguas residuales	Contratacion de mano de obra	Mantenimiento de instalaciones y equipos	Posibles accidentes
Medio Físico	Climatologia	Microclima	1	Temperatura																										
			2	Humedad																										
		Calidad del aire	3	Nivel de Particulas Suspendidas Totales				X																						
			4	Olores																										
			5	Nivel de Ruido															X			X								
			6	Nivel de Gases															X			X								
	Geologia		7	Caracteristicas litologicas																										
			8	Estabilidad y Resis. de las Capas Geologicas																										
			9	Material Geologico Explotable																										
			10	Grado de Erosion																										
			11	Sismicidad																										
	Suelo		12	Caracterisiticas Fisicas y Quimicas					X																X	X		X		
			13	Grado de Erosion				X	X																					
			14	Uso Actual	X			X																						
			15	Uso Potencial	X																									
	Hidrologia	Rios, Arroyos y/o escurrimientos superficiales	16	Calidad del Agua																										
			17	Usos																										
			18	Variacion del Flujo de las Corrientes																										
			19	Drenaje (Escurrimientos)																										
		Cuerpos de agua y zonas inundables	20	Calidad del Agua																										
			21	Usos																										
			22	Volumen																										
			23	Alteraciones del Fondo o Bordes																										
		Esteros	24	Calidad del Agua																										
			25	Uso																										
			26	Fondo o Borde																										
			27	Flujo de la Corriente																										
			28	Drenaje																										
			29	Erosion																										
		Aguas subterraneas	30	Calidad del Agua										X								X				X				
			31	Usos																		X								
			32	Nivel Freatico																		X								
			33	Direccion de las Corrientes Subterraneas																										
			34	Recarga del Acuifero				X																						
	Oceanografia		35	Batimetria																										
			36	Ciclo de Mareas																										
			37	Corrientes																										
			38	Calidad del Agua										X										X		X				
			39	Sedimentos														X												
			40	Erosion de la Linea de Costa																										
			41	Temperatura																										

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla V.12. Matriz de Evaluación de los Impactos Ambientales Identificados para el Escenario Actual previo al desarrollo del Proyecto.

ordenada		actividades	medio	componente	subcomponente	Elemento	Sentido del impacto	efectos	continuidad	Periodicidad	Acumulación	Reversibilidad	Sinergia	Temporalidad incidencia del impacto	Impacto en el medio	Incidencia en el espacio ecológico	Efecto a nivel geográfico		Magnitud			Sumatoria (X)	Ponderacion P=(X)*(Y)	Categoria	Magnitud			Valor del impacto ambiental
							-1	1	1	9	1	9	1	9	1	9	1	3	9	1	3	9	1	3	9	1	2	3				1	3	9	
X	Y						impactos negativos	impactor positivos	indirectos	Directos	Discontinuos	Continuos	irregular	periodico	Acumulativos	No acumulativos	Reversibles	No reversibles	Baja	Media	Alta	A corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Momentaneo	Temporal	Permanente	Puntual	Local	Regional	Municipal	Estatal / Nacional	Transnacional		No significativos	Moderados	Significativos				No significativos	Moderados	Significativos	
3	1	Asentamientos Turisticos	Fisico	Climatologia	Calidad Del Aire	PST	-1			9	1			9	1		1		1			1			1			1				26	1			26	Ns	1			-1
5	1	Asentamientos Turisticos	Fisico	Climatologia	Calidad Del Aire	Ruido	-1			9	1			9	1		1		1			1			1			1				26	1			26	Ns	1			-1
10	1	Asentamientos Turisticos	Fisico	Geologia		Erosion	-1			9		9		9		9		9	3			3			9		3		1			64	1			64	Ns		3		-3
15	1	Asentamientos Turisticos	Fisico	Suelo		Uso potencial	-1		1			9	1			9		9	3				9			9		3		1			54	1				Ns		3		-3
19	1	Asentamientos Turisticos	Fisico	Hidrologia	Escurrimientos	Drenaje	-1			9		9	1			9		9	1			3				9		3		1			54		3		162	Mo		3		-3
40	1	Asentamientos Turisticos	Fisico	Oceanografia		Linea de costa	-1			9		9		9		9	1		1		1					9		3		1			52	1			50	Ns	1			-1
42	1	Asentamientos Turisticos	Biológico	Vegetacion terrestre		Caracteristicas	-1			9		9		9	1		1		1				3			9	1			1			44		3		150	Mo		3		-3
48	1	Asentamientos Turisticos	Biológico	Fauna terrestre		Caracteristicas	-1			9		9		9	1		1		1				3			9	1			1			44		3		150	Mo		3		-3
56	1	Asentamientos Turisticos	Biológico	Ecosistema terrestre		Habitat	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1			52		3		156	Mo		3		-3
59	1	Asentamientos Turisticos	Biológico	Ecosistema acuatico		Habitat	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1			52	1			52	Mo		3		-3
62	1	Asentamientos Turisticos	Biológico	Paisaje		Vista panoramica	-1			9		9		9		9		9	1					9			9		3		1			68	1			60	Mo		3		-3
99	1	Asentamientos Turisticos	Socioeconomico	Urbanismo		Crecimiento urbano	-1			9		9		9		9		9	3					9			9		3		1			70		3		210	Si			9	-9
106	1	Asentamientos Turisticos	Regl. Ambiental	Planes Y Programas Ambientales		NOM-059-SEMARNAT-2010	-1			9		9		9		1		1	1					9		1					3			52		3		156	Mo		3		-3
3	2	Asentamientos Humanos	Fisico	Climatologia	Calidad Del Aire	PST	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50	1			50	Ns	1			-1
5	2	Asentamientos Humanos	Fisico	Climatologia	Calidad Del Aire	Ruido	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50	1			50	Ns	1			-1
6	2	Asentamientos Humanos	Fisico	Climatologia	Calidad Del Aire	Gases	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50	1			50	Ns	1			-1
13	2	Asentamientos Humanos	Fisico	Suelo		Erosion	-1			9		9		9		9	1		1					9			9		3		1			62		3		186	Mo		3		-3
15	2	Asentamientos Humanos	Fisico	Suelo		Uso potencial	-1		1			9	1			9		9	3			3				9		3		1			48		3		144	Mo		3		-3
30	2	Asentamientos Humanos	Fisico	Hidrologia	Aguas subterraneas	Calidad de agua	-1			9		9	1		1		1							9			9		1					58		3		174	Mo		3		-3
38	2	Asentamientos Humanos	Fisico	Oceangrafia		Calidad de agua	-1			9		9	1		1		1			1				3		1			1					28	1			28	Ns	1			-1
42	2	Asentamientos Humanos	Biológico	Vegetacion terrestre		Caracteristicas	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3
48	2	Asentamientos Humanos	Biológico	Fauna terrestre		Caracteristicas	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3
56	2	Asentamientos Humanos	Biológico	Ecosistema terrestre		Habitat	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1			52		3		156	Mo		3		-3
59	2	Asentamientos Humanos	Biológico	Ecosistema acuatico		Habitat	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1			52	1			52	Mo		3		-3
62	2	Asentamientos Humanos	Biológico	Paisaje		Vista panoramica	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1			60	1			60	Mo		3		-3
87	2	Asentamientos Humanos	Socioeconomico	Servicios		Salud publica	-1			9		9		9		9		9	3					9			9		3		1			78	1			78	Mo		3		-3
99	2	Asentamientos Humanos	Socioeconomico	Urbanismo		Crecimiento urbano	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1			62		3		186	Mo		3		-3
106	2	Asentamientos Humanos	Regl. Ambiental	Planes Y Programas Ambientales		NOM-059-SEMARNAT-2010	-1			9		9		9		1		1	1					9		1					3			50	1			50	Ns	1			-1
3	3	Operacion vialidades y car	Fisico	Climatologia	Calidad Del Aire	PST	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50	1			50	Ns	1			-1
5	3	Operacion vialidades y car	Fisico	Climatologia	Calidad Del Aire	Ruido	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50	1			50	Ns	1			-1
6	3	Operacion vialidades y car	Fisico	Climatologia	Calidad Del Aire	Gases	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50	1			50	Ns	1			-1
88	3	Operacion vialidades y car	Socioeconomico	Servicios		Medios de comunicacion		1		9		9		9		9		9	3					9			9		3					78		3		234	Si			9	9
32	4	Aprovechamiento de Recu	Fisico	Hidrologia	Aguas subterraneas	Nivel freatico	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		1					58		3		174	Mo		3		-3
85	4	Aprovechamiento de Recu	Socioeconomico	Servicios		Agua potable	-1			9		9		9		9		9	3					9			9		3					78		3		234	Si			9	-9
87	4	Aprovechamiento de Recu	Socioeconomico	Servicios		Salud publica	-1			9		9		9	1		1		3					9			9		3					64		3		192	Mo			3	-3
3	5	Explotacion de bancos de	Fisico	Climatologia	Calidad del Aire	PST	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50	1			50	Ns	1			-1
9	5	Explotacion de bancos de	Fisico	Geologia		Material explotable	-1			9		9		9		9		9	3					9			9		3		1			70	1			70	Mo		3		-3
13	5	Explotacion de bancos de	Fisico	Suelos		Uso potencial	-1		1			9	1			9		9	3					9			9		3		1			54	1			62	Mo		3		-3
31	6	Actividades comerciales	Fisico	Hidrologia	Aguas subterraneas	Usos	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		1					58		3		174	Mo		3		-3
38	6	Actividades comerciales	Fisico	Oceanografia		Calidad de agua	-1			9		9	1		1		1			1				3		1			1					28	1			28	Ns	1			-1
15	7	Actividades Turisticas	Fisico	Suelos		Erosion	-1			9		9		9		9	1		3					9			9		3		1			62		3		186	Mo		3		-3
31	7	Actividades Turisticas	Fisico	Hidrologia	Aguas subterraneas	Usos	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		1					58		3		174	Mo		3		-3
38	7	Actividades Turisticas	Fisico	Oceangrafia		Calidad de agua	-1			9		9	1		1		1			1				3		1			1					28	1			28	Ns	1			-1
42	7	Actividades Turisticas	Biológico	Vegetacion terrestre		Caracteristicas	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3
48	7	Actividades Turisticas	Biológico	Fauna terrestre		Caracteristicas	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3
55	7	Actividades Turisticas	Biológico	Fauna acuatica		Pesca deportiva	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1			52		3		156	Mo		3		-3
56	7	Actividades Turisticas	Biológico	Ecosistema terrestre		Habitat	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1	3		55	1			55	Mo		3		-3
59	7	Actividades Turisticas	Biológico	Ecosistema acuatico		Habitat	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3		1	3		55	1			55	Mo		3		-3
94	7	Actividades Turisticas	Socioeconomico	Actividades productivas		Turismo		1		9		9		9		9		9	3					9			9		3					78		3		234	Si			9	9
95	7	Actividades Turisticas	Socioeconomico	Actividades productivas		Economia Local		1		9		9		9		9		9	3					9			9		3					78		3		234	Si			9	9
96	7	Actividades Turisticas	Socioeconomico	Actividades productivas		Economia Regional		1		9		9		9		9		9	3					9			9		3					78		3		234	Si			9	9
97	7	Actividades Turisticas	Socioeconomico	Actividades productivas		Economia Nacional		1		9		9		9		9		9	3					9			9		3					78	1			78	Mo		3		3
105	7	Actividades Turisticas	Regl. Ambiental	Planes Y Programas Ambientales		ANP	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3
106	7	Actividades Turisticas	Regl. Ambiental	Planes Y Programas Ambientales		NOM-059-SEMARNAT-2010	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3
38	8	Actividades Pesqueras	Fisico	Oceangrafia		Calidad de agua	-1			9		9	1		1		1			1				3		1			1					28	1			28	Ns	1			-1
53	8	Actividades Pesqueras	Biológico	Fauna acuatica		Especies de valor comercial	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3			3		54		3		162	Mo		3		-3
54	8	Actividades Pesqueras	Biológico	Fauna acuatica		Especies en estatus de proteccion	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3			3		54		3		162	Mo		3		-3
59	8	Actividades Pesqueras	Biológico	Ecosistema acuatico		Habitat	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3			3		54	1			54	Mo		3		-3
60	8	Actividades Pesqueras	Biológico	Ecosistema acuatico		Cadenas alimenticias	-1			9		9		9	1		1		1					9			9		3			3		54	1			51	Mo		3		-3
92	8	Actividades Pesqueras	Socioeconomico	Actividades productivas		Pesca		1		9		9		9		9		9	3					9			9		3					78		3		234	Si			9	9
95	8	Actividades Pesqueras	Socioeconomico	Actividades productivas		Economia Local		1		9		9		9		9		9	3					9			9		3					78		3		234	Si			9	9
96	8	Actividades Pesqueras	Socioeconomico	Actividades productivas		Economia Regional		1		9		9		9		9		9	3					9			9		3					78		3		234	Si			9	9
104	8	Actividades Pesqueras	Regl. Ambiental	Planes Y Programas Ambientales		Ordenamiento Ecologico	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3
105	8	Actividades Pesqueras	Regl. Ambiental	Planes Y Programas Ambientales		ANP	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3
106	8	Actividades Pesqueras	Regl. Ambiental	Planes Y Programas Ambientales		NOM-059-SEMARNAT-2010	-1			9		9		9	1		1		1					9			9	1			1			50		3		150	Mo		3		-3

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla V.13. Matriz de Evaluación de los Impactos Ambientales Identificados para el Escenario Modificado del Proyecto.

				Tiempo del impacto	Efecto	Continuidad	Periodicidad	Acumulación	Recuperabilidad	Sinergia	Tiempo de incubación del impacto	Prevención del medio	Elaboración de espacio turístico	Efecto actual/ propositivo		Magnitud				Magnitud				
				-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5		1	3	5		1	0.89	0.67	0.34	
Medio	Componente	Subcomponente	Elemento	Impacto negativo	Impacto positivo	Indirecto	Directo	Discontinuo	Continuo	Irregular	Periódico	No acumulativo	Acumulativo	Reversibles	No reversibles	Baja	Media	Alta	A corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo	Momentáneo	Temporal	Permanente	Puntual	Local	Regional	Municipal	Nacional/ Internacional	Sumatoria (X)	No significativos	Moderados	Significativos	Ponderación Pi= (X)*(Y)	Categoría	No significativos	Moderados	Significativos	Valor del Impacto Ambiental	Medida de Mitigación (No)	No presenta oncuplica	Medida incipiente	Medida moderada	Medida sustancial	Valor de Impacto Ambiental (VIA) aplicada la medida de mitigación VIA=P*M
Físico	Suelo		Uso Actual	-1			9	1		1		9		9			9			9			1	9		3		1	60	1			60	Mo		3		-3		1.00				-3
Físico	Suelo		Uso Potencial	-1	1			9	1		9		9		3					9				9		3		1	54	1			54	Mo		3		-3		1.00				-3
Físico	Climatología	Calidad del aire	PST	-1			9		9	1	9	1		1			9			9	1			1				1	50	1			50	Ns	1			-1	1,2,4,5,8,10,11,12			0.67		-0.67
Físico	Suelo		Grado de Erosión	-1			9	1		1		9		9				9			9			9	1			1	52	1			52	Mo		3		-3	1,2,4,5,8,10,11,13			0.67		-2.01
Físico	Suelo		Uso Potencial	-1	1			9	1		9		9		3					9				9		3		1	54	1			54	Mo		3		-3		1.00				-3
Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Recarga Del Acuífero	-1			9	1		1		9		9			9			9				9		3		1	60	1			60	Mo		3		-3				0.67		-2.01
Biológico	Vegetacion Terrestre		caracteristicas de la vegetacion	-1			9		9	1		1		1			9			3				9	1			1	44		3		132	Mo		3		-3	5				0.34	-1.02
Biológico	Fauna terrestre		Caracteristicas de la fauna	-1			9	1		1		9		9			9			3				9	1			1	52		3		156	Mo		3		-3	5				0.34	-1.02
Biológico	Ecosistema terrestre		Habitat	-1			9	1		1		9		9			9			3				9	1			1	52		3		156	Mo		3		-3	2,5,11				0.34	-1.02
Biológico	Paisaje		Vistas Panorámicas	-1			9	1		1		9		9			9			3				9	1			1	52	1			52	Mo		3		-3	5	1.00				-3
Físico	Suelo		Caracteristicas Fisicas Y Químicas	-1			9	1		1		9		9	1				1					9	1			1	42	1			42	Ns	1			-1	2,4	1.00				-1
Físico	Suelo		Grado De Erosión	-1			9	1		1		9		9			9			3				9	1			1	52	1			52	Mo		3		-3	2			0.67		-2.01
Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Calidad Del Agua	-1			9	1		1		9	1		3			3			3		1		3		1	34		3		102	Mo		3		-3	2,4			0.67		-2.01
Físico	Oceanografía		Calidad Del Agua	-1			9		9		9	1					9			9				9	3		1		68	1			68	Mo		3		-3	4,10		0.89			-2.67
Biológico	Paisaje		Vistas Panorámicas	-1			9		9		9		9	1						9				9	3		1		68	1			68	Mo		3		-3	5,7	1.00				-3
Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-1			9		9		9	1			3					9				9		9	1		68	1			68	Mo		3		-3	3	1.00				-3
Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Local		1		9	1		9		9	1		3					9				9		3		1	54		3		162	Mo		3		3	12	1.00				3
Reg. Ambiental	Pla. Y prog. Des. U.		Plan De Desarrollo Urbano Municipal	-1			9		9		9	1		1			3			9				9		9	1		60		3		180	Mo		3		-3	8,9,13,14	1.00				-3
Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-1			9		9		9	1			3					9				9		9	1		68	1			68	Mo		3		-3		1.00				-3
Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-1			9		9		9	1			3					9				9		9	1		68	1			68	Mo		3		-3		1.00				-3
Físico	Oceanografía		Sedimentos	-1			9		9	1		9		9			9		3					9		3		1	62		3		186	Mo		3		-3				0.67		-2.01
Biológico	Vegetación acuática		Características de la Vegetación	-1			9		9	1		9		9			9			3				9		3		1	62		3		186	Mo		3		-3				0.67		-2.01
Biológico	Fauna acuática		Características De La Fauna	-1			9		9	1		9		9			9			3				9		3		1	62		3		186	Mo		3		-3	11			0.67		-2.01
Biológico	ecosistema acuático		Habitat	-1			9		9		9	1			3					9				9		3		1	62		3		186	Mo		3		-3	11			0.67		-2.01
Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-1	1	1		9		9		9	1		3					9				9		9	1		60		3		180	Mo		3		3		1.00				3
Físico	Climatología	Calidad del aire	Nivel De Ruido	-1			9		9		9	1		1						9				9		3		1	60	1			60	Mo		3		-3	1	1.00				-3
Físico	Climatología	Calidad del aire	Nivel De Gases	-1	1			9		9		9	1		1					9				9		3		1	52	1			52	Mo		3		-3	1	1.00				-3
Biológico	Fauna terrestre		Caracteristicas De La Fauna	-1		1		1		1		9		9			9			3				9	1			1	44	1			44	Ns	1			-1	1,5		0.89			-0.89
Socioeconómico	caract. Población		Empleo	-1			9	1		1		9	1		3			3			3				3		1		34			9	306	Si			9	9		1.00				9
Socioeconómico	Servicio		Salud Pública	-1			9	1		1	1	9		9		3		1		9				3		1		1	41	1			41	Ns	1			-1	9	1.00				-1
Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Calidad Del Agua	-1	1		1		9		9	1		1			3			9				9		9	1		52		3		156	Mo		3		-3	4		0.89			-2.67
Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Usos	-1			9		9		9	1		1			3			9				9		9	1		60	1			60	Mo		3		-3	9		0.89			-2.67
Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Nivel Freático	-1			9		9		9	1		1			3			9				9		9	1		68		3		204	Si			9	-9			0.89		-8.01
Socioeconómico	Características de la poblacion		Migracion	-1	1	1		1		9		9	1		3					9				9		3		1	46	1			46	Ns	1			1		1.00				1
Socioeconómico	Características de la poblacion		Marginacion	-1	1		1		9		9	1		1			3			9				9		3		1	46	1			46	Mo	1			1		1.00				1
Socioeconómico	Características de la poblacion		PEA	-1	1	1		1		9		9	1		3					9				9		3		1	46	1			46	Mo	1			1		1.00				1
Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-1			9		9		9	1			3					9				9		9	1		60		3		180	Mo		3		3		1.00				3
Físico	Climatología	Calidad del aire	Nivel De Ruido	-1			9		9		9	1		1						9				9		3		1	60	1			60	Mo		3		-3	1		0.89			-2.67
Físico	Climatología	Calidad del aire	Nivel De Gases	-1			9		9		9	1		1						9				9		3		1	60	1			60	Mo		3		-3	1		0.89			-2.67
Biológico	Fauna terrestre		Caracteristicas De La Fauna	-1			9	1		9		9	1		1			9			3				9	1			1	60	1			60	Mo		3		-3	1		1.00				-3
Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-1			9	1		9		9	1		3					9				9		9	1		60	1			60	Mo		3		-3			1.00				-3
Socioeconómico	Servicio		Salud Pública	-1			1		9		9	1			3					9				9		9	1		62		3		186	Mo		3		-3	9		1.00				-3
Socioeconómico	Act. Productiva		Turismo		1	1		9		9	1		3					9					9		3		1	46	1			46	Ns	1			1		1.00				1
Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Local		1		9		9		9	1		1			3			9				9		9	1		68			9	612	Si		9		9	12	1.00				9
Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Regional		1		9		9		9	1		1			3			9				9		3		1	66		3		198	Mo		3		3		1.00				3
Reg. Ambiental	Pla. Y prog. Des. U.		Plan De Desarrollo Urbano Municipal		1		9		9	1		1		1			3			9				9		9	1		60		3		180	Mo		3		-3		1.00				-3
Físico	Oceanografía		Calidad Del Agua	-1			9		9		9	1			3			9			3				9		3		1	68			9	612	Si		9		-9	3,10,11			0.34		-3.06
Biológico	Vegetación acuática		Características de la Vegetación	-1			9	1		1		9		9			9			3				9	1			1	52		3		156	Mo		3		-3	3			0.67		-2.01
Biológico	Fauna acuática		Características de la Fauna	-1			9	1		1		9		9			9			3				9	1			1	52		3		156	Mo		3		-3	3			0.67		-2.01
Biológico	Fauna acuática		Especies de valor comercial	-1			9		9		9		9					9			3				9		3		1	70			9	630	Si			9	-9	3			0.67		-6.03
Biológico	Fauna acuática		Especies en estatus de proteccion	-1			9		9		9		9					9			9				9		9		3	84			9	756	Si			9	-9	3			0.67		-6.03
Biológico	Fauna acuática		Especies de pesca deportiva	-1			9	1		9		9		9			3			3				9		3		1	56		3		168	Mo		3		-3	3			0.67		-2.01
Biológico	ecosistema acuático		Habitat	-1			9		9	1		9		1			9			3				9	1			1	58			9	522	Si			9	-9	3,11		0.89			-8.01
Socioeconómico	caract. Población		Organizacion social	-1			9		9		9	1			3					9				9		3		1	62		3		186	Mo		3		-3	11			0.67		-2.01
Reg. Ambiental			Ordenamiento ecologico	-1			9		9		9	1			3					9				9		3		1	62		3		162	Mo		3		-3	3,10,11			0.67		-2.01
Reg. Ambiental			ANP	-1			9		9		9	1			3					9				9		9		3	70		3		210	Si			9	-9	3,11				0.34	-3.06
Reg. Ambiental			NOM-059-SEMARNAT-2010	-1			9		9		9	1			3			3			9				9		3		1	56			9	504	Si			9	-9	3,11				0.34	-3.06
Físico	Suelo		Caracteristicas Fisicas Y Químicas	-1			9		9		9	1		1						9				9		3		1	60	1			60	Mo		3		-3	4		0.89			-2.67
Socioeconómico	Servicio		Servicio De Limpieza	-1			9		9		9	1			3					9				9		9	1		68	1			68	Mo		3		-3	11		0.89			-2.67
Físico	Suelo		Caracteristicas Fisicas Y Químicas	-1			9		9		9	1		1						9				9		3		1	60	1			60	Mo		3		-3	4		0.89			-2.67
Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Calidad Del Agua	-1			9	1		1		9		1			3			3				9		3		1	40		3		120	Mo		3		-3	4		0.89			-2.67
Físico	Oceanografía		Calidad Del Agua	-1			9	1		1		9		1			3			3				9		3		1	40		3		120	Mo		3		-3	4		0.89			-2.67
Socioeconómico	caract. Población		Empleo	-1		1		9		9		9	1		3					9				9		3		1	62		3		186	Mo		3		3	12	1.00				3
Socioeconómico	caract. Población		Turismo	-1			9		9		9	1			3					9				9		9	1		68	1			68	Mo		3		3	12	1.00				3
Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Local		1		9		9		9	1		1			3			9				9		9	1		68	1			68	Mo		3		3	12	1.00				3
Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Regional		1		9		9		9	1		1			3			9				9		3		1	68	1			68	Mo		3		3	12	1.00				3
Físico	Suelo		Caracteristicas Fisicas y Químicas	-1			9	1		1		9	1		1			1		9				9	1			1	42	1			126	Mo		3		-3	2,4	1.00				-3
Socioeconómico	Servicio		Salud Pública	-1			9		9		9	1			3			9			9				9		3		1	68	1			68	Mo		3		-3	9,14	1.00				-3
																																						-132						-83.7

Tabla V.14. Matriz de Leopold. Impactos Ambientales de la Situación Actual del Proyecto.

					Actividades antropogenicas								Valores de Impacto Ambiental (VIA) de la situacion Actual					
					1	2	3	4	5	6	7	8						
					Asentamientos turísticos	Asentamientos humanos	Operacion de vialidades y caminos internos	Aprovechamiento de recursos hídricos	Aprovechamiento de materiales	Actividades comerciales	Actividades turísticas	Actividades pesqueras	Adversos		Benéficos		Valor del Impacto Ambiental (VIA) total	
medio físico	climatología	microclima	1	temperatura									0		0		0	
			2	humedad									0		0		0	
		calidad del aire	3	nivel de particulas suspendidas totales	-1	-1	-1		-1				-4	-9	0	0	-4	-9
			4	olores									0		0		0	
			5	nivel de ruido	-1	-1	-1						-3		0		-3	
			6	nivel de gases		-1	-1						-2		0		-2	
	geologia		7	caracteristicas itologicas									0	-6	0	0	0	-6
			8	estabilidad y resis. De las capas geologicas									0		0		0	
			9	material geologico explotable					-3				-3		0		-3	
			10	grado de erosion	-3								-3		0		-3	
			11	sismicidad									0		0		0	
	suelo		12	caracteristicas fisicas y quimicas									0	-15	0	0	0	-15
			13	grado de erosion		-3			-3				-6		0		-6	
			14	uso actual									0		0		0	
			15	uso potencial	-3	-3					-3		-9		0		-9	
	hidrologia	Rios, Arroyos y/o escurrimientos usperficiales	16	calidad del agua									0	-3	0	0	0	-15
			17	usos									0		0		0	
			18	variacion del flujo de las corrientes									0		0		0	
			19	drenaje (escurrimientos)	-3								-3		0		-3	
		cuerpos de agua y zonas inundables	20	calidad del agua									0	0	0	0	0	
			21	usos									0		0		0	
			22	volumen									0		0		0	
			23	alteraciones del fondo o bordes									0		0		0	
		esteros	24	calidad del agua									0	0	0	0	0	
			25	uso									0		0		0	
			26	fondo o borde									0		0		0	
			27	flujo de la corriente									0		0		0	
			28	drenaje									0		0		0	
			29	erosion									0		0		0	
		aguas subterraneas	30	calidad del agua		-3							-3	-12	0	0	-3	
			31	usos						-3	-3		-6		0		-6	
			32	nivel freatico			-3						-3		0		-3	
			33	direccion de las corrientes subterraneas									0		0		0	
			34	recarga del acuifero									0		0		0	
	oceanografia		35	batimetria									0	-5	0	0	0	-5
			36	ciclo de mareas									0		0		0	
			37	corrientes									0		0		0	
			38	calidad del agua		-1				-1	-1	-1	-4		0		-4	
			39	sedimentos									0		0		0	
			40	erosion de la linea de costa	-1								-1		0		-1	
			41	temperatura									0		0		0	
medio biologico	vegetacion terrestre		42	caracteristicas de la vegetacion	-3	-3					-3		-9	-9	0	0	-9	-9
			43	especies de valor comercial									0		0		0	
			44	especies en estatus de proteccion									0		0		0	
	vegetacion acuatica		45	caracteristicas de la vegetacion									0	0	0	0	0	0
			46	especies de valor comercial									0		0		0	
			47	especies en estatus de proteccion									0		0		0	
	fauna terrestre		48	caracteristicas de la fauna	-3	-3					-3		-9	-9	0	0	-9	-9
			49	especies de valor comercial									0		0		0	
			50	especies en estatus de proteccion									0		0		0	
			51	especies de interes cinegetico									0		0		0	
	fauna acuatica		52	caracteristicas de la fauna									0	-9	0	0	0	-9
			53	especies de valor comercial								-3	-3		0		-3	
			54	especies en estatus de proteccion								-3	-3		0		-3	
			55	especies de pesca deportiva								-3	-3		0		-3	
	ecosistemas terrestres		56	habitat	-3	-3					-3		-9	-9	0	0	-9	-9
			57	cadenas alimenticias									0		0		0	
			58	diversidad de especies									0		0		0	
	acosistemas acuaticos		59	habitat	-3	-3					-3	-3	-12	-15	0	0	-12	-15
			60	cadenas alimenticias								-3	-3		0		-3	
			61	diversidad de especies									0		0		0	
	paisaje (interrelación hombre-naturaleza)		62	vistas panoramicas	-3	-3							-6	-6	0	0	-6	-6
			63	material geologico superficial									0		0		0	
			64	relieve y caracteristicas topograficas									0		0		0	
			65	presencia de agua									0		0		0	
			66	area de superficie del agua									0	-6	0	0	0	-6
			67	margenes arboladas									0		0		0	
			68	diversidad de tipos de vegetación									0		0		0	
			69	divesidad dentro de los tipos de vegetación									0		0		0	
			70	relacion con el paisaje									0		0		0	
medio socioeconomico	caracteristicas de la poblacion		71	demografia									0	0	0	0	0	39
			72	movimiento migratorio									0		0		0	
			73	marginacion									0		0		0	
			74	poblacion economicamente activa									0		0		0	
			75	organización social									0		0		0	
			76	empleo									0		0		0	
	calidad y estilo de vida		77	caracteristicas de la vivienda									0	0	0	0	0	
			78	propiedad de la vivienda									0		0		0	
			79	ingresos									0		0		0	
	educacion y cultura		80	sistema escolarizado									0	0	0	0	0	
			81	patrones culturales									0		0		0	
			82	valores esteticos y patrimoniales									0		0		0	
			83	sitios de interes historico									0		0		0	
			84	recreación									0		0		0	
	servicios		85	agua potable				-9					-9	-15	0	9	-9	
			86	servicio de limpieza									0		0		0	
			87	salud publica		-3		-3					-6		0		-6	
			88	medios de comunicación			9						0		9		9	
			89	medios de trasporte									0		0		0	
	actividades productivas y economicas		90	agricultura									0	0	0	57	0	
			91	ganaderia									0		0		0	
			92	pesca								9	0		9		9	
			93	industria									0		0		0	
			94	turismo							9		0		9		9	
			95	economia loca							9	9	0		18		18	
			96	economia regional							9	9	0		18		18	
			97	economia nacional							3		0		3		3	
	urbanismo		98	tenencia de la tierra									0	-12	0	0	0	
			99	crecimiento urbano	-9	-3							-12		0		-12	
			100	zonas marginales									0		0		0	
regla ambiental	planes y programas de desarrollo urbano		101	plan de desarrollo urbano estatal									0	0	0	0	0	21
			102	plan de desarrollo urbano municipal									0		0		0	
			103	ordenamiento urbanos menores									0		0		0	
	planes y programas dambientales		104	ordenamiento ecologico								-3	-3	-21	0	0	-3	
			105	areas naturales protegidas							-3	-3	-6		0		-6	
			106	NOM-059-SEMARNAT-2002	-3	-3					-3	-3	-12		0		-12	
								-89					-156	-156	66	66	-89	-89

Puerto Peñasco, Sonora

Puerto Peñasco, Sonora

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Tabla V.15. Matriz de Leopold. Impactos Ambientales del Escenario Modificado.

					Actividades antropogenicas																					Valores de Impacto Ambiental (VIA) de la situacion Actual		
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
					Ubicacion del sitio	Levantamiento topografico	Estudios preliminares	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Trazo, excavaciones y cimentaciones	Alm. de materiales, equipos y combustibles	Aprovechamiento de recursos	Extraccion y uso del agua	Manejo y disposicion de residuos solidos	Manejo y disposicion de aguas residuales	Construccion de la planta desaladora	Construccion del reservorio de agua	Construccion de pozos y lineas de toma y descarga	Construccion de emisor submarino	Operacion de maquinaria y equipo	Contratacion de mano de obra	Posibles accidentes y planes de emergencia	Extraccion y uso de agua	Operacion de la planta	Descarga de agua de rechazo (proceso)	Manejo y disposicion de residuos solidos	Manejo y disposicion de aguas residuales	Contratacion de mano de obra	Mantenimiento de instalaciones y equipos	Posibles accidentes	Adversos	Beneficos	Valor del Impacto Ambiental (VIA) total
medio fisico	climatologia	microclima	1	temperatura																								0		0		0		0
			2	humedad																								0		0		0		0
		calidad del aire	3	nivel de particulas suspendidas totales				-1																				-1	-13	0	0	-1	-13	-13
			4	olores																								0		0		0		
			5	nivel de ruido															-3				-3					-6		0		-6		
			6	nivel de gases															-3				-3					-6		0		-6		
	geologia		7	caracteristicas itologicas																								0	0	0	0	0	0	0
			8	estabilidad y resis. De las capas geologicas																								0		0		0		
			9	material geologico explotable																								0		0		0		
			10	grado de erosion																								0		0		0		
			11	sismicidad																								0		0		0		
	suelo		12	caracterisiticas fisicas y quimicas					-1																-3	-3		-3	-10	-25	0	0	-10	-25	-25
			13	grado de erosion				-3	-3																				-6		0		-6		
			14	uso actual	-3			-3																				-6		0		-6		
			15	uso potencial	-3																							-3		0		-3		
	hidrologia	Rios, Arroyos y/o escurrimientos superficiales	16	calidad del agua																								0	0	0	0	0	0	0
			17	usos																								0		0		0		
			18	variacion del flujo de las corrientes																								0		0		0		
			19	drenaje (escurrimientos)																								0		0		0		
		cuerpos de agua y zonas inundables	20	calidad del agua																								0	0	0	0	0	0	0
			21	usos																								0		0		0		
			22	volumen																								0		0		0		
			23	alteraciones del fondo o bordes																								0		0		0		
		esteros	24	calidad del agua																								0	0	0	0	0	0	0
			25	uso																								0		0		0		
			26	fondo o borde																								0		0		0		
			27	flujo de la corriente																								0		0		0		
			28	drenaje																								0		0		0		
			29	erosion																								0		0		0		
		aguas subterraneas	30	calidad del agua										-3								-3			-3				-9	-24	0	0	-9	-24	-24
			31	usos																		-3							-3		0		-3		
			32	nivel freatico																		-9							-9		0		-9		
			33	direccion de las corrientes subterraneas																								0		0		0		
			34	recarga del acuifero				-3																				-3		0		-3		
	oceanografia		35	batimetria																								0	0	0	0	0	0	0
			36	ciclo de mareas																								0		0		0		
			37	corrientes																								0		0		0		
			38	calidad del agua										-3									-9		-3				-15	-18	0	0	-15	-18	-18
			39	sedimentos														-3											-3		0		-3		
			40	erosion de la linea de costa																								0		0		0		
			41	temperatura																								0		0		0		
medio biologico	vegetacion terrestre		42	caracteristicas de la vegetacion			-3																					-3	-3	0	0	-3	-3	-3
			43	especies de valor comercial																								0		0		0		
			44	especies en estatus de proteccion																								0		0		0		
	vegetacion acuatica		45	caracteristicas de la vegetacion														-3						-3				-6	-6	0	0	-6	-6	-6
			46	especies de valor comercial																								0		0		0		
			47	especies en estatus de proteccion																								0		0		0		
	fauna terrestre		48	caracteristicas de la fauna			-3												-1				-3					-7	-7	0	0	-7	-7	-7
			49	especies de valor comercial																								0		0		0		
			50	especies en estatus de proteccion																								0		0		0		
			51	especies de interes cinegetico																								0		0		0		
	fauna acuatica		52	caracteristicas de la fauna														-3						-3				-6	-27	0	0	-6	-27	-27
			53	especies de valor comercial																				-9				-9		0		-9		
			54	especies en estatus de proteccion																				-9				-9		0		-9		
			55	especies de interes cinegetico																				-3				-3		0		-3		
	ecosistemas terrestres		56	habitat				-3																				-3	-3	0	0	-3	-3	-3
			57	cadenas alimenticias																								0		0		0		
			58	diversidad de especies																								0		0		0		
	acosistemas acuaticos		59	habitat														-3						-9				-12	-12	0	0	-12	-12	-12
			60	cadenas alimenticias																								0		0		0		
			61	diversidad de especies																								0		0		0		
	paisaje (interrelación hombre-naturaleza)		62	vistas panoramicas				-3						-3														-6	-6	0	0	-6	-6	-6
			63	material geologico superficial																								0		0		0		
			64	relieve y caracteristicas topograficas																								0		0		0		
			65	presencia de agua																								0		0		0		
			66	area de superficie del agua																								0		0		0		
			67	margenes arboladas																								0		0		0		
			68	diversidad de tipos de vegetación																								0		0		0		
			69	diversidad dentro de los tipos de vegetación																								0		0		0		
			70	relacion con el paisaje																								0		0		0		
medio socioeconomico	caracteristicas de la poblacion		71	demografia																								0	-3	0	15	0	12	12
			72	movimiento migratorio																		1						0		1		1		
			73	marginacion																		1						0		1		3		
			74	poblacion economicamente activa																		1						0		1		3		
			75	organización social																				-3				-3		0		-3		
			76	empleo																9						3		0		12		12		
	calidad y estilo de vida		77	caracteristicas de la vivienda																								0	0	0	0	0	0	0
			78	propiedad de la vivienda																								0		0		0		
			79	ingresos																								0		0		0		
	educacion y cultura		80	sistema escolarizado																								0	0	0	0	0	0	0
			81	patrones culturales																								0		0		0		
			82	valores esteticos y patrimoniales																								0		0		0		
			83	sitios de interes historico																								0		0		0		
			84	recreación																								0		0		0		
	servicios		85	agua potable											-3	-3	-3	3				3	9						-12	-19	12	15	0	-4	-4
			86	servicio de limpieza																					-3				-3		0		-3		
			87	salud publica																	-1		3					-3	4		3		-1		
			88	medios de comunicación																								0		0		0		
			89	medios de trasporte																								0		0		0		
	actividades productivas y economicas		90	agricultura																								0	0	0	31	0	31	31
			91	ganaderia																								0		0		0		
			92	pesca																								0		0		0		
			93	industria																								0		0		0		
			94	turismo																			1			3		0		4		4		
			95	economia local											3								9			3		0		15		15		
			96	economia regional																			3			3		0		12		12		
			97	economia nacional																								0		0		0		
	urbanismo		98	tenencia de la tierra																								0	0	0	0	0	0	0
			99	crecimiento urbano																								0		0		0		
			100	zonas marginales																								0		0		0		
regla ambiental	planes y programas de desarrollo urbano		101	plan de desarrollo urbano estatal																								0	-6	0	0	0	-6	-6
			102	plan de desarrollo urbano municipal											-3								-3					-6		0		-6		
			103	ordenamiento urbanos menores																								0		0		0		
	planes y programas dambientales		104	ordenamiento ecologico																				-3				-3	-21	0	0	-3	-21	-21
			105	areas naturales protegidas																				-9				-9		0		-9		
			106	NOM-059-SEMARNAT-2002																				-9				-9		0		-9		
		ETAPAS			-132																								-193	-193	61	61	-128	-132	

Puerto Peñasco, Sonora

V.2.2. Descripción de los impactos ambientales

Debido a la forma en que se aplicó la metodología, se decidió cribar la matriz de Leopold para únicamente describir los impactos ambientales significativos De esta forma, se elaboró una tabla en donde se Incluyeron los siguientes puntos:

a) Coordenadas (Correspondientes a la Matriz de Leopold)
b) Etapa (Selección del sitio, Preparación y Preparación y Construcción, y Operación y Mantenimiento)
c) Acción (actividad del proyecto)
d) Medio (ambiental)
e) Componente (ambiental)
f) Subcomponente (ambiental)
g) Elemento (ambiental)
h) Valor del Impacto Ambiental sin considerar la medida de mitigación
i) Medidas de mitigación (No.)
j) Valor del Impacto Ambiental considerando la medida de mitigación
k) Descripción de los Impactos Ambientales

Por otra parte, se organizaron las descripciones considerando en primera instancia los elementos ambientales y después cada una de las acciones del proyecto. Las descripciones se presentan en la Tabla V.16.

Tabla V.16. Descripción de los Impactos Ambientales Identificados para el Escenario Modificado

coordenadas		Etapa	Acción	Medio	Componente	Subcomponente	Elemento	Valor del Impacto Ambiental	Medidad de Mitigación (No.)	Valor del Impacto Ambiental (VIA) aplicando la medida de mitigación (VIAcon-M)	Descripción
X	Y										
15	5	Prep. sitio y construcción	Operación de maquinaria y equipo	Físico	Climatología	Calidad del aire	Nivel de Ruido	-3		-3	Se presentan dos impactos adversos moderadamente significativos hacia la calidad del aire por la emisión de ruido, gases y polvos generados por las actividades del proyecto. La acción tiene relación con la operación de maquinaria y equipo en la preparación del sitio y construcción y por la operación de la planta desaladora. El impacto es moderado y presente medida de mitigación.
15	6	Prep. sitio y construcción	Operación de maquinaria y equipo	Físico	Climatología	Calidad del aire	Nivel de Gases	-3		-3	
19	5	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Físico	Climatología	Calidad del aire	Nivel de Ruido	-3	1,2,4,5,8,10,11,12	-2.67	
19	6	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Físico	Climatología	Calidad del aire	Nivel de Gases	-3	1,2,4,5,8,10,11,13	-2.67	
4	3	Prep. Y construcción	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Físico	Climatología	Calidad del aire	PST	-1		-0.67	
4	13	Prep. sitio y construcción	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Físico	Suelo		Grado de Erosión	-3		-2.01	Los impactos hacia el grado de erosión provocados por el trazo, nivelación y relleno del terreno, y por la limpieza del terreno (desmonte y despalme), son moderados. Estos impactos se presentan en la preparación del sitio y construcción y poseen medida de mitigación
5	12	Prep. sitio y construcción	Trazo, nivelación y relleno del terreno	Físico	Suelo		Características Físicas Y Químicas	-1	5	-1	
5	13	Prep. sitio y construcción	Trazo, nivelación y relleno del terreno	Físico	Suelo		Grado de Erosión	-3	5	-2.01	
21	12	Operación y mantenimiento	Manejo y disposición de residuos sólidos	Físico	Suelo		Características Físicas y Químicas	-3	2,5,11	-2.67	El manejo y disposición de residuos solidos y aguas residuales en la operación del proyecto, así como el trazo, nivelación y compactación del terreno en la preparación del sitio y construcción, generarán impactos moderados hacia las características físicas y químicas del suelo. en la operación se modificaran las características por los residuos generados por el proyecto y en la preparación del sitio y construcción se desaparecerá parte del suelo vegetal o se mezclara con otras capas y residuos de construcción que modificaran sus características.En ambos impactos se presentan medidas de mitigación.
22	12	Operación y mantenimiento	Manejo y disposición de residuos sólidos	Físico	Suelo		Características Físicas y Químicas	-3	5	-2.67	
24	12	Operación y mantenimiento	Manten. De instalaciones y equipos	Físico	Suelo		Características Físicas y Químicas	-3	2,4	-3	
1	14	Selección del sitio	Ubicación del Sitio	Físico	Suelo		Uso Actual	-3	2	-3	El uso actual del sitio donde se pretende instalar el proyecto, corresponde a una muy baja densidad de vegetación silvestre (vegetacion de dunas costeras), la cual se verá afectada por la ubicación del sitio y la limpieza del terreno (desmonte y despalme) en la preparación del sitio y construcción. los impactos son moderados y no presentan medida de mitigación.
1	15	Selección del sitio	Ubicación del Sitio	Físico	Suelo		Uso Potencial	-3	2,4	-3	
4	14	Prep. sitio y construcción	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Físico	Suelo		Uso Potencial	-3	4,10	-3	
10	30	Prep. sitio y construcción	Manejo y disposición de aguas residuales	Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Calidad del Agua	-3	5,7	-2.01	Se presentan dos impactos adversos moderadamente significativos hacia la calidad del agua tiene que ver con el manejo de las aguas residuales en las diferentes etapas del proyecto; es decir tanto para el agua subterranea en la preparacion de los pozos como en el agua marina en la preparacion del emisor submarino, para estos impactos de tipo moderado se consideran diversas medidad de mitigación.
10	38	Prep. sitio y construcción	Manejo y disposición de aguas residuales	Físico	Oceanografía		Calidad del Agua	-3	3	-2.67	
18	30	Operación y mantenimiento	Extracción y empleo de agua	Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Calidad del Agua	-3	12	-2.67	Existen dos fuentes de impacto hacia la calidad del agua del mar: la primera tiene que ver con el manejo de las aguas residuales en las diferentes etapas del proyecto; para este impacto de tipo moderado se consideran diversas medidad de mitigación; la segunda fuente tiene que ver con la descarga del agua de rechazo del proceso la cual saldrá con elevados niveles de salinidad provocando alteraciones en el agua de mar en el sitio de descarga, este impacto de tipo significativo posee medidas de mitigación.
20	38	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Físico	Oceanografía		Calidad del Agua	-9	8,9,13,14	-3.06	
22	30	Operación y mantenimiento	Manejo y disposición de residuos sólidos	Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Calidad Del Agua	-3		-2.67	
22	38	Operación y mantenimiento	Manejo y disposición de residuos sólidos	Físico	Oceanografía		Calidad del Agua	-3		-2.67	
18	31	Operación y mantenimiento	Extracción y empleo de agua	Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Usos	-3		-2.67	En estos apartados se presentan impactos que están determinados por la cantidad de agua que se extrae del subsuelo para mantener la operacion de la planta desaladora y el suministro de agua a la poblacion; la calidad del agua, los usos y el nivel fratico se verán afectados por esta acción del proyecto de manera moderada, presentándose diversas medidas de mitigación en los dos primeros y sin medida de mitigacion para la recarga del acuifero.
18	32	Operación y mantenimiento	Extracción y empleo de agua	Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Nivel Freático	-9		-8.01	
4	34	Prep. Y construcción	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Físico	Hidrología	Agua Subterránea	Recarga del Acuífero	-3	11	-2.01	
14	39	Prep. sitio y construcción	Construcción de emisor submarino	Físico	Oceanografía		Sedimentos	-3	11	-2.01	
14	45	Prep. sitio y construcción	Construcción de emisor submarino	Biológico	Vegetación acuática		Características de la Vegetación	-3		-2.01	Tal como se describe en el impacto detectado hacia la oceanografía, existen varias fuentes de impacto: en la etapa de construccion del emisor submarino, la afectacion que se podria causar principalmente a la flora y fauna marina cuya presencia es practicamente nula como se evidencia en los muestreos e inmersiones que se realizaron y la que tiene relación con el manejo de las aguas residuales cuya magnitud es es de oderada a no significativa durante las diferentes etapas del proyecto y la fuente que tiene que ver con la descarga del agua de proceso; para los impactos relacionados con las descargas de agua del proceso afectara a los niveles de salinidad provocando alteraciones en la biota marina, los impactos son moderados y poseen medidas de mitigación.
20	45	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Biológico	Vegetación acuática		Características de la Vegetación	-3	1	-2.01	
4	42	Prep. Y construcción	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Biologico	Vegetacion Terrestre		caracteriticas de la vegetacion	-3	1	-1.02	Las afectaciones que se presentaran hacia la fauna (principalmente pequenos mamiferos) tienen relación con la operación de maquinaria y equipo (niveles de ruido) y la limpieza del terreno (desmonte de la vegetación terrestre) todo ello en la preparación del sitio y construcción. En la operación del proyecto el ruido generado pro la planta afectara a la fauna silvestre del sitio provocando un impacto de tipo moderado. todos los impactos poseen medidas de mitigación, los elementos del ambiente afectados son las características de la fauna(De acuerdo a la ubicacion del terreno no existe fauna de ineteres comercial ni bajo estatus de proteccion).
4	48	Prep. sitio y construcción	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Biológico	Fauna terrestre		Caracteriticas de la Fauna	-3	1,5	-1.02	
15	48	Prep. Y construcción	Operación de maquinaria y equipo	Biológico	Fauna terrestre		Caracteriticas De La Fauna	-1		-0.89	
19	48	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Biológico	Fauna terrestre		Caracteriticas de la Fauna	-3	9	-3	
4	56	Prep. sitio y construcción	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Biológico	Ecosistema terrestre		Habitat	-3	4	-1.02	
14	52	Prep. sitio y construcción	Construcción de emisor submarino	Biológico	Fauna acuática		Caracteriticas de la Fauna	-3	9	-2.01	Los impactos descritos para las características de la fauna y el hábitat acuático, son similares a los comentados para la vegetación acuática, con la salvedad de que se presenta un impacto significativo hacia las características de la fauna acuática provocado por la descarga del agua del proceso. Se presentan medida de mitigación para todos los impactos.
20	52	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Biológico	Fauna acuática		Caracteriticas de la Fauna	-3		-2.01	
20	53	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Biológico	Fauna acuática		Especies de valor comercial	-9		-6.03	
20	54	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Biológico	Fauna acuática		Especies en estatus de proteccion	-9		-6.03	
20	55	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Biológico	Fauna acuática		Especies de pesca deportiva	-3		-2.01	
14	59	Prep. sitio y construcción	Construcción de emisor submarino	Biológico	ecosistema acuático		Habitat	-3		-2.01	
14	85	Prep. Y construcción	Construcción de emisor submarino	Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	3	1	3	
20	59	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Biológico	ecosistema acuático		Habitat	-9	1	-8.01	
4	62	Prep. sitio y construcción	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	Biológico	Paisaje		Vistas Panorámicas	-3	1	-3	La limpieza del terreno (desmonte y despalme) en la preparación del sitio y la construcción de planta desaladora provocarán un impacto ambiental hacia las vistas panorámicas. No se identificó medidas de mitigacion, los impactos adversos son moderados.
11	62	Prep. sitio y construcción	Construcción de planta desaladora	Biológico	Paisaje		Vistas Panorámicas	-3		-3	
20	75	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Socioeconómico	caract. Población		Organizacion social	-3	9	-2.01	La presencia del proyecto en las zonas urbanas o sub urbanas asi como en el medio marino ocasiona un impacto social que requiere su concreso independientemente del balance impacto-desarrollo en beneficio de la misma poblacion. No se preveen medidas de mitigacion
11	85	Prep. sitio y construcción	Construcción de planta desaladora	Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-3		-3	La construcción y operación de la planta, la construcción de la línea de toma y descarga, así como la construcción de pozos y del reservorio de agua, provocaran un impacto benéfico hacia los servicios y suministros de agua potable para las necesidades del desarrollo de la poblacion y del turistico. el impacto benéfico más alto se debe a la operación de la planta (impacto significativo) que es el motivo del presente proyecto, mientras que los demás impactos son de tipo moderado.
12	85	Prep. sitio y construcción	Construcción de reservorio de agua	Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-3	12	-3	
13	85	Prep. sitio y construcción	Construcción de pozo	Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	-3		-3	
19	85	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	9		9	
18	72	Operación y mantenimiento	Extracción y empleo de agua	Socioeconómico	Características de la poblacion		Migracion	1	3,10,11	1	La extracción y empleo de agua provocará un impacto adverso moderado hacia la posibilidad de usar el agua subterránea para tratarla y poderla consumir. El impacto es moderado y presenta medida de mitigación.
18	73	Operación y mantenimiento	Extracción y empleo de agua	Socioeconómico	Características de la poblacion		Marginacion	1	3	1	
18	74	Operación y mantenimiento	Extracción y empleo de agua	Socioeconómico	Características de la poblacion		PEA	1	3	1	
18	85	Operación y mantenimiento	Extracción y empleo de agua	Socioeconómico	Servicio		Agua Potable	3	3	3	
21	86	Operación y mantenimiento	Manejo y disposición de residuos sólidos	Socioeconómico	Servicio		Servicio de Limpieza	-3	3	-2.67	El manejo de los residuos sólidos en la operación del proyecto, provocara un impacto adverso moderadamente significativo hacia el servicio de limpia por la saturación del mismo al disponer el proyecto de los residuos en el basurero municipal. Este impacto posee medida de mitigación.
17	87	Operación y mantenimiento	posibles accidentes	Socioeconómico	Servicio		Salud Pública	-1	3	-1	La salud pública se vera afectada por los posibles accidentes que se puedan presentar en todas las etapas del proyecto. Los impactos adversos son moderados y poseen medida de mitigación
25	87	Operación y mantenimiento	posibles accidentes	Socioeconómico	Servicio		Salud Pública	-3	3,11	-3	
11	95	Prep. Y construcción	Construcción de planta desaladora	Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Local	3	11	3	La operación de la planta y la contratación de mano de obra generará beneficios moderados a la economía local y regional. Estos impactos se traducirán en mayores ingresos para los pobladores de la región mejorando su calidad de vida.
16	76	Prep. Y construcción	Contratación de mano de obra	Socioeconómico	caract. Población		Empleo	9	3,10,11	9	
19	87	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Socioeconómico	Servicio		Salud Publica	3	3,11	3	
19	94	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Socioeconómico	Act. Productiva		Turismo	1	3,11	1	
19	95	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Local	9	4	9	
19	96	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Regional	3	11	3	
23	76	Operación y mantenimiento	Contratación de mano de obra	Socioeconómico	caract. Población		Empleo	3	4	3	
23	94	Operación y mantenimiento	Contratación de mano de obra	Socioeconómico	caract. Población		Turismo	3	4	3	
23	95	Operación y mantenimiento	Contratación de mano de obra	Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Local	3	4	3	
23	96	Operación y mantenimiento	Contratación de mano de obra	Socioeconómico	Act. Productiva		Economía Regional	3	12	3	
11	102	Prep. Y construcción	Construcción de planta desaladora	Reg. Ambiental	Pla. Y prog. Des. U.		Plan De Desarrollo Urbano Municipal	-3	12	-3	Existe un impacto benéfico hacia los planes y programas de desarrollo urbano, debido a la congruencia del proyecto con el programa de desarrollo urbano municipal. El impacto se considera benéfico moderadamente significativo.
19	102	Operación y mantenimiento	Operación de la planta	Reg. Ambiental	Planes y prog. Des. Urbano		Plan de Desarrollo Urbano Municipal	-3	12	-3	
20	104	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Reg. Ambiental	Planes y prog. Ambientales		Ordenamiento ecologico	-3	12	-2.01	Tanto las políticas del ordenamiento ecológico y las políticas establecidas en los decretos de las ANP, como las especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2002, se verán afectados por la descarga de las aguas de rechazo, provocando impactos adversos moderadamente significativos los cuales poseen medida de mitigación.
20	105	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Reg. Ambiental	Planes y prog. Ambientales		ANP	-9	2,4	-3.06	
20	106	Operación y mantenimiento	Descargas de agua de rechazo (proceso)	Reg. Ambiental	Planes y prog. Ambientales		NOM-059-SEMARNAT-2010	-9	9,14	-3.06	
								-132		-83.71	

V.2.2.1. Evaluación de los impactos ambientales

Como resultado de la identificación y valoración de los impactos ambientales mediante las matrices de interacción, se obtuvieron los Valores de Impacto Ambiental (VIA) del proyecto, tanto de la situación actual, como del escenario modificado. De esta forma el VIA es interpretado y analizado en el presente apartado desde los siguientes enfoques:

a) VIA Total del proyecto general:

- Situación actual
- Escenario modificado

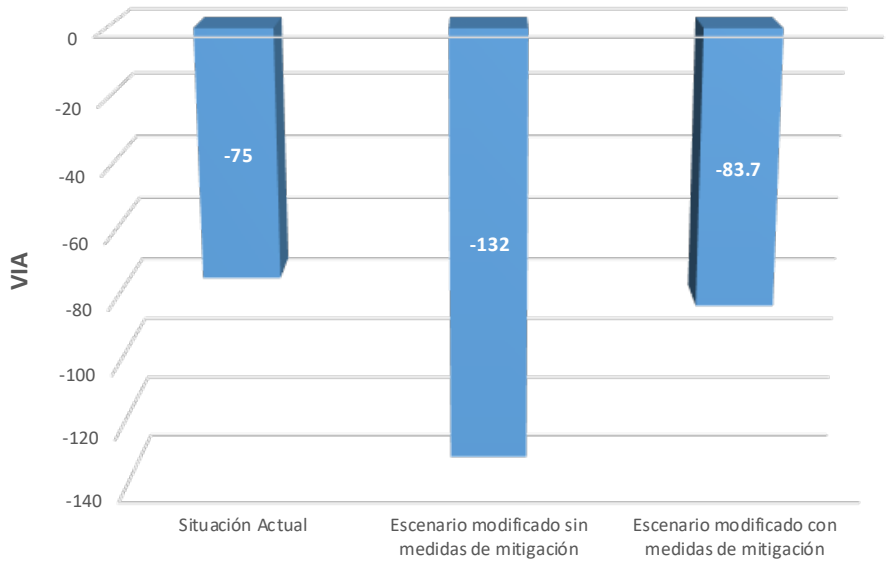
b) VIA por componente ambiental:

- Situación actual
- Escenario modificado

a) VIA Total del Proyecto

En la figura siguiente se presenta el VIA total para la situación actual y del escenario modificado:

Figura V.4. VIA Total de la situación actual y del escenario ambiental modificado



Puerto Peñasco, Sonora

Fig. V.4. VIA Total de la situación actual y del escenario ambiental modificado

La suma algebraica de los valores de impacto ambiental de la Situación Actual (-75) y del Escenario Modificado considerando la aplicación de las medidas de mitigación (-83.7), tiende a un resultado negativo, el cual, considerando la magnitud del proyecto, se puede indicar que es moderado. Sin embargo, la condición para que el escenario modificado tenga esa magnitud de impacto es solo aplicando cada una de las medidas de mitigación consideradas y descritas en el capítulo VI, ya que ello reduce en un 36.6 % el impacto ambiental generado por el proyecto (de -132 a -83.7).

b) Análisis de las etapas del proyecto y de los componentes ambientales

En la Tabla V.17. se muestran los valores obtenidos para cada uno de los componentes ambientales en la situación actual y escenario modificado:

Tabla V.17. Valor de Impacto Ambiental por componente ambiental en la Situación Actual y Escenario Modificado

Componente ambiental	Actual	Modificado (sin mitigación)
Climatología	-9	-13
Geología	-6	0
Suelo	-15	-25
Hidrología	-15	-24
Oceanografía	-5	-18
Vegetación terrestre	-9	-3
Vegetación Acuática	0	-6
Fauna terrestre	-9	-7
Fauna acuática	-9	-27
Ecosistema terrestre	-9	-3
Ecosistema acuático	-15	-12
Paisaje	-6	-6
Medio Socioeconómico	51	39
Reglamentación Ambiental	-19	-27
Suma:	**-75**	**-132**

En las Figura V.5 y V.6 se muestra el valor de impacto ambiental de cada uno de los componentes ambientales para la situación actual y escenario modificado; en la Figura V.7 se presenta una comparación de los dos escenarios. Los resultados obtenidos, son los siguientes:

a) Tomando en cuenta los resultados generales del escenario modificado, se tiene que los componentes más impactados son la fauna acuática, el suelo y la hidrología ; le siguen la oceanografía, climatología y el ecosistema acuático, posteriormente la fauna terrestre, la vegetación acuática y el paisaje y finalmente el ecosistema terrestre; la geología no presenta interacciones (VIA de cero). El medio socioeconómico es el componente ambiental que normalmente se ve beneficiado, mientras que la reglamentación ambiental, en este caso presenta impactos negativos debido a que varios ordenamientos de índole federal, estatal y municipal actualmente presentan problemas de incumplimientos en los distintos sectores productivos incluyendo a la pesca comercial ya que la zona se encuentra rodeada de 2 Áreas Naturales Protegidas.

b) En el caso de la situación actual, la reglamentación ambiental es el factor mas adverso debido a las condiciones de incumplimiento que se dan en los ordenamientos federales estatales y municipales, principalmente en las áreas naturales protegidas, le siguen la hidrología, suelo y el ecosistema acuático, seguido posteriormente por la climatología, vegetación terrestre, fauna acuática, fauna terrestre y ecosistema terrestre, le siguen la geología y el paisaje y finalmente la oceanografía. El VIA de la vegetación acuática es cero. Los impactos benéficos del medio socioeconómico se deben a los beneficios que aportan diferentes actividades económicas que inciden en el área de influencia del proyecto.

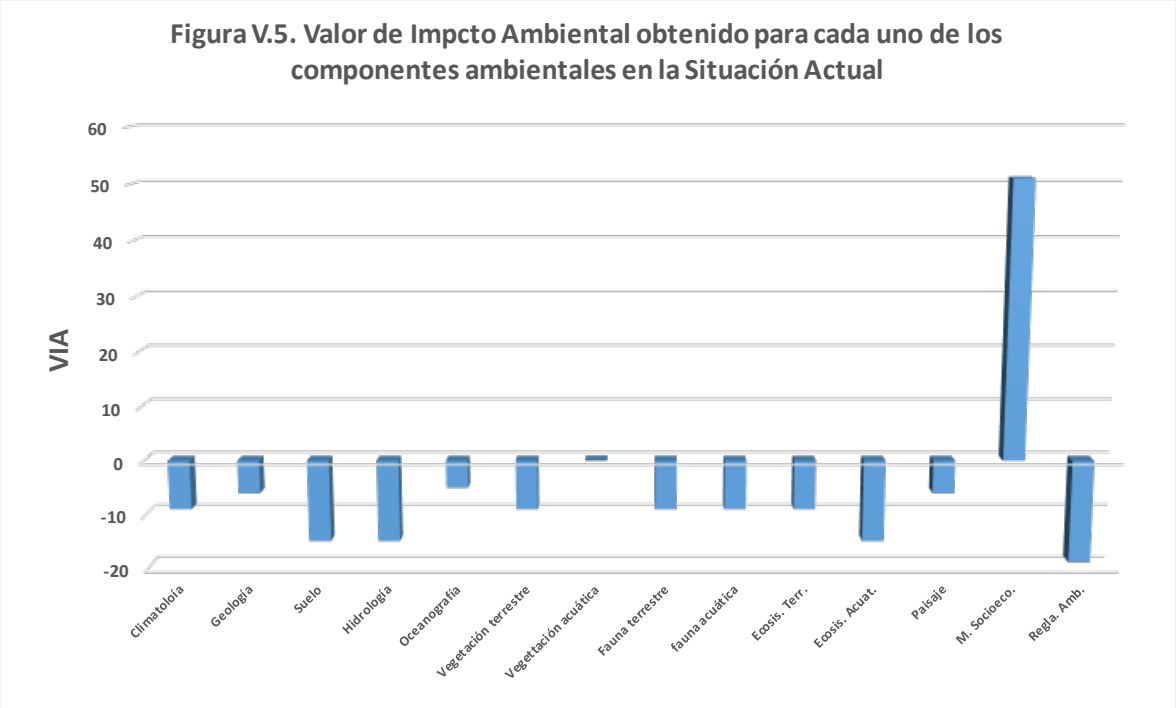


Fig. V.5. Valor de Impacto Ambiental obtenido para cada uno de los componentes ambientales en la Situación Actual

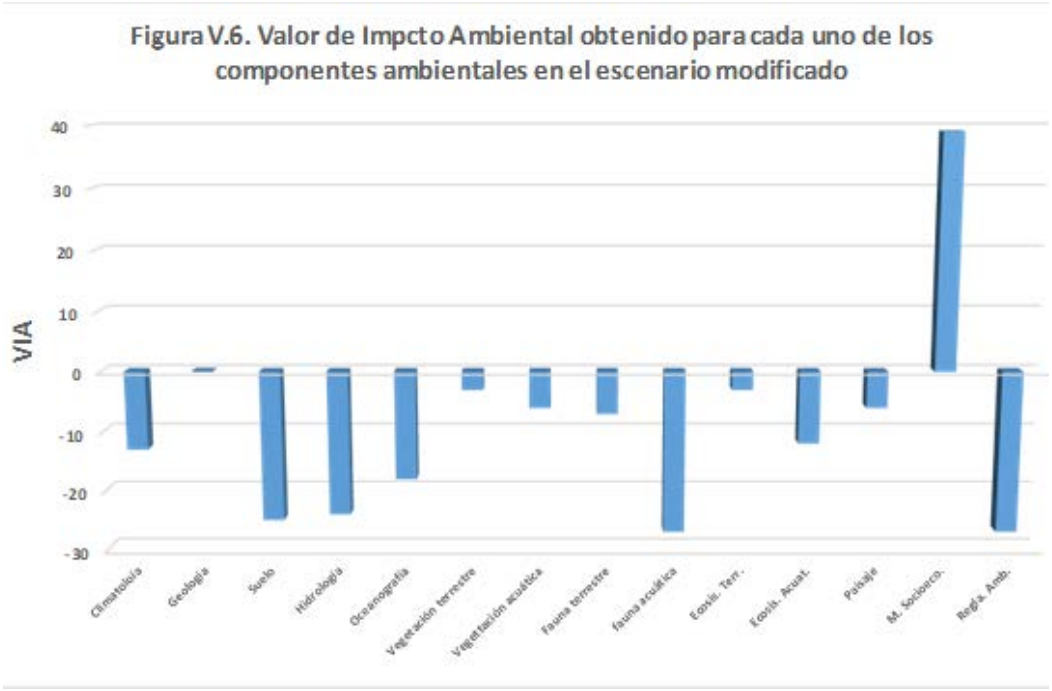


Fig. V.6. Valor de Impacto Ambiental obtenido para cada uno de los componentes ambientales en el Escenario modificado

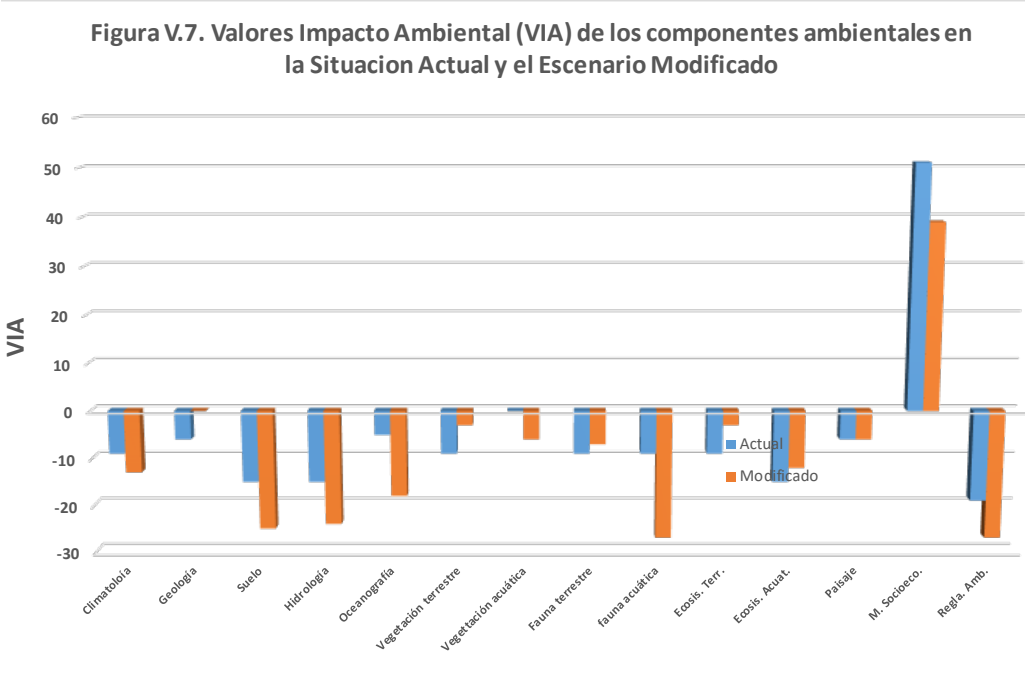


Fig. V.7. Valor de impacto ambiental (VIA) de los componentes ambientales en la Situación Actual y el Escenario Modificado

c) Si se analizan las etapas del proyecto del escenario modificado se observa que la operación y mantenimiento del proyecto, es la etapa del proyecto con más impactos adversos, seguido de la preparación del sitio y construcción, y de la selección del sitio.

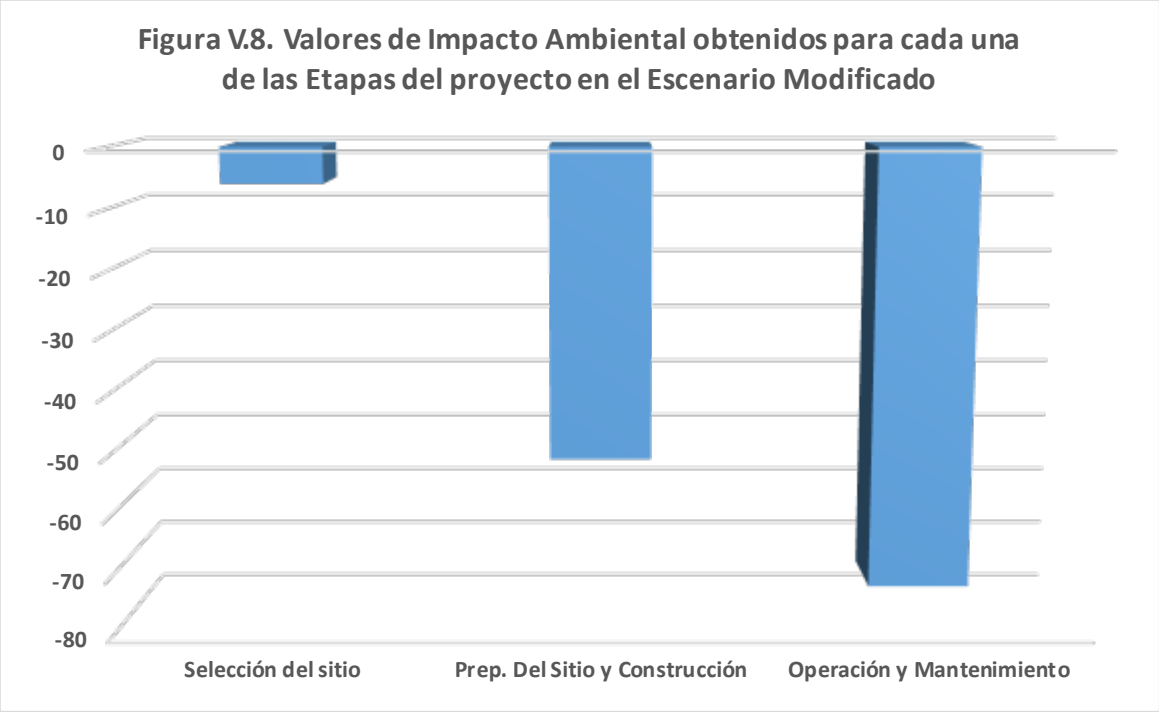


Fig. V.8. Valor de Impacto Ambiental obtenido para cada una de las Etapas del proyecto en el Escenario modificado

Resumiendo, se tiene que en orden de afectación (de mayor a menor impacto negativo) los componentes ambientales para las dos condiciones analizadas es la siguiente:

Tabla V.18. Valor de Impacto Ambiental en orden de afectación

Componente ambiental	Actual		Modificado
Reglamentación Ambiental	-19	Fauna acuática	-27
Suelo	-15	Reglamentación Ambiental	-27
Hidrología	-15	Suelo	-25
Ecosistema acuático	-15	Hidrología	-24
Climatología	-9	Oceanografía	-18
Vegetación terrestre	-9	Climatología	-13
Fauna terrestre	-9	Ecosistema acuático	-12
Fauna acuática	-9	Fauna terrestre	-7
Ecosistema terrestre	-9	Vegetación Acuática	-6
Geología	-6	Paisaje	-6
Paisaje	-6	Vegetación terrestre	-3
Oceanografía	-5	Ecosistema terrestre	-3
Vegetación Acuática	0	Geología	0

Medio Socioeconómico	51	Medio Socioeconómico	39
Suma	-75		-132

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se incluyen las medidas de control y mitigación que pueden aplicarse a los impactos adversos identificados, para las diferentes etapas del proyecto. Las medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos en cada etapa.

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación de medidas puntuales en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto que contemplen desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto.

Por otra parte, las medidas de mitigación no solo sirven para mitigar o minimizar los impactos generados por un proyecto, sino que son una herramienta que nos ayuda a prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados por el proyecto.

De acuerdo con la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad, asimismo, incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción y operación).

Las medidas de mitigación pueden incluir una o varias de las siguientes acciones alternativas:

- Evitar el impacto total al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos al limitar la magnitud del proyecto.
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto
- Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de mitigación pueden clasificarse de la siguiente forma:

a) **Medidas de prevención (Pr)**. Son aquellas encaminadas ·a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia, y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

b) **Medidas de control (Co)**. Se aplican cuando no es posible prevenir un impacto ambiental o, el costo de su prevención es elevado como para aplicar la medida adecuada; el impacto se controla manejando las variables que hacen posible que aumenten o disminuyan sus efectos en el ambiente. Entre las medidas comúnmente utilizadas se encuentra el control de emisiones a la atmósfera, la disminución de los contaminantes en la descarga de aguas residuales y el tratamiento de los residuos sólidos.

c) **Medidas de atenuación o mitigación (Mi)**. Cuando el efecto adverso se presenta en el ambiente sin posibilidad de eliminarlo, se implementan medidas que tiendan a disminuir sus efectos; tales medidas se diferencian de las de control, en que estas siempre tienden a disminuir el efecto en el ambiente cuando se aplican, mientras que las de control solo lo regulan para que no aumente el impacto en el ambiente. Entre las medidas de mitigación más comunes se encuentran la toma de decision sobre un proyecto o de una actividad del proyecto, a partir de la posibilidad de emplear diversas alternativas (por ejemplo, si se emplea cierto método de dragado o no, con lo cual se puede resolver por la opción menos impactante al ambiente. Otras medidas de mitigación tienen relacion con el rescate del medio que puede ser afectado, como por ejemplo el rescate de organismos.

d) **Medidas correctivas (Cr**). En algunas ocasiones los proyectos no consideraron los posibles impactos al ambiente de una alternativa: o en su defecto las variaciones en el entorno propician la valoración de la toma de medidas para corregir los impactos que el proyecto provoca al ambiente. El monitoreo ambiental, está íntimamente vinculado con las medidas correctivas, ya que el aumento de algún contaminante al ecosistema puede ser corregido sólo si se conoce la dinámica del contaminante a través de dichos monitoreos. Las medidas correctivas pueden ir desde el cambio de equipos o dispositivos, hasta el cambio de lugar de disposición o descarga de aguas de rechazo, así como de las técnicas empleadas para su neutralización o dilución.

e) **Medidas de compensación (Cp)**. Un impacto ambiental puede provocar daños al ecosistema que hacen necesario aplicar medidas que compensen sus efectos. Por lo general estos impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas, son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

VI.1. Identificación de las medidas de mitigación y definición del programa

VI.1.1. Identificación de las medidas de mitigación

Se determinaron las medidas de mitigación aplicables para el proyecto de la planta desaladora evaluado desde el llenado de la matriz de Leopold *ad hoc*. La aplicación de estas medidas es trascendental para que el desarrollo del proyecto maximice sus beneficios al mismo tiempo que se reducen los impactos adversos

Las medidas de mitigación identificadas se presentan en la Tabla VI.1. mismas que se muestran a continuación:

Tabla VI.1. Relación de las medidas de mitigación indicando su tipología, magnitud y valor determinado

NO.	MEDIDA	TIPOLOGIA	MAGNITUD	VALOR
1	**Prevencion y control de la calidad del aire**	**Pr**	*Mi*	**X-X(0.11)**
2	**Prevencion y control de la calidad del agua y suelo**	**Pr**	*Mi*	**X-X(0.11)**
3	**Programa de Monitoreo de la calidad del agua de rechzo**	**Pr**	*Ms*	**X-X(0.66)**
4	**Programa de Manejo de Residuos Municipales y Peligrosos**	**Co**	*Mm*	**X-X(0.33)**
5	**Programa de reforestacion y proteccion de especies de Flora y Fauna**	**Mi**	*Ms*	**X-X(0.66)**
6	**Programa de contingencias ambientales**	**Pr**	*Mm*	**X-X(0.33)**
7	**Programa de Restitución de Sitios**	**Mi**	*Mm*	**X-X(0.33)**
8	**Reglamento de Construcción y Operación del Proyecto**	**Pr**	*Mi*	**X-X(0.11)**
9	**Programa de Seguridad e Higiene**	**Pr**	*Mi*	**X-X(0.11)**
10	**Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's)**	**Co**	*Mi*	**X-X(0.11)**
11	**Programa de Educación Ambiental**	**Pr**	*Mm*	**X-X(0.33)**
12	**Contratación de mano de obra local**	**Mi**	*Mm*	**X-X(0.33)**
13	**Prorgrama de trafico vehicular**	**Pr**	*Mi*	**X-X(0.11)**
14	**Programa de Protección Civil**	**Pr**	*Mi*	**X-X(0.11)**

SIMBOLOGÍA	
TIPOLOGÍA	**MAGNITUD**
Medidas de prevención (Pr)	
Medidas de control (Co)	Medida de Mitigación Sustancial (Ms)
Medidas de atenuación o mitigación (Mi)	Medida de Mitigación Moderada (Mm)
Medidas Correctivas (Cr)	Medida de Mitigación Incipiente (Mi)
Medidad de Compensación (Cp)	

VI.1.2. Programa de las medidas de mitigación

El programa de las medidas de mitigación se presenta en la Tabla VI.2. En esta tabla se muestran cada una de las acciones del proyecto que presentan impactos ambientales adversos y con una “X” se indica la medida de mitigación que le aplica.

Tabla VI.2. Programa de medidas de mitigación

			Medidas de mitigación													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Programa de Prevencion y Control de la Contaminacion del Aire	Programa de Prevencion y Control de la Contaminacion del suelo y agua	Programa de monitoreo de la calidad del agua de rechazo	Programa de manejo de residuos especiales y residuos peligrosos	Programa de reforestacion y proteccion de especies de flora y fauna	Programa de contingencias ambientales	Programa de restitucion de sitios	Reglamento de construccion y operación del proyecto	Programa de seguridad e Higiene	Cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's)	Programa de educacion ambiental	Contratacion de Mano de Obra	Programacion del trafico vehicular	Programa interno de proteccion civil
Etapa	No.	Actividad del Proyecto														
Selec. De sitio	**1**	Ubicación del sitio														
	2	Levantamiento topográfico														
	3	Estudios preliminares														
Preparación del sitio y construcción	**4**	Limpieza del terreno (desmonte y despalme)	X	X		X	X			X		X	X	X		
	5	Trazo, excavaciones y cimentaciones	X	X					X						X	
	6	Almacenamiento de materiales, equipos y combustibles						X			X					X
	7	Aprovechamiento de recursos														
	8	Extracción y uso del agua		X												
	9	Manejo y disposicion de residuos sólidos				X						X				
	10	Manejo y disposicion de aguas residuales										X				
	11	Construcción de planta desaladora								X	X			X	X	X
	12	Construcción de reservorio de agua														
	13	Contrucción de pozos y lineas de toma y descarga		X						X	X			X	X	X
	14	Construccion de emisor submarino		X						X	X			X	X	X
	15	Operación de maquinaria y equipo	X	X		X						X			X	
	16	Contratación de mano de obra												X		
	17	Posibles accidentes y planes de emergencia									X					X
Operación y mantenimiento	**18**	Extracción y uso del agua										X				
	19	Operación de la planta				X	X					X	X			
	20	Descarga de agua de rechazo (proceso)			X							X	X			
	21	Manejo y disposicion de residuos sólidos										X				
	22	Manejo y disposicion de aguas residuales										X				
	23	Contratación de mano de obra												X		
	24	Mantenimiento de instalaciones y equipos				X					X					
	25	Posibles accidentes				X					X					

VI.1.3. Descripción de las medidas o programas de medidas de mitigación por componente ambiental

1. Programa de Prevención y Control de la contaminación del aire

- **Naturaleza de la medida**

Esta medida tiene carácter preventivo y de mitigación la cual tiene como naturaleza el poder establecer el área estrictamente requerida para desarrollar los trabajos de construcción y evitar impactos al ambiente innecesarios.

- **Impacto o impactos que mitiga**

Esta medida tiene aplicación sobre los impactos identificados en la calidad del aire, y que tienen relación con las actividades de desmonte, despalme, cortes, nivelaciones y compactaciones, asociados a los distintos tramos del proyecto evaluados. Los impactos más evidentes en este sentido son:

- Contaminación del aire por generación de polvos, gases y humos por la operación de maquinaria y equipo
- Contaminación de ruido ambiental

- **Procedimiento general de aplicación**

Riego periódico. Se trata de una medida de mitigación necesaria para mantener la humedad del suelo en las zonas desmontadas y áreas previamente descubiertas por donde exista tránsito de vehículos o de maquinaria. Los vehículos de trasporte deberán estar cubiertos con lona durante el trasporte de materiales.

Evitar la emisión de contaminantes a través de vehículos automotores en concentraciones superiores a las permitidas en la normatividad aplicable. Se dará mantenimiento preventivo a los vehículos y maquinaria a utilizar durante todas las etapas.

Evitar niveles de ruido por encima de los niveles máximos permisibles, que pongan en riesgo la salud de los trabajadores. Se aplicarán medidas como el aislamiento del área o encabinamiento del equipo, a fin de disminuir los niveles de presión sonora generados. Aplicación y cumplimiento de las NOM's: NOM-080- SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994

2. Programa de Prevención y Control de la contaminación del suelo y agua

- **Naturaleza de la medida**

Para este caso se trata de un programa completo de acciones que se clasifica como una medida de mitigación cuya tipología es de control pero que por su relevancia resulta de carácter moderado

- **Impacto o impactos que mitiga**

Esta medida tiene aplicación sobre los impactos identificados en el suelo y la vegetación, y que tienen relación con las actividades de desmonte, despalme, cortes, nivelaciones y compactaciones, asociados a los distintos tramos del proyecto evaluados. Los impactos más evidentes en este sentido son:

o Cambio en las características del suelo (tales como pérdida de la capa fértil, pérdida de humedad, cambios en la textura, etc.)

- Eliminación o modificación de la cubierta vegetal y en general, la inducción de cambios en el uso del suelo.

- De manera sinérgica, se observan afectaciones a la fauna y al medio socioeconómico en los asentamientos cercanos a la zona de proyecto.

Por otra parte y de acuerdo al uso y consumo del agua durante las diferentes etapas del proyecto, la aplicación de esta medida propiciará que se mitiguen los siguientes impactos:

- El incremento de los niveles de contaminación en las aguas tanto superficiales como subterráneas, con la consecuente disminución de los posibles problemas de salud.

- Disminución de la afectación a los niveles del manto freático.

  - **Procedimiento general de aplicación**

La limpieza del terreno, el desmonte y despalme, así como las excavaciones y rellenos se deberán restringir exclusivamente a las áreas necesarias para la construcción de las obras propuestas como serian la planta desaladora y los acueductos (agua salobre, agua potable y salmuera de rechazo), con la finalidad de minimizar las áreas de afectación. En la medida de lo posible se buscará no afectar la vegetación que no interfiera con las actividades de construcción y con el arreglo propuesto para las instalaciones.

Por otro lado, los caminos existentes que servirán de acceso al proyecto se deberán aprovechar al máximo, para evitar la utilización de otras zonas. En el caso de que se empleen temporalmente algunas áreas, estas deberán rehabilitarse en el corto plazo con especies de la vegetación nativa. Es importante señalar que en general hacia el sitio del proyecto existen suficientes caminos para poder desarrollar las obras de construcción, por lo cual la construcción de caminos no será necesaria.

Se evitar las labores de mantenimiento y limpieza de maquinaria y equipo fuera de las áreas establecidas, el promovente establecerá y adecuará sitios específicos para llevar a cabo el servicio de mantenimiento y limpieza del equipo si este se realiza “in situ” y para lo cual deberá establecer las medidas de protección al suelo como podría ser una cubierta impermeable con capacidad de retención de derrames.

En el caso de la prevención y contaminación del agua esta medida consiste en la ejecución de acciones de ahorro de agua que contemple la colocación de accesorios ahorradores en todas las instalaciones y sistematización y medición de su uso para evitar su dispendio. Adicionalmente, se requiere la elaboración de acciones de reúso de las aguas de forma que las aguas poco contaminadas o con tratamiento, puedan reutilizarse en los sitios de mayor demanda del mismo.

El procedimiento general para la aplicación de esta medida de mitigación deberá ser la

Elaboración de un programa de ahorro y reúso de agua que como mínimo considere los Siguientes apartados:

1. Introducción
2. Objetivos
3. Conformación del comité interno de programación y vigilancia
4. Análisis General de Condiciones
5. Capacitación del personal.
6l Caracterización y aforo de efluentes.
7. Instalación de sistemas de ahorro de agua
8. Captación y manejo de agua de lluvia.
9. Procedimiento de formas de reúso de aguas grises y tratadas.
10. Identificación de fuentes y manejo de aguas negras (vg. sanitarios).'
11. Selección de método de tratamiento de aguas residuales.
12. Monitoreo de cumplimiento de condiciones

El proceso de tratamiento de aguas en la construcción consiste básicamente en la instalación de desarenadores que por el proceso de lavado y filtración de las aguas utilizadas en la preparación de materiales para construcción (en particular de la mezcla de concretos) disminuya y de ser posible elimine la presencia de materiales solidos ajenos a suelos y sistemas acuáticos.

Por otra parte, la medida de uso de sanitarios portátiles consiste primordialmente en la colocación de estos en los sitios de mayor concentración de trabajadores. Se deberán instalar sanitarios portátiles, en número suficiente para cubrir la demanda de este servicio Se deberán emplear por lo menos un sanitario por cada 20 trabajadores, con el fin de evitar los problemas referidos.

- **Justificación de la Medida**

Esta medida se aplica con el fin de evitar que disminuya el desperdicio de agua en el sitio de trabajo y que se recupere en la medida de lo posible, la calidad de la misma. Esta medida también se aplica con el fin de evitar la presencia de materiales disueltos y en suspensión procedente de las aguas de construcción que provocaría efectos contaminantes en los sistemas acuáticos y en los organismos que allí habitan.

Asimismo, esta acción se aplica con el fin de evitar que los trabajadores que se ubiquen en las distintas etapas del proyecto, realicen sus necesidades fisiológicas al aire libre y en zonas no apropiadas para estas actividades.

3. Programa de monitoreo de la calidad de agua de rechazo (salmuera)

- **Naturaleza de la medida**

Para este caso se trata de un programa completo de monitoreo que se clasifica como una medida de mitigación cuya tipología es de control pero que por su relevancia resulta de carácter moderado.

- **Impactos que Mitiga la Medida**

De acuerdo con lo establecido en la matriz de Leopold, la aplicación de esta medida propiciará que se mitiguen los siguientes impactos:

- Características de la fauna por mortandad de organismos.
- Afectaciones al hábitat acuático de la zona.

- **Procedimiento general de aplicación**

Mantener el pH de las aguas de rechazo cerca de su nivel normal en el agua de mar por lo que la planta desalinizadora deberá contar con un sistema de neutralización de efluentes para garantizar el pH de las aguas de rechazo.

Así mismo se deberá mantener el nivel de oxígeno disuelto por arriba de 5 ml/l por lo que se sugiere implementación de mecanismos de aireación en el tanque de efluentes antes de su descarga para garantizar un contenido de oxígeno disuelto aceptable.

Se prevé la instalación de eductores en el difusor para el vertido de la salmuera. Esta medida disminuye significativamente el proceso de mezcla de la salmuera en el medio marino reduciendo a la concentración tolerable en los primeros 80 a 120 metros alrededor del vertido. Ver reporte de la modelación numérica de la descarga en anexo 7.

La implementación de programa de monitoreo tendrá como procedimiento principal la modelación de la salinidad con datos reales y fidedignos de la dispersión y dilución de las descargas en el cuerpo receptor , a efecto de dar seguimiento a las condiciones ambientales en el sitio de la descarga y de los impactos sinérgicos en el medio marino y determinar la zona de influencia real para cada estación del año y sus efectos sobre la flora y fauna, al menos a las distancias teóricas determinadas en el modelo de dilución de la pluma de salmuera.

A manera de recomendación para el programa de monitoreo es importante tomar en cuenta; de acuerdo a las observaciones documentadas de los escenarios del modelo de simulación, que la circulación de la corriente co-oscila con la marea, así mismo que durante el estado de reflujo tiene una mayor intensificación la magnitud de la corriente con relación al estado de flujo. En el caso de cambio de estado flujo a reflujo y viceversa, la magnitud de la corriente se atenúa para ambos escenarios. También se observó que las velocidades para el sitio de estudio son del orden ~ 0.45 m/s, con una dirección de corriente predominante Oeste-Noroeste y Este-Sureste, lo cual coincide con la dirección predominante registrada por el sensor de medición S4DW utilizado (ver anexos 6 y 7).

Puerto Peñasco, Sonora

- **Justificación de la Medida**

Esta medida se aplica 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 eductores gigantes que provoquen un efecto Venturi de mezclado. El monitoreo de esta medida preventiva también deberá ser considerada en el programa de Vigilancia Ambiental.

4. Programa de Manejo de Residuos Municipales y Residuos Peligrosos

Aplica a los impactos:

- Transformación de las características del suelo por contaminación con residuos
- Inducción de necesidades de incremento del servicio de limpia del municipio.

- **Justificación de la medida**

Esta media es necesaria en virtud de que un área que actualmente está desocupada y con elementos naturales será transformada para una utilidad eminentemente antropogénica.

- **Procedimiento general de aplicación**

Para mitigar los impactos derivados de la generación de residuos sólidos durante la preparación del sitio, la construcción y, posteriormente, durante la operación del proyecto, será necesario diseñar los programas correspondientes de manejo de dichos residuos. Se requerirá de programas sencillos y operativos que cubran los requerimientos básicos y permitan aplicar las siguientes etapas del manejo:

- Recolección:

Pueden contemplarse dos mecanismos, uno mediante la colocación de contenedores en número suficiente en todas las áreas de trabajo. Estos contenedores pueden incluso ser debidamente rotulados y pintados de distintos colores para que sean depositados de manera separada los residuos orgánicos· y los inorgánicos, y entre estos Últimos colocar contenedores específicos para metales (latas), para plásticos y para vidrio. El otro mecanismo de colecta de los residuos puede ser mediante la limpieza diaria de las áreas, recogiéndose y clasificándose los residuos que queden en el suelo.

- Almacenamiento:

Debe contemplarse sólo un almacenamiento temporal y de corta duración para evitar la acumulación de grandes volúmenes y los consecuentes problemas de olores y presencia de fauna nociva.

- Reutilización, reciclaje:

Los materiales reciclables como el plástico, el vidrio y el aluminio, de ser posible, podrán ser recuperados y comercializados en los centros urbanos más próximos. Esta alternativa

deberá evaluarse en términos de factibilidad económica para ver si es redituable en comparación con la simple disposición en el sitio de disposición del municipio.

- Transporte:

Es recomendable contar o contratar un servicio que pueda transportar diariamente o máximo cada tercer día los residuos hacia los sitios de disposición final.

- Disposición final:

Los residuos deberán ser confinados con base en la infraestructura disponible en la región (tiraderos a cielo abierto, rellenos sanitarios).

Con respecto a los residuos peligrosos, el programa de manejo deberá contemplar los siguientes procedimientos:

1. Gestión

a) Con base en las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el correspondiente Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos, Gestionar el registro como generador de residuos peligrosos ante las autoridades correspondientes (SEMARNAT).
b) Obtener y mantener actualizada la bitácora de control de cantidades generadas y de movimientos diarios, mensuales y semestrales de dichos residuos.

2. Manejo de los residuos peligrosos

a) Los residuos peligrosos que se produzcan diariamente deben ser almacenados en un sitio debidamente acondicionado para este fin. Este sitio debe tener como mínimo las siguiente características estructurales:

   - Piso de concreto con canaleta perimetral y cárcamo recolector de derrames
   - Superficie techada y barda perimetral
   - Señalización
   - Sistema contra incendios (extintores)

b) Los residuos serán almacenados en contenedores debidamente rotulados y con tapa en buen estado observando las normas de compatibilidad entre si y sin mezclarse en ningún momento con residuos no peligrosos.
c) Se deberá contratar los servicios de empresas especializadas para que realicen la recolección periódica y transporte de estos residuos a los sitios de confinamiento correspondientes.

5. Programa de Reforestación y Protección de las Especies de Flora y Fauna

- **Naturaleza de la medida**

Esta medida de mitigación tiene relación con las actividades compensatorias necesarias para el establecimiento de la vegetación natural en zonas afectadas ya sea por el proyecto o por cualquier otra actividad antropogénica. La medida es de compensación y tiene una magnitud sustancial.

En términos generales esta medida se aplica cuando es necesario un trasplante de flora y la recolección, captura y translocación de los distintos grupos de fauna de la región, los cuales pudieran ser susceptibles de ser afectados por la implementación del proyecto. Sin embargo, la vegetación de dunas existente es escasa y ninguna de las especies considerada bajo protección en la lista de la NOM-2010 y se encuentra en una zona urbana afectada por las actividades que ahí se realizan. Esta medida está considerada como una medida de mitigación dé tipo no significativa ya que la distribución de estas especies es amplia y su eliminación no representa una pérdida de la biodiversidad.

La medida de mitigación consiste en un intenso programa de reforestación y revegetación con especies de la región, con resistencia a este tipo de suelo y clima; para ello la promovente integrará un equipo capacitado a manera de residencia ambiental encargado de todas las actividades ambientales y el manejo residual, con el compromiso es no dejar suelos desnudos sujetos a procesos erosivos. Es importante señalar que existe una muy baja diversidad por lo que este programa pretende como medida de mitigación, aumentar significativamente la biodiversidad con especies nativas de la región.

- **Impacto o impactos que mitiga**

Como se mencionó, esta medida es de tipo compensatorio y tiene relación con los impactos identificados hacia la flora producto del desmonte y despalme del área necesaria para el desarrollo del proyecto.

Posible pérdida de organismos faunísticos por remoción de vegetación. Estos efectos son provocados por las acciones de trazo y nivelación; desmonte y despalme; y excavaciones y rellenos de la etapa de preparación del sitio aunque no se avistaron organismos durante la elaboración de los trabajos.

- **Justificación de la medida**

El proyecto impactará de manera no importante en la vegetación y fauna del lugar, por eliminación de la flora y la sustitución de áreas de vegetación por las instalaciones del proyecto o por el ahuyentamiento de individuos de fauna que llegaran a habitar el sitio. Por ello se requiere la aplicación de un programa de reforestación y/o acondicionamiento de áreas verdes y reubicación de fauna que permita el restaurar sitios que han sido impactados por la actividad humana.

- **Procedimiento general de aplicación**

Las etapas que incluye este programa se presentan son:

1. Selección de los sitios a reforestar de acuerdo al plano de acondicionamiento de áreas verdes

2. Selección y obtención de especies. El procedimiento general empleado para la selección y obtención de las especies se divide en las siguientes etapas:

   1ª Etapa. Selección de especies con el menor rango de tolerancia a condiciones adversas
   2ª Etapa. Selección de especies con mayor rango de tolerancia (vegetación de dunas costeras y/o halofitas)

Al igual que en acondicionamiento de las áreas verdes, se aplicará un monitoreo periódico que permita definir en qué momento se han establecido las especies y se aplique el mantenimiento de forma regular para mantener las áreas verdes.

De manera general, para el caso de la fauna presente primeramente se verificará que exista ya que es una zona urbana turística, posteriormente se realizará una revisión bibliográfica de las especies presentes en la región, el análisis de esta información arrojará un listado de las especies con una alta probabilidad de ocurrencia en la zona. Con ayuda de este listado se procederá a determinar los patrones de actividad de las distintas especies reportadas, específicamente de aquellas que podrían encontrarse dentro del predio.

Por tal motivo el programa de rescate y ahuyentamiento deberá contener como mínimo los siguientes aspectos:

1. Introducción
2. Objetivos
3. Localización del sitio
4. Características ambientales del sitio
5. Prospección de flora y fauna del lugar
6. Propuesta para el rescate y/o ahuyentamiento de especies
7. Áreas para la relocalización de especies
8. Posibilidades de conservación de las áreas
9. Lineamientos para el rescate

6. Programa de contingencias ambientales

- **Naturaleza de la medida**

La elaboración y aplicación del Programa de Contingencias Ambientales esta considerado como una medida de mitigación de tipo preventivo y de magnitud moderada. Tiene por objeto la elaboración de procedimientos necesarios a fin de prevenir afectaciones por desastres naturales.

- **Impactos que mitiga**

Los impactos que su aplicación podrá prevenir, son todas aquellas afectaciones que un fenómeno meteorológico puedan provocar ya sea durante las fases de preparación del sitio, construcción u operación.

- **Justificación de la medida**

Con base en lo anterior, la aplicación de un Programa de contingencias ambientales establecerá las estrategias y acciones que se deberán seguir, para la protección de personas, instalaciones y equipos durante algún caso de desastre por eventos naturales (sismos, inundaciones, etc.). Asimismo, es importante señalar que este Programa de Contingencias Ambientales, deberá ser parte del Programa General de Protección Civil aplicable al proyecto.

- **Procedimiento general de aplicación**

De esta forma el procedimiento general para la aplicación de esta medida de mitigación, deberá ser la elaboración de un programa de contingencias que, como mínimo considere los siguientes apartados:

1. Introducción
2. Objetivos
3. Conformación del comité interno
4. Análisis General de Vulnerabilidad
5. Formación de Brigadas
6. Capacitación
7. Fase de alarma
8. Señalización
9. Procedimiento de evacuación
10. Sitios de refugio
11. Procedimiento de alarma
12. Monitoreo de fenómenos naturales

7. Programa de Restitución de Sitios

- **Naturaleza de la medida**

La magnitud de la medida de mitigación es moderada y es aplicable a todos aquellos sitios que serán impactados por el desarrollo del proyecto. Tiene como objetivo compensar los impactos ambientales generados por las obras de construcción del proyecto y de los sitios en donde se ubicará la infraestructura temporal como son los sitios de almacenes, talleres, campamentos, caminos de acceso, etc .

- **Impacto o impactos que mitiga**

Los impactos ambientales que son mitigados, son los siguientes:

- Afectación de las características físicas y químicas del suelo
- Afectación a los recursos hídricos
- Afectación a las características de la vegetación y fauna presentes
- Afectaciones a los asentamientos humanos

- **Justificación de la medida**

El programa tiene la intención de identificar los sitios que serán afectados por el proyecto para poder compensar los impactos generados y establecer medidas que permitan el desarrollo sustentable en el área de influencia del proyecto.

- **Procedimiento general de aplicación**

Los objetivos particulares que persigue este programa, se indican a continuación:

a) Minimizar los procesos de erosión del suelo
b) Prevenir la ocurrencia de procesos de contaminación del aire
c) Controlar los procesos y las vías de contaminación de los cuerpos acuáticos superficiales o de las aguas subterráneas
d) Corregir las afectaciones a los flujos normales del agua superficial
e) Reducir el impacto adverso sobre la fauna silvestre
f) Controlar el daño hacia la capa vegetal, la flora y los recursos forestales
g) Minimizar los impactos adversos sobre los usos de las tierras adyacentes al derecho de vía

Las estrategias particulares de restitución de los sitios y que se incluirán en el programa, se indican a continuación:

a) Recuperación de suelos. Para el control de la subsidencia del terreno, las áreas excavadas que queden después de concluidos los trabajos de construcción, serán rellenadas con el suelo producto de la excavación generado como residuo, es decir

material de descapote obtenido durante el despalme y que en este caso consiste en tierra del lugar y de consistencia suave que no se utiliza para las construcción de terraplenes. En áreas dentro del área destinada para el proyecto, también podrá utilizarse arena, grava o material de aluvión para el relleno de áreas excavadas.

b) Conformación del relieve. Se recuperarán en la medida de lo posible, las condiciones del relieve en las áreas afectadas por excavaciones, cortes y nivelaciones.

c) Inducción de cubierta vegetal. Por las características climáticas de la zona y las propiedades de los suelos, únicamente es necesario colocar o, en su caso, respetar la cubierta de suelo (suelo arenoso producto del despalme) e inducir las primeras etapas de sucesión vegetal. Es necesario aclarar que el tipo de suelo que existe donde se va a desarrollar la obra, es prácticamente nulo en cuanto a nutrimentos, por lo que no es rescatable ninguna capa de suelo orgánico y se trabajará en nivelación y compactación independientemente de las obras de excavación programadas.

d) Reforestaciones. Desarrolladas en los sitios que se consideren necesarios para atenuar el efecto paisajístico y que permitan dar continuidad a la vegetación existente en el área de influencia del proyecto. En todas las áreas exteriores se aplicará un programa de reforestación o revegetación que impida los procesos erosivos en el suelo y se contribuya a aumentar la belleza escénica del sitio, se llevará una bitácora de los avances del proyecto, lo cual nos indicará el momento de aplicar el proyecto de reforestación, cuando la obra lo permita, para no ser destruido por los movimientos de maquinaria y personal.

e) Clausura de caminos de acceso exclusivos del proyecto. No se proyectan nuevos caminos de acceso, el sitio se encuentra colindando con los accesos existentes de la ciudad.

f) Abandono de instalaciones complementarias. La restitución de sitios ocupados por instalaciones complementarias se llevará a cabo a través de las siguientes actividades:
    a) Desmantelamiento y retiro de infraestructura
    b) Limpieza de áreas
    c) Acondicionamiento de los sitios de acuerdo a lo que indiquen sus propietarios

g) Limpieza final de las áreas de trabajo. Una vez que se ha desmantelado toda la infraestructura temporal que sirve como apoyo a la realización del proyecto y esta se ha retirado, al igual que la maquinaria y equipo empleado, se verificará que se haya realizado el levantamiento de todos los materiales residuales en la zona como: residuos municipales, generados por los trabajadores; residuos del mantenimiento de maquinaria y equipo verificando que no se haya producido ningún derrame en la

zona; residuos de material empleado, como suelo producto del despalme y desmonte, que al no reincorporarse a alguna zona puede contribuir al azolve de cuerpos de agua cercanos. En su caso realizar las actividades y solicitar las autorizaciones correspondientes para el transporte y disposición final de los residuos de acuerdo a sus características.

h) Recolección y disposición final de residuos sólidos. De manera específica los residuos sólidos generados se clasificarán en municipales y peligrosos (de acuerdo a Primer Listados de Actividades Altamente Riesgosas, 1990 y 1992 respectivamente, publicados por SEMARNAT) los primeros se solicitará al municipio autorización para su disposición final así como la indicación del sitio específico para realizarla, para los residuos peligrosos producto del mantenimiento de la maquinaria y equipo se deberá proceder conforme a la Normatividad correspondiente establecida por la SEMARNA T y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para la recolección específicamente.

i) 9. Aplicación del Programa de Restitución de Sitios
   a) Cronograma
   b) Seguimiento y evaluación de resultados

8. Reglamento de Construcción y Operación del Proyecto

- **Naturaleza de la medida**

La importancia de contar con una medida de esta magnitud, como parte del desarrollo del proyecto permite establecer los derechos y obligaciones que adquieren los trabajadores y operarios del proyecto.

- **Impactos que mitiga**

Los impactos que su aplicación podrán prevenir son las siguientes:

- Afectaciones a las características del suelo
- Pérdida de la calidad del agua
- Afectaciones a la flora
- Afectaciones a la fauna
- Alteraciones a las condiciones de los ecosistemas terrestre y acuático Modificaciones al paisaje
- Afectaciones a la salud humana

- **Justificación de la medida**

En la actualidad es necesario que los nuevos proyectos cuenten con reglamentos de construcción y operación, a fin de prevenir y reducir las afectaciones hacia los ecosistemas

que se ubican sus áreas de influencia. Estas afectaciones se presentan por la falta aplicación de un programa de educación ambiental y la ausencia de lineamientos y sanciones a que pueden hacerse acreedores los infractores.

De esta manera y como resultado de las políticas que se han venido adoptando para el desarrollo del proyecto, es necesario que la construcción del mismo cuente con un reglamento de operación a fin de reducir y evitar afectaciones a los ecosistemas presentes en la región.

- **Procedimiento general de aplicación**

El procedimiento a seguir para la aplicación de la presente medida de mitigación, será la elaboración de un documento que determine las obligaciones de los trabajadores y operarios del proyecto.

El reglamento servirá como marco normativo para la aplicación de la normatividad ambiental mexicana.

El Reglamento deberá considerar lo siguiente:

1. Introducción.
2. Disposiciones generales. Donde se indiquen las actividades que son permitidas y las normas generales a que se sujetarán los trabajadores y operarios. Particularmente deberán detallarse las prohibiciones y limitaciones en cuanto a las actividades que se pueden realizar.
3. Protección de la flora y fauna.: Promover el respeto a la vida silvestre, destacando las especies de flora y fauna relevantes.
4. Protección del hábitat. Indicando las características de fragilidad de los ecosistemas de la región y las medidas de protección.
5. Manejo y control de residuos sólidos. Indicando las medidas de control en el manejo de los residuos sólidos (generación, disposición y tratamiento) para los trabajadores y operarios.
6. Prevención y control de la contaminación del agua. Mecanismos de tratamiento de las aguas residuales y de posibles contaminantes de los cuerpos de agua, corrientes superficiales y acuíferos.
7. Seguridad y prevención de accidentes. Consiste en una serie de recomendaciones encaminadas a informar sobre posibles riesgos individuales y colectivos, así como de las medidas para incrementar la seguridad tanto personal como de bienes personales. También se informará sobre los servicios de auxilio del proyecto y sobre los procedimientos a seguir en caso de algún accidente.
8. Educación ambiental. Orientado tanto a los trabajadores, responsable de la obra de construcción, así como a los operarios del proyecto, para concientizarlos sobre la importancia del sitio y de las normas establecidas para garantizar la sustentabilidad de los recursos naturales.

9. Vigilancia e inspección. Desarrollo de las actividades de supervisión por un equipo de especialistas ambientales que permita garantizar la aplicación del reglamento y de la normatividad vigente en México ..
10. Sanciones. Indicar las sanciones a que se verán sujetos quienes no cumplan con las normas establecidas.

El reglamento deberá difundirse entre las personas relacionadas con el proyecto tanto en su construcción, como en su operación, además de difundir su contenido a través de carteles, folletos y boletines.

9. Programa de Seguridad e Higiene

- **Naturaleza de la medida**

Preventiva de orden incipiente.

- **Impacto o impactos que mitiga**

- Impactos sobre salud pública, derivados de posibles accidentes,
- Impactos sobre salud pública, derivados del manejo de residuos sólidos y peligrosos.

- **Justificación de la medida**

Los programas de seguridad e higiene laboral son un requisito que todo centro de trabajo debe contemplar en su esquema operativo y que tiene que ver con la comunicación y participación de las instituciones de salud.

- **Procedimiento general de aplicación**

El programa debe elaborarse con base en lo establecido en el título noveno de la Ley Federal del Trabajo y en el Reglamento General de Seguridad e Higiene, del cual se derivan los instructivos y normas (Normas Oficiales Mexicanas) correspondientes para cubrir los alcances especificados.

Lo anterior se traduce en los siguientes aspectos que, con base a las características del proyecto, pueden ser incorporados al Programa:

1. Condiciones de seguridad de los locales (las instalaciones)
2. Medidas de prevención y protección contra incendios
3. Procedimientos de operación seguros
4. Herramientas, tipos y utilización seguras
5. Procedimientos para el manejo, transporte y almacenamiento de productos y materias

6. Manejo de sustancias combustibles, explosivas, corrosivas, irritantes y toxicas
7. Condiciones del medio ambiente de trabajo
   - ruido,
   - vibraciones,
   - sustancias,
   - condiciones
   - térmicas,
   - iluminación
8. Equipo de protección personal
9. Condiciones generales de Higiene del establecimiento (instalaciones) 1
10. Organización de las disposiciones de Higiene y Seguridad
    - Responsables
    - Comisiones
    - Mixtas Informes
    - Sanciones

10. Cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's)

- **Naturaleza de la medida**

Se trata de una medida de control, de base normativa.

Las Normas Oficiales Mexicanas constituyen el mejor marco de referencia para definir límites máximos permisibles y tener una idea objetiva de los niveles de contaminación. Por las condiciones del proyecto y el tipo de impacto, esta medida es de magnitud incipiente.

- **Impacto o impactos que mitiga**

Deterioro de la calidad del aire por aporte de gases de combustión. Justificación de la medida En términos de la legislación ambiental vigente, la observancia de la normatividad es un requisito para toda actividad o proyecto de desarrollo y presenta beneficios tales como la garantía de que los trabajos se desarrollan bajo el esquema de buenas prácticas y garantiza una buena imagen ante las instituciones (autoridades), y ante la población.

- **Procedimiento general de aplicación**

Es conveniente que los vehículos que transporten los materiales de construcción cuenten con buen mantenimiento de forma que sus emisiones de ruido y gases a la atmósfera sean mínimas.
Se recomienda la observancia de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas, relativas a la prevención de la contaminación de la atmósfera por fuentes móviles:

- NOM-041-SEMARNAT-1999 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-044-SEMARNAT -1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3857 Kg.
- NOM-045-SEMARNAT-1996 Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.

En términos de la emisión de ruido por vehículos, se debe dar cumplimiento a la normatividad señalada a continuación:

- NOM-079- SEMARNAT -1994 Que establece los límites max1mos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.

- NOM-080- SEMARNAT -1994 Que 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.

Asimismo se sugiere la observancia del artículo 11 del Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la emisión de Ruido, el cual establece un nivel de ruido máximo permisible para fuentes fijas (como pueden considerarse algunas áreas de trabajo), de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas. En las maniobras de carga y descarga realizadas en la vía pública el nivel de ruido no deberá rebasar un nivel de 90 dB (A) d

11. Programa de Educación Ambiental

- **Naturaleza de la medida**

La magnitud de la medida de mitigación es moderada y de acuerdo a su tipología es preventiva, ya que la intención del programa es establecer las bases necesarias para la concientización de los trabajadores y operarios en la protección ambiental de los ecosistemas que se ubican en el área de influencia del proyecto.

- **Impacto o impactos que mitiga**

Los impactos ambientales que son mitigados son los siguientes:

- Afectación de las características físicas y químicas del suelo
- Afectación a los recursos hídricos

- Afectación a las características de la vegetación y fauna presentes
- Afectaciones a los asentamientos humanos
- Afectaciones en general de los ecosistemas

- **Justificación de la medida**

El programa tiene como sustento:

a) El considerar la educación ambiental como parte fundamental para el desarrollo sustentable de los proyectos de obra.
b) Tomar como punto de referencia el entorno ambiental del proyecto, incluyendo contenidos relacionados con los recursos naturales, sociales y culturales.
c) Mantener continua la protección ambiental, al través de la capacitación de los trabajadores y operarios del proyecto.

- **Procedimiento general de aplicación**

Para el desarrollo de las actividades de educación ambiental, se planteará las siguientes fases:

1. Propaganda Ambiental. Esta primera etapa consiste en la elaboración de propaganda ambiental que tenga como objetivo ser un elemento impreso para la concientización de los trabajadores del proyecto.

Se han considerado dos elementos que constituirían la propaganda ambiental: el manual y los folletos ambientales. Las características de estos elementos propagandísticos son los siguientes:

Manual. Este manual estaría relacionado con el entorno ambiental de la región y contendría como mínimo los siguientes aspectos:

- Síntesis del entorno ambiental. Contemplaría un resumen de los principales elementos que inciden en la conformación del marco ambiental la región como son: Clima, geología, fisiografía, suelo, hidrología, vegetación, fauna, medio socioeconómico (población, prácticas agropecuarias, actividades productivas y características de los asentamientos humanos).
- Recursos naturales relevantes de la región. De los elementos analizados en el primer apartado, se destacarán aspectos ecológicos relevantes como puede ser las características de la vegetación, las especies ecológicamente importantes o que se encuentren en alguno de los estatus de conservación indicados en la NOM-059-SEMARNAT-2002.

- Problemática Ambiental. En este rubro mínimamente se deben incluir los procesos de deforestación, la contaminación de las aguas, el suelo, el aire, así como la pérdida de la biodiversidad.

- Legislación Ambiental Vigente. Se incluirla la normatividad ambiental relacionada con el desarrollo del proyecto.

Este manual estaría dirigido para los responsables de la obra y los trabajadores más interesados, siendo la base para el desarrollo de los cursos.

Folletos. Se incluirían algunos aspectos del manual, pero en forma más didáctica; los folletos que se proponen son los siguientes:

- Recursos naturales de la región (resaltando los más importantes)
- Especies animales y vegetales que deben ser protegidas (incluyendo las que tienen importancia ecológica y las que están incorporadas en la normatividad ambiental)
- Normatividad ambiental federal, estatal y municipal aplicable.

Los folletos estarán dirigidos a los trabajadores en general.

2. Cursos de Educación Ambiental

Se pretende desarrollar cursos de educación ambiental que se aplicarían a todos los trabajadores del proyecto. El contenido del curso sería similar al incluido en el manual, enunciándose a continuación:

- Síntesis del entorno ambiental
- Recursos naturales relevantes de la región
- Problemática Ambiental
- Legislación Ambiental Vigente

Los cursos se aplicarían de forma separada a los responsables de la obra y a los trabajadores en general.

12. Contratación de mano de obra local

Naturaleza de la medida

Desarrollar políticas de contratación de mano de obra donde se dé prioridad a los residentes locales con el fin de cubrir el déficit de empleo de una región determinada. Esta medida está considerada como una medida de mitigación de tipo moderada.

- **Impactos que mitiga**

Los impactos que su aplicación podrán prevenir son las siguientes:

- Cubrir el déficit de empleo
- Evitar la migración

- Mejorar los niveles de ingresos de la población
- Mejorar los niveles de vida
- Disminuir el número de población inactiva
- Mejorar la economía regional

- **Justificación de la medida**

Un aspecto importante es la generación directa de fuentes de trabajo. Esta política buscará evitar la migración, abatir los índices de desempleo y mejorar en parte los ingresos y calidad de vida de los habitantes del municipio del área de influencia del proyecto.

- **Procedimiento general de aplicación**

El procedimiento para la realización de esta medida de mitigación, será la adopción de políticas específicas de contratación, donde se dé prioridad de empleo a la población residente, a fin de cubrir el déficit de plazas laborales en el municipio.

El número de empleados que se contratara para poder cubrir cada una de sus diferentes actividades del proyecto será moderado, debido a que se requiere personal que cubran diferentes oficios y se espera que estos puestos puedan ser cubiertos por esta población, sin necesidad de recurrir a la contratación de personal de otras regiones del país.

Por otro lado en la etapa de preparación y construcción del proyecto se generarán empleos temporales, por la razón que solo será el tiempo que dure en construir el proyecto; cabe señalar que el número de empleados en esta etapa es mayor a la etapa de operación y mantenimiento, debido a la magnitud del proyecto; en la etapa de operación y mantenimiento los empleos que se generen serán permanentes.

Con los empleos que se generen en cada una de las etapas del proyecto, la población del municipio se verá beneficiada económicamente, por la razón de que recibirán una cantidad monetaria significativa, que les permitirá absorber sus necesidades primarías y un mejor estilo de vida. Por otro lado se mejorará la economía regional ya que con la contratación de empleos que se de en el proyecto, disminuirá el número de desempleados.

13. Programación de tráfico vehicular

- **Naturaleza de la medida**

Prevenir aumentos en el tráfico vehicular, al programar el transporte de materiales, equipo y maquinaria en horarios de baja afluencia por los caminos seleccionados, así como la restricción de la circulación en determinados horarios a fin de evitar las afectaciones al tráfico vehicular de la zona. Esta medida está considerada como una medida de mitigación de tipo incipiente.

- **Impactos que mitiga**

Los impactos que su aplicación podrán prevenir son las siguientes:

- Afectaciones al sector turístico
- Afectaciones a la fauna
- Incremento del tráfico vehicular

- **Justificación de la medida**

Por la importancia ecológica de la zona, la fauna silvestre se encuentra expuesta al cruce de los caminos lo cual ocasiona la pérdida de individuos por atropellamiento. En este sentido es necesario contar con una planeación de los movimientos vehiculares con el fin de reducir las afectaciones que estas acciones puedan causar hacia el medio ambiente.

- **Procedimiento general de aplicación**

Debido a la emisión de ruido y contaminantes derivados de los movimientos vehiculares relacionados con el transporte de materiales, equipo, personal e insumos, así- como el trabajo de maquinaria pesada, se deberá procurar que la circulación por caminos cercanos y en centros de población se realice en horarios en los que no se incremente notoriamente el tráfico o el riesgo hacia los habitantes de la zona. El transporte se deberá realizar en horario diurno.

14. Programa de Protección Civil

- **Naturaleza de la medida**

El programa interno de Protección Civil es el instrumento técnico, administrativo y organizativo que se circunscribe al ámbito de una dependencia, entidad, institución u organismo, pertenecientes al sector público y a los sectores privado y social. Se aplica a los inmuebles respectivos, con el propósito de salvaguardar la integridad física y psicológica de empleados y personas que concurren a ellos y, al mismo tiempo, proteger las instalaciones, los bienes, la información vital y el entorno, ante la ocurrencia de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre.

En este sentido la medida es de tipo preventivo y de magnitud incipiente.

- **Impacto o impactos que mitiga**

Se aplica a los posibles accidentes que pueden incidir sobre la salud pública.

- **Justificación de la medida**

Se debe tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia de peligros y riesgos derivados de emergencias, siniestros o desastres.

- **Procedimiento general de aplicación**

El Programa debe integrar el conjunto de propósitos y de acciones destinadas a proteger a los trabajadores contra peligros y riesgos que se puedan presentar eventualmente en el sitio; así como establecer dispositivos de intervención en situaciones de emergencia, siniestro o desastre, para mitigar o prevenir la pérdida de vidas humanas, la destrucción de bienes materiales y la interrupción de actividades en las instalaciones del proyecto. La estructura, contenido y alcances del Programa deben apegarse a legislación aplicable y sus correspondientes términos de referencia. En términos generales. en función de las disposiciones jurídicas locales, un programa presenta la siguiente estructura:

Introducción
Definición
Marco jurídico

Subprograma de prevención
1. Comité© Interno de Protección Civil
2. Análisis general de vulnerabilidad
3. Formación de brigadas
4. Capacitación
5. Señalización
6. Equipo de prevención y combate de incendio
7. Programa de mantenimiento
8. Simulacros
9. Equipos de primeros auxilios

Subprograma de auxilio
1. Fase de alerta
2. Accionamiento del Comité© Interno de Protección Civil
3. Accionamiento del Plan de Evacuación
4. Procedimiento de evacuación

Subprograma de restablecimiento
1. Evaluación de daños
2. Reinicio de actividades
3. Vuelta a la normalidad

VI.1.4. Descripción de las medidas de mitigación por etapas del proyecto

De acuerdo a la metodología utilizada en la evaluación de impacto ambiental se puede definir que no se identificaron impactos ambientales severos o críticos sobre ninguno de los

componentes ambientales indicados. No obstante, lo anterior y partiendo del hecho de que los impactos más importantes identificados se relacionan con las actividades de desmonte/despalme, construcción de instalaciones permanentes, operación de la planta desalinizadora y descarga de salmuera, a continuación, se presentan las medidas preventivas o de mitigación que se pudiesen implementar.

A continuación, se describen las medidas preventivas o de mitigación que se implementarán durante los trabajos del proyecto de la planta desalinizadora el cual está conformado por el cambio de uso de suelo, perforación de pozos playeros y difusor submarino, entre otros.

La información presentada en este capítulo, se ha desarrollado conforme a la guía de impacto ambiental de proyectos hidráulicos en su modalidad particular.

Tabla VI.3 Medidas de prevención o mitigación a aplicar durante las distintas etapas del proyecto

Factor ambiental	Impacto	No. de medida	Medida preventiva o de mitigación	Especificación técnica o procedimiento	Etapa	Responsable
Aire	Dispersión de partículas que afecten la calidad del aire	1	Evitar la dispersión de material particulado, que modifique la calidad del aire	Riegos frecuentes y transportes cubiertos de lonas para la transportación de materiales	Preparación del sitio y construcción	Supervisor ambiental, transportistas
	Contaminación atmosférica	1,10	Evitar la emisión de contaminantes a través de vehículos automotores en concentraciones superiores a las permitidas en la normatividad aplicable	Se dará mantenimiento preventivo a los vehículos y maquinaria a utilizar durante todas las etapas.	Preparación del sitio, construcción y operación del proyecto	Supervisor ambiental, transportistas, maquinistas
	Incremento en los niveles de ruido	1, 10	Evitar niveles de ruido por encima de los niveles máximos permisibles, que pongan en riesgo la salud de los trabajadores. Se aplicarán medidas como el aislamiento	Cumplimiento de las NOMs: NOM-080-SEMARNAT-1994	Preparación del sitio, construcción y operación del proyecto	Propietario de los vehículos y maquinaria utilizados para la preparación del sitio y construccion

			del área o encabinamiento del equipo, a fin de disminuir los niveles de presión sonora generados.	NOM-081-SEMARNAT-1994		
Suelo y agua	Perdida de suelo	2,8	Durante las labores de desmonte no se permitirá el uso de fuego y/o agroquímicos	Las actividades de despalme se realizarán solamente con la maquinaria adecuada	Preparación del sitio	Supervisor ambiental del proyecto, responsable de obra
	Contaminación del suelo	2,4,8	Renta de sanitarios portátiles destinados al uso de los trabajadores	Los sanitarios serán distribuidos en el Área a razón de 1 por cada 20 trabajadores	Preparación del sitio y construcción	Propietario de los sanitarios portátiles contratado
		2,4	Desmantelamiento de las obras provisionales o de apoyo al término de su operación	El responsable de la obra deberá notificar al responsable que las obras serán desmanteladas y el promovente le indicará el sitio autorizado para su disposición final	Preparación del sitio y construcción	Responsable de la obra
		2,4	Evitar las labores de mantenimiento y limpieza de maquinaria y equipo fuera de las Áreas establecidas	Definir sitios específicos para llevar a cabo el servicio de mantenimiento y limpieza del equipo si este se realiza “in situ” y para lo cual deberá establecer las medidas de protección al suelo como podría ser una cubierta impermeable con capacidad de retención de derrames.	Preparación del sitio y construcción	Responsable de la obra, supervisor ambiental
				El efluente proveniente de		

	Contaminación del agua	2,10,11	Tratamiento de aguas residuales	la planta de tratamiento deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997, para evitar contaminación del suelo, subsuelo o mantos acuíferos, al utilizarla como riego de Áreas verdes. Los excedentes serán mezclados con la salmuera residual en el tanque de efluentes y serán descargados al mar.	Operación y mantenimiento	Responsable de obra y supervisor ambiental
Agua de mar	pH	3	Mantener el pH de las aguas de rechazo cerca de su nivel normal en el agua de mar.	Garantizar el pH de las aguas de rechazo a través del sistema de neutralización de la planta	Operación y Mantenimiento	Proveedor de los servicios de desalinización y supervisor ambiental
	Contenido de oxígeno	3	Mantener el nivel de oxígeno disuelto por arriba de 5 ml/l	Garantizar un contenido de oxígeno disuelto aceptable a través de mecanismos de aireación en los tanques de efluentes antes de la descarga	Operación y Mantenimiento	Proveedor de los servicios de desalinización y supervisor ambiental
Vegetación	Cobertura y densidad	5,1	Mitigar los efectos del desmonte, adicionalmente mitigar levantamiento de polvos y	Implementación del programa de reforestación y protección de especies de flora y fauna y utilización de vegetación	Preparación del sitio	Responsable de la obra

			perdida de suelo	nativa en las áreas jardinadas del proyecto		

VI.2. Impactos residuales

El principal motivo de preocupación ambiental del proyecto de la planta desalinizadora está relacionado con los potenciales efectos de la descarga de salmuera al ecosistema marino. No obstante, como resultado de la evaluación de impacto ambiental se determinó que no existen impactos severos o críticos que afecten directamente al hábitat y sus especies, debido a sus características propias y a lo diminuto del radio de afectación de la descarga de salmuera. A pesar de ello en este proyecto se implementará un programa de vigilancia ambiental orientado al avistamiento de mamíferos marinos principalmente. La presencia/ausencia, frecuencia de avistamientos, serán indicadores importantes de la calidad ambiental de la zona.

El programa y su implementación no representa grandes costos. Consiste sencillamente en realizar recorridos diarios a lo largo de la playa y del sitio de descarga con el objeto de detectar la presencia/ausencia de especies como la vaquita marina, delfines o lobos marinos. Las observaciones se documentan mediante fotografías y se asientan en una bitácora; esta actividad la puede desarrollar fácilmente el personal de vigilancia del proyecto.

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 tal como se evidencia en los videos de los muestreos submarinos realizados, por lo que la emisión de salmuera solo afecta la calidad del agua y no a los organismos.

Como se estableció en el capítulo correspondiente a la evaluación de impacto ambiental, no se identificaron impactos ambientales severos o críticos, sobre ninguno de los componentes ambientales que interactúan con las acciones del proyecto.

Por otra parte, 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.

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.

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.

En la evaluación del impacto ambiental, se consideraron en cada uno de los impactos, la situación en la que se encontraba el escenario actual, por lo que se procedió a restar los valores obtenidos para el escenario actual al escenario modificado con medidas de mitigación, dando como resultado un escenario hipotético en donde las acciones del proyecto y las medidas de mitigación se aplicarían al cien por ciento.

Tabla VI.4. impactos residuales a generar por el proyecto de la planta desalinizadora

Componente ambiental	Etapa/actividad del proyecto	Impacto residual	Medida de manejo	Efecto residual
Vegetación/suelo	Preparación sitio/desmonte despalme	Las áreas donde se instalarán las diversas construcciones permanecerán totalmente libres de vegetación, no revirtiendo el efecto del desmonte ni de efecto sobre el suelo	Se implementará un programa de protección y conservación de las especies de flora y fauna, con especial atención en aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Aun cuando durante el desmonte y despalme se cuidará de recuperar a los ejemplares que representen importancia ambiental de algún tipo, las superficies desmontadas para la edificación de las instalaciones en el proyecto permanecerán libres de vegetación.
Paisaje	Construcción/cimentación y edificación de instalaciones	La implantación del proyecto ocasionara alteraciones permanentes en las cuencas visuales existentes, modificando el escenario que puede apreciar el observador desde diferentes puntos dentro y en la periferia del proyecto	Las instalaciones deben diseñarse, bajo un estricto sentido de arquitectura de tal forma que armonicen lo más posible con el paisaje, considerando las características del entorno dentro y cerca del predio.	Al momento de realizar las actividades de desmonte el paisaje actual de la superficie del proyecto se modificará permanentemente
Agua de mar	Operación y mantenimiento	Incrementos puntuales en el sitio de la descarga de salmuera, lo que puede generar en un caso extremo, que se forme una picnoclina en el área de la descarga, ya que la concentración de sal en la salmuera es aproximadamente el	La descarga a través del difusor y aductores tienen la peculiaridad de conseguir una mayor dilución inicial de la salmuera en el campo cercano de la descarga, disminuyendo así	En el punto de descarga de salmuera se presenta una alta concentración previo a la dispersión por las corrientes marinas.

		doble de la del agua de mar.	la probabilidad de ocurrencia de eutroficación.	

VI.3. Impactos sinérgicos

De acuerdo a la SEMARNAT, el impacto ambiental sinérgico se define como "aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de incidencias individuales contempladas aisladamente."

Por su parte Orea (1999) menciona que la "Sinergia significa reforzamiento: dos o más impactos entran en sinergia cuando el resultado de su intervención conjunta es superior a la suma de ellos actuando aisladamente; también cabe hablar de sinergias positivas, cuando el efecto combinado supone un debilitamiento del impacto con relación a la suma simple. El concepto también es aplicable a las medidas que se adopten para prevenirlo, corregirlo o compensarlo, las cuales pueden reforzarse si se toman pensando en su complementariedad.

Este mismo autor menciona que "Además del efecto de reforzamiento, la sinergia interna puede tener otras consecuencias muy diversas, por ejemplo:

- Compensación, entre impactos de distinto signo.
- Acumulación o saturación, un impacto añadido puede, por pequeño que sea, llevar a otro hasta su límite crítico, es decir, inaceptable.

Al analizar los impactos obtenidos para el proyecto, se tiene lo siguiente:

a) Los impactos adversos considerados se han restado en relación a los escenarios actual y modificado; por ejemplo, en climatóloga el VIA obtenido para este componente ambiental en la situación actual es de -9, mientras que en el escenario modificado es de -13. Si se restan estos valores se tiene la sinergia entre los impactos al considerar que los efectos provocados anteriormente y considerados en el escenario modificado, se deben restar para obtener el impacto residual el cual es -4.
b) Por su parte, los impactos benéficos se sumarían para definir la forma en que se potencian este tipo de impactos. Un ejemplo es lo observado para el componente características de la población del medio socioeconómico, en el cual se tiene un VIA de 0 en situación actual y 12 en el escenario modificado, dando como suma 12 de VIA como impacto residual.
c) Por lo tanto, la sinergia en la metodología empleada, se desarrolla en dos sentidos que tienen que ver con el tipo de impactos identificados: por un lado el restar los impactos adversos de los dos escenarios, y sumar los impactos benéficos de las dos condiciones.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

En la Tabla VI.5. se presentan los VIA's para cada uno de los componentes del ambiente considerando los escenarios actual y modificado. Así mismo, en la Figura VI.1. se muestran los valores de impacto ambiental de los escenarios y condiciones mencionadas para los medios físico, biológico, socioeconómico y la reglamentación ambiental.

Tabla VI.5. Impacto residual resultante de la comparación de los escenarios actual y Modificado

		Escenario Actual			Escenario Modificado			Impacto Residual		
		Adversos	Benéficos	Total	Adversos	Benéficos	Total	Adversos	Benéficos	Total
Medio Físico	*Climatología*	-9	0	-9	-13	0	-13	-4	0	-4
	Geología	-6	0	-6	0	0	0	6	0	6
	Suelo	-15	0	-15	-25	0	-25	-10	0	-10
	Hidrología	-15	0	-15	-24	0	-24	-9	0	-9
	Oceanología	-5	0	-5	-18	0	-18	-13	0	-13
Medio Biótico	*Vegetación terrestre*	-9	0	-9	-3	0	-3	6	0	6
	Vegetacion acuática	0	0	0	-6	0	-6	-6	0	-6
	Fauna terrestre	-9	0	-9	-7	0	-7	2	0	2
	Fauna acuática	0	0	0	-27	0	-27	-27	0	-27
	Ecosistema Terrestre	-9	0	-9	-3	0	-3	6	0	6
	Ecosistema acuático	-15	0	-15	-12	0	-12	3	0	3
	Paisaje	-6	0	-6	-6	0	-6	0	0	0
Medio Socioeconómico	*Caracteristicas de la población*	0	0	0	-3	15	12	-3	15	12
	Calidad y estilo de vida	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Educación y cultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Servicios	-9	9	0	-19	15	-4	-10	6	-4
	Actividades productivas y economicas	0	57	57	0	31	31	0	-26	-26
	Urbanismo	-6	0	-6	0	0	0	6	0	6
Regla. Ambiental	*Planes y prog. De desarrollo urbano*	0	0	0	-6	0	-6	-6	0	-6
	Planes y programas ambientales	-19	0	-19	-21	0	-21	-2	0	-2
		-132	66	-66	-193	61	-132	-61	-5	-66

En esta figura se muestra que los impactos más importantes se presentan en el medio físico tanto en el escenario actual como en el modificado; los impactos hacia el medio biológico son adversos en la situación actual y en el escenario modificado casi tienen el mismo valor de impacto que en el medio físico; mientras que hacia el medio socioeconómico se muestran impactos benéficos recurrentes en el escenario modificado, en tanto que en la situación actual se ven reducidos este tipo de impactos; la misma tendencia se presenta para la reglamentación ambiental sin embargo aquí hay que considerar que la zona presenta una problemática específica por incumplimiento del orden normativo debido a la dificultad de cumplir con los programas que la federación ha establecido especialmente para las especies marinas ya que encuentra rodeada de dos reservas de la biosfera.

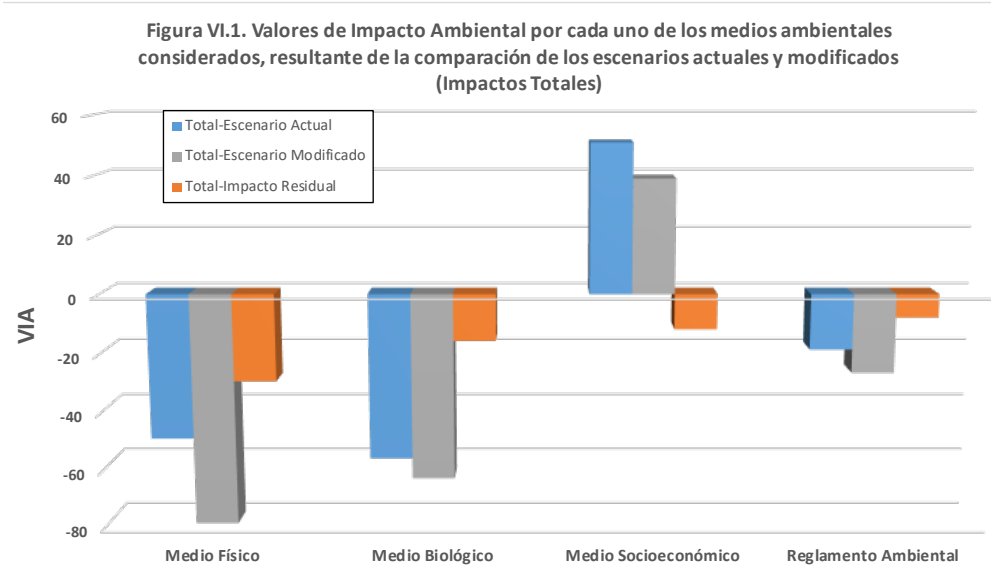


Figura VI.1. Impactos Totales. VIA por cada uno de los medios ambientales considerados, resultante de la comparación de los escenarios actual y modificado (Impactos totales)

En esta figura se puede observar el comportamiento de los impactos adversos que al ser restados tienden a disminuir, mientras que los impactos benéficos al sumarse, tienden a aumentar.

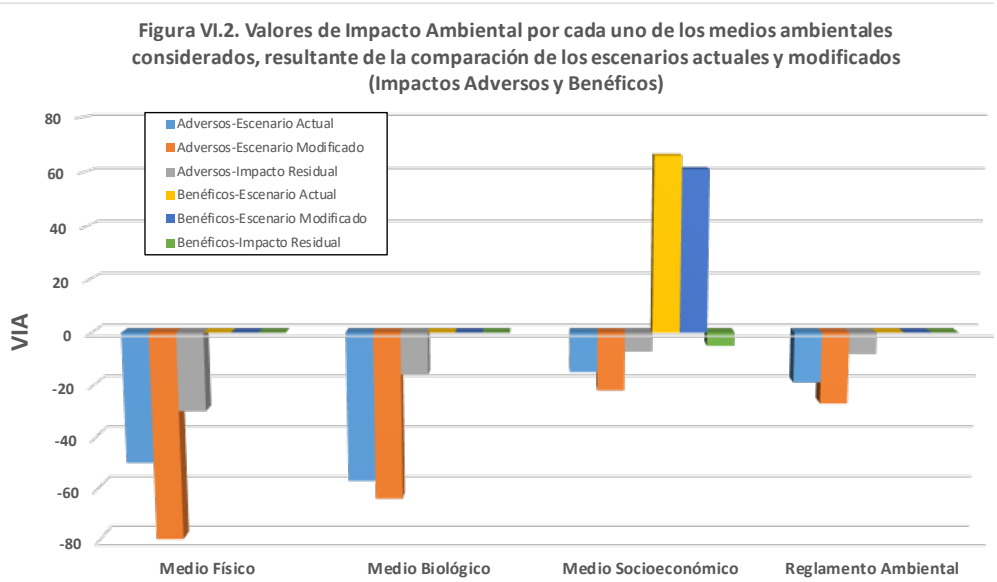


Figura VI.2. VIA por cada uno de los medios ambientales considerados, resultante de la comparación de los escenarios actual y modificado (Impactos adversos y benéficos)

Puerto Peñasco, Sonora

En la Figura VI.3. se presentan los VIA's de cada uno de los componentes ambientales considerados resultante de la comparación de los escenarios actual y modificado.

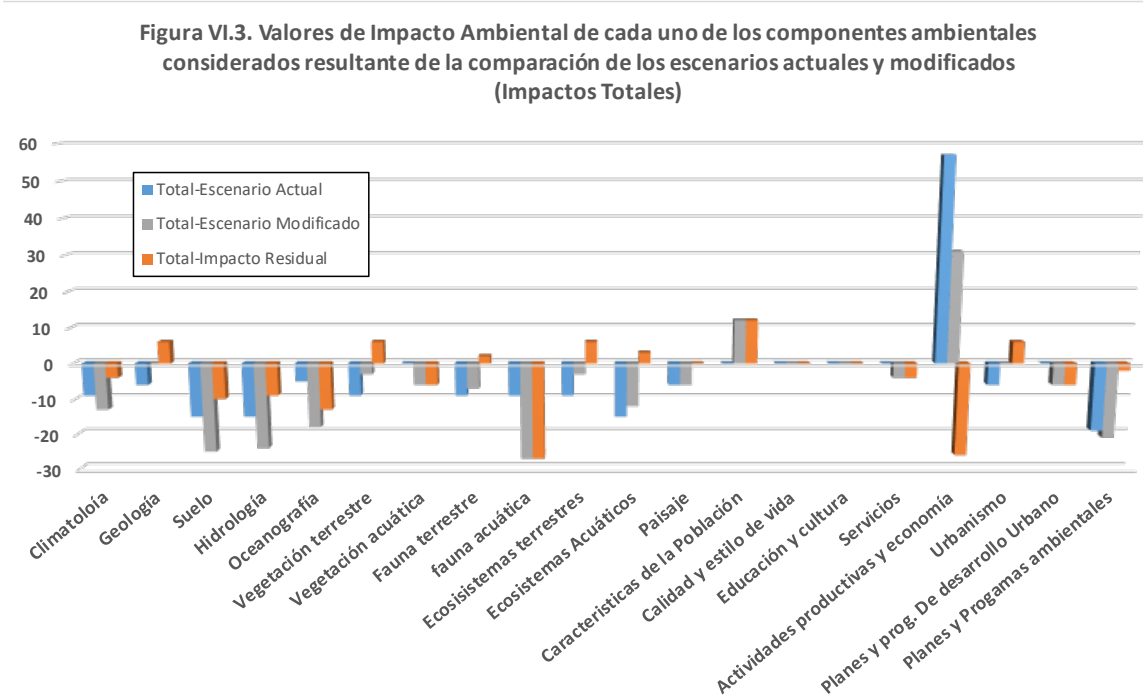


Figura VI.3. VIA de cada uno de los componentes ambientales considerados resultante de la comparación de los escenarios actual y modificado (Impactos Totales)

En las Figuras VI.4. y VI.5. se muestran, el desglose para los impactos adversos y benéficos por componente ambiental de los escenarios considerados. En estas figuras se puede observar de manera más clara el comportamiento mencionado en los anteriores párrafos.

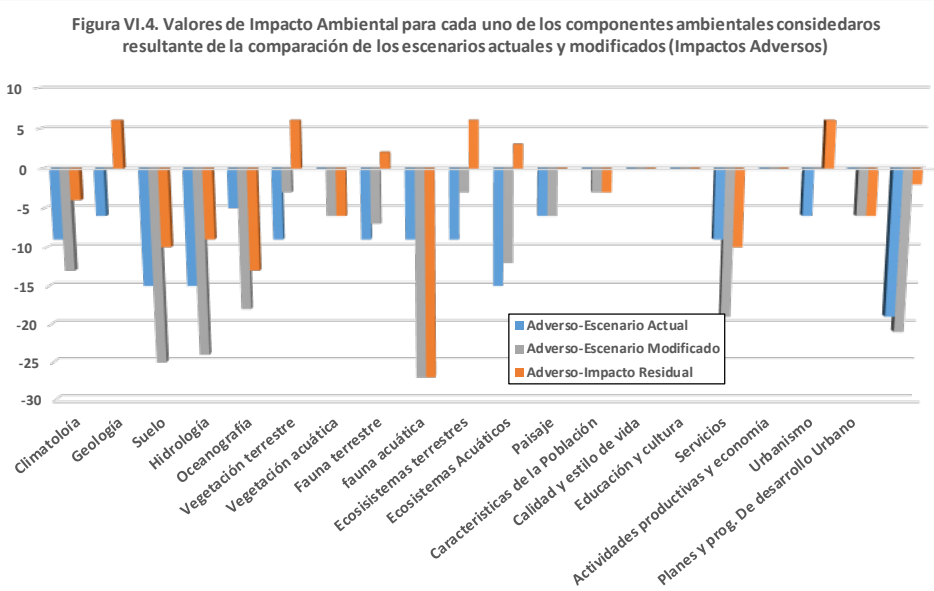


Figura VI.4. VIA de cada uno de los componentes ambientales considerados resultante de la comparación de los escenarios actual y modificado (Impactos Adversos)

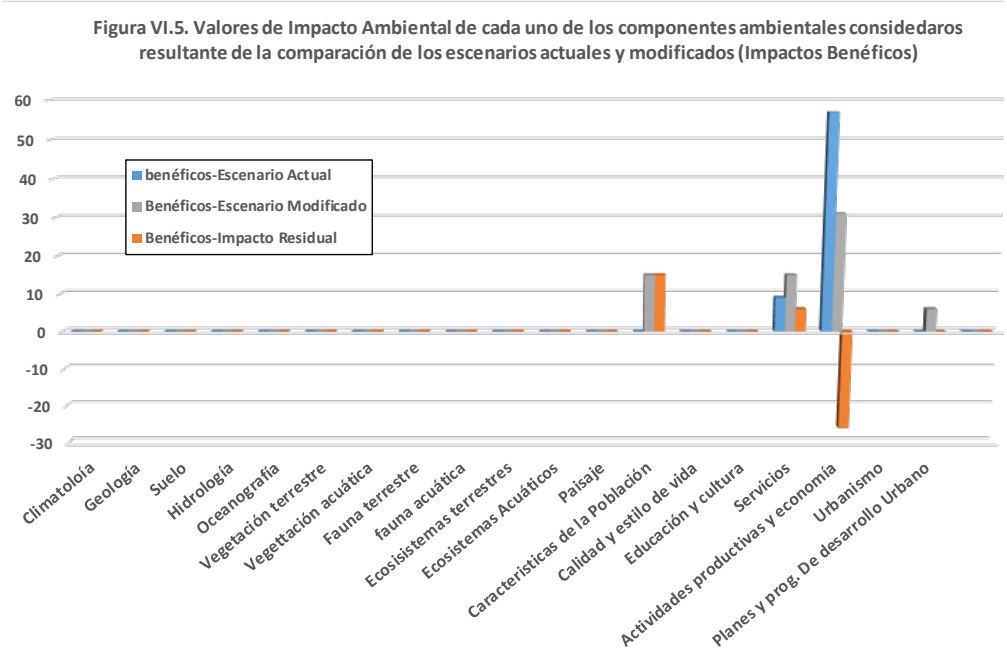


Figura VI.5. VIA de cada uno de los componentes ambientales considerados resultante de la comparación de los escenarios actual y modificado (Impactos Benéficos)

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS

VII.1. Pronostico del escenario ambiental modificado

El pronóstico parte de considerar un periodo de proyección de 10 años el cual se fundamenta en los impactos detectados y en la aplicación de las medidas de mitigación indicadas.

Para la evaluación del pronóstico, se construyeron los siguientes escenarios los cuales fueron referidos en el Capítulo V del presente documento:

- Situación Actual
- Situación Actual proyectada a futuro (Escenario Probable sin Proyecto)
- Escenario Modificado sin medidas de mitigación (Escenario Probable con Proyecto)
- Escenario Modificado con medidas de mitigación (Escenario Deseable)
- Escenario Modificado con medidas de mitigación aplicadas de forma parcial y de forma gradual (Escenario Deseable)

En la Tabla Vll.1. se presenta el análisis de los escenarios actual y modificado para el proyecto, mientras que en la Tabla Vll.2, se muestra un resumen de la evaluación efectuada.

Tabla Vll.1. Análisis de la vulnerabilidad de las áreas consideradas en el proyecto

Tipos de Vegetación y Usos de Suelo Dominantes	Situacion Actual		Escenario Problable sin Proyecto		Escenario Probable con Proyecto		Escenario Deseable		Escenario factible	
Área sin Vegetación	Muy baja	4	Muy baja	4	Muy baja	4	Muy baja	4	Muy baja	4
Vegetación de dunas costeras	Baja	5	Baja	5	muy baja	4	Muy baja	4	Muy baja	4
Playa	muy baja	2	muy baja	2	muy baja	2	Muy baja	2	muy baja	2

Categoria	Intervalo	Color
Muy Baja	1 a 4	
Baja	5 a 9	
Media	10 a 14	
Alta	15 a 19	
Muy Alta	20 a 25	

Tabla VII.2. Resumen de los valores de Vulnerabilidad obtenidos para cada uno de los escenarios considerados para las áreas consideradas en el proyecto

		Vulnerabilidad- Situacion Actual		Vulnerabilidad - Situacion Actual del proyecto a futuro -10 años- (Escenario Problabel sin Proyecto)		Vulnerabilidad - Escenario Modificado son medidas de mitigación (Escenario probable con Proyecto)		Vulnerabilidad - Escenario Modificado con medidas de mitigación (Escenario Deseable)		Vulnerabilidad - Escenario modificado con medidas de mitigación aplicadas de forma parcial y de forma gradual (Escenario Factible)	
Tipos de Vegetación y Usos de Suelo Dominantes	**Superficie (m^2)**	**Factor V**	**Categoria**	**Factor V**	**Categoria**	**Factor V**	**Categoria**	**Factor V**	**Categoria**	**Factor V**	**Categoria**
Área sin vegetación	1,200 m^2	4	Muy Baja	4	Muy Baja	4	Muy Baja	4	Muy Baja	4	Muy Baja
Vegetación de Dunas Costeras	5,551 m^2	5	Baja	4	Muy Baja	4	Muy Baja	4	Muy Baja	4	Muy Baja
Playa	20 m^2	2	Muy Baja	2	Muy Baja	2	Muy Baja	2	Muy Baja	2	Muy Baja
	6,771 m2										

Fragilidad					
Presión	Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy Alta (5)
Muy Alta (5)	5	10	15	20	25
Alta (4)	4	8	12	16	20
Media (3)	3	6	9	12	15
Baja (2)	2	4	6	8	10
Muy Baja (1)	1	2	3	4	5

Vulnerabilidad				
Muy Baja (1)	**Baja (2)**	**Media (3)**	**Alta (4)**	**Muy Alta (5)**
1 a 4	**5 a 9**	**10 a 14**	**15 a 19**	**20 a 25**

Así mismo, en la Figura VII.1. se presenta de manera gráfica los resultados presentados en la anterior tabla.

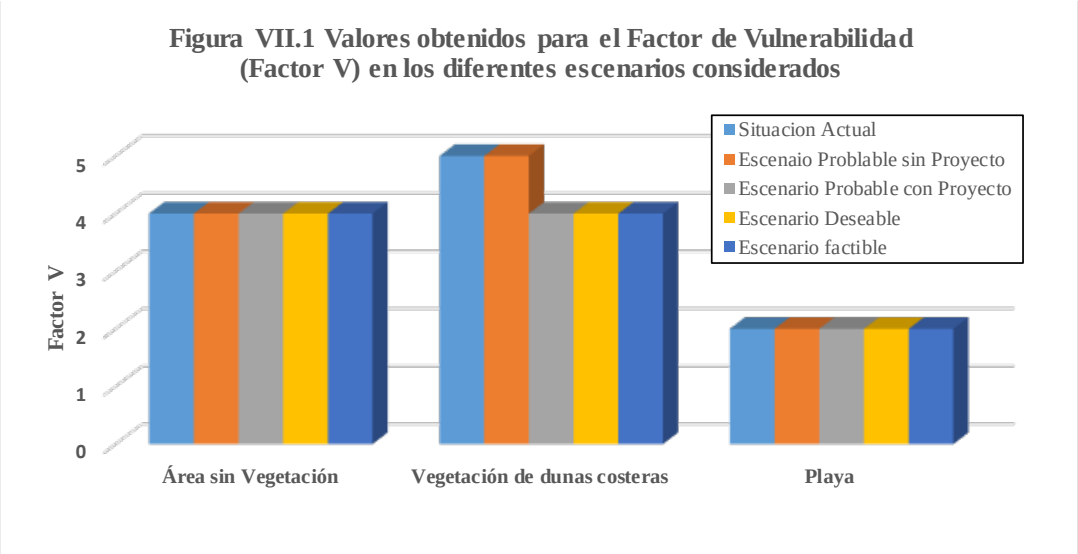


Figura VII.1. Valores obtenidos para el factor vulnerabilidad (Factor V) en los diferentes escenarios considerados

En general, en todos los tipos de uso del suelo se presenta el escenario probable como el más negativo, mientras que el escenario deseable es el más halagador. Sin embargo, el escenario que es más probable que se presente es el factible, a condición que se apliquen las medidas de mitigación en cada una de las etapas del proyecto consideradas tanto en contenido, forma y tiempo.

En la Tabla Vll.3 se describen los escenarios considerados en el pronóstico ambiental.

VII.2. Programa de vigilancia ambiental

VII.2.1. Logística para la aplicación del programa de vigilancia ambiental

Para la vigilancia ambiental, se integrará un equipo especializado que formará parte del organigrama del conjunto del proyecto, el cual funcionará desde 2 meses antes del inicio de los trabajos y hasta el inicio de la operación del proyecto.

Este equipo de trabajo deberá contar con la infraestructura necesaria para el desarrollo de sus actividades, como son:

a) Oficina para el desarrollo de los trabajos con computadora, impresora, scanner y quemador de CD's.
b) Equipo para el trabajo de campo como es: cámara digital, GPS, brújula, cinta métrica de 50 m, entre otros.
c) Transporte para los recorridos.

Instalado el equipo de trabajo, elaborará el Programa Calendarizado de medidas de mitigación propuestas en el presente estudio, así como de las condicionantes del correspondiente resolutivo y lo dará a conocer a los responsables de cada una de las áreas en los que se divida el trabajo constructivo. Para la elaboración de este programa, se tomará en consideración el programa de medidas que se muestra en la Tabla Vl.1.

Así mismo, se integrará un directorio de todas las autoridades ambientales municipales, estatales y federales que tengan relación con el desarrollo de los trabajos.

Por otra parte, se procederá a integrar una base de datos que tenga relación con los estudios previos desarrollados antes de la obra, la documentación legal del proyecto, así como la que reúna el grupo de protección ambiental antes y durante el desarrollo de la supervisión ambiental.

Los lineamientos generales sobre los que trabajará el equipo de protección ambiental son los siguientes:

Tabla VII.3. Pronostico del escenario ambiental modificado del proyecto (Escenario Factible)

Elementos del Sistema Ambiental	Estructura y Función	Escenario Actual	Escenario modificado
Área de montaña (Sierra El Pinacate)	Se encuentra aguas arriba de la zona de estudio y aporta el material edáfico que por erosión, se desplaza hacia las zonas bajas. En este sitio es donde inicia la estructura del sistema ambiental en el que se inscribe el área de estudio.	El ecostistema se encuentra influenciado por existencia de asentamientos humanos contiguos al predio del proyecto y dentro del Plan de Desarrollo Municipal enmarcado por infraestructura turistica en desarrollo, elementos que ejercen una presion media-alta hacia lo aspectos ambientales de tipo terrestre. No existen elementos relevantes de flora y fauna silvestre en el ecosistema.	Se mantendrán las características naturales del sitio debido a que los impactos ambientales del proyecto no trascienden más que a las zonas aledañas del predio en donde se pretende ubicar la planta desaladora; por tanto, el área de montaña no se verá afectada manteniendose la estructura y funcion del ecosistema.
Zona de proyecto	Se ubica en la planicie costera, aguas debajo del área de montañosa de la Sierra El Pinacate. Es el receptáculo primario de los movimientos de materiales de las zonas altas a las zonas bajas. La estructura y función se han visto alterados por las condiciones climaticas extremas influenciados por las condiciones deserticas del Gran Desierto de Altar.	La zona de proyecto está constituida por vegetación de dunas costeras. En general el área aunque perturbada, posee atributos naturales de relevancia y mantiene la estructura y función del ecosistema.	Se renovará la vegetación de la zona del proyecto lo cual cambiará los atributos naturales de predio en donde se pretende ubicar la planta desaladora. Esto aunque afecta en la estructura y función del ecosistema, no lo fractura o modifica debido a que el área es muy pequeña (menor a 1 Ha.)
Zona de playa	Esta zona corresponde al área receptora de materiales procedentes de las zonas altas y de la planicie de las zonas altas y de la planicie aluvial, así como de los acarreados por el mar, esta zona se ha visto afectada por las actividades turísticas y pesqueras, repercutiendo en la estructura y función del ecosistema.	Actualmente la zona se ve perturbada por las actividades pesqueras y turísticas que se desarrollan en Puerto Penasco. Se puede considerar que el ecosistema se encuentra con cierto grado de afectacion antropogénica, posee un cierto grado de conservación lo cual le permite mantener estructura y función ambiental de la zona de playa.	Las afectaciones a la zona de playa están dadas por la infraestructura turistica . El área de playa que será afectada por las excavaciones para el sembrado del emisor es mínima, sin afectaciones adicionales a las ya existentes por lo que se siguiran manteniendo las caracteristicas actuales del sitio, así como la estructura y función ambiental de la zona de playa, tal como se encuentra.
Frente marino	la función del sistema es aportar materiales a la zona de playa lo cual a posibilitado la existencia de dunas costeras y permite conservar las mismas condiciones paisajísticas; no existen en el trazo de las obras condiciones de habitat de aves ni marinas ni terrestres.	El área que se encuentra frente a la zona de proyecto, corresponde a una bahía en donde la intensidad el oleaje es reducida. Los procesos de erosión son bajos y los impactos más relevantes tienen que ver con el desarrollo turístico y pesquero. Estas actividades han fracturaro hasta cierto punto la función y estructura del ecosistema.	El impacto considerado hacia el frente marino no es significativo debido a que la descarga salina del agua de proceso se realiza a una distancia de casi 2 km de la playa donde por efecto de las condiciones oceanograficas se lleva a cabo una dilucion de la concentracion de la pluma salina en una distancia de aproximadamente 100-250 metros del difusor, que lo que no se rompen ni modifican de manera sustancial la actual estructura y función ambiental del frente marino, por otra parte las especies de flora se presume que no se veran afectadas por la inexistencia de ellas en el sitio. En el caso de la fauna el impacto evaluado ha sido adverso de manera significativa debido a las altas concentraciones de la descarga salina.

a) Se establecerá un amplio contacto con los responsables del área, estableciendo reuniones de trabajo cada mes en los cuales se considerará como punto de partida, el avance de las actividades con respecto al Programa Calendarizado.
b) Se elaborarán cursos de capacitación en donde los contenidos tengan relación con la importancia ecológica de la zona, así como las actividades que se deben desarrollar para reducir los impactos ambientales inherentes al proyecto.

c) Se diseñará un Reglamento de Protección Ambiental, el cual defina las obligaciones del constructor y del personal en relación a la protección de los ecosistemas. Este reglamento incluirá los siguientes rubros:
- Disposiciones generales
- Aguas residuales
- Residuos sólidos
- Contaminantes a la atmósfera
- Protección de flora y fauna silvestre
- Sanciones

d) Se generará un procedimiento ambiental para la vigilancia que incluya la elaboración de memorandos, circulares y oficios que permitan dar a conocer los resultados de la supervisión efectuada.
e) Se presentarán informes a las autoridades ambientales municipales, estatales y municipales, cuyo contenido será el siguiente:
- Introducción
- Objetivos
- Avance de obra
- Actividades de supervisión
- Conclusiones

VII.2.2. Indicadores de desempleo ambiental

Como indicador de desempleo ambiental se entiende al parámetro que será utilizado para cuantificar el grado de evolución del impacto (incremento-decremento) y el desempeño de las medidas de mitigación (efectividad-no efectividad).

Existe una gran variedad de indicadores de desempeño que se pueden utilizar para medir la eficiencia de las medidas de mitigación, sin embargo, en el presente Plan de Manejo Ambiental se han utilizado aquellos indicadores que pueden ser monitoreados en campo y que serán parte de la supervisión ambiental que desarrollará el Departamento de Protección Ambiental.

En las Tablas VII.4 y VII.5. se presentan respectivamente los indicadores de los impactos ambientales y del desempeño de las medidas de mitigación.

Tabla VII.4. Indicadores de desempeño de los Impactos Ambientales

No.	Tipo de Impacto Ambiental	Indicador
1	Modificación del microclima, polvos, etc. por pérdida de la vegetación	cobertura de la vegetación
2	Aumento de Particulas Suspendidas Totales (PST) por el desprendimiento de particula fugitivas por la actividad de vehiculos, maquinaria y equipo en las actividades de preparación del sitio de construcción.	Particulas presentes en hojas de vegetación natural, campos de golf, edificios de departamentos, hoteles
3	Aumento de nivel de ruido por la operación de vehiculos en la zona del proyecto	Aumento del ruido ambiental perimetral
4	Aumento del nivel de gases por la actividad de vehiculos, maquinaria y equipo de las actividades de preparación sitio y construcción.	Evidencia visual de emisión
5	Aumento del nivel de gases por la actividad de vehiculos en el funcionamiento de la autopista	Evidencia visual de emisión
6	modificación de las caracteristicas físicas y quimicas del suelo por las actividades de preparación del sitio construcción	Superficie afectada
7	Aumento de la erosión por las actividades de preparación del sitio y construcción	Monitoreo de erosion en el predio
8	Modificación del uso actual del suelo por la construcción del proyecto	Cobertura de la vegetación y de los usos de suelo presentes
9	Modificación del uso potencial del suelo por la construcción del proyecto	Cobertura de la vegetación y de los usos de suelo presentes
10	Afectaciones a la calidad de del agua marina por las actividades de preparación del sitio y construcción	Monitoreo de salinidad
11	Modificación de las caracteristicas de la vegetación por las actividades de preparacion del sitio y construcción	Cobertura de la vegetación
12	Modificación de las caracteristicas de la fauna por las actividades de preparacion del sitio y construcción	Cobertura de la vegetación
13	Modificación del habitat de las especies de flora y fauna por las actividades de preparacion del sitio y construcción	Cobertura de la vegetación
14	Modificación del paisaje (obstruccion visual) por las actividades de prepacion del sitio y construcción	Monitoreo del impacto visual
15	Aunmento de los posibles accidentes por las actividades de preparacion del sitio y construcción	Número de accidentes

Tabla VII.5. Indicadores de desempeño de las medidas de mitigación

No.	Tipo de Impacto Ambiental	Indicador
1	Delimitación de áreas de desmonte	Cobertura de la vegetación
2	Riego del área de trabajo	Particulas presentes en aire ambiente, en hojas de vegetacion natural, edificios cercanos
3	Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's)	NOM-005-SEMARNAT-1997; NOM-025-SEMARNAT-1995; NOM-059-SEMARNAT-2001; NOM-060-SEMARNAT-1994; NOM-061-SEMARNAT-1994; NOM-062-SEMARNAT-1994; NOM-085-SEMARNAT-1994; NOM-041-SEMARNAT-1999; NOM-042-SEMARNAT-2003; NOM-043-SEMARNAT-1993; NOM-052-SEMARNAT-1993; NOM-054-SEMARNAT-1993; NOM-059-ECOL-2001, NOM-061-SEMARNAT-2004; NOM-025-SEMARNAT-1995; NOM-005-SEMARNAT-1997 Y NOM-081-SEMARNAT-1994. En cada una de estas normas se especifica su objetivo y limites permisibles.
4	Programa de Manejo de Residuos Municipales y Peligrosos	Número de sitios en los que se tira basura; número de manchas de aceite impregnadas en el suelo; número y tipo de anomalías detectadas en el manejo de residuos
5	Programa de ahorro, reuso y tratamiento de aguas residuales y uso de sanitarios portatiles	Número de trabajadores vs número de sanitarios portatiles; Número de anomalias en el manejo del agua residual
6	Programa de contingencias ambientales	Número de eventos de contingencia vs tipo y forma del procedimiento empleado
7	Programa de reforestación (areas jardinadas) con especies nativas	Cobertura de áreas reforestadas o ajardinadas
8	Programa de rescate de las especies de flora y fauna	Tipo y número de organismos rescatados vs densidad poblacional esperada
9	Reglamento de construcción y Operaciones del proyecto	Número de eventos de incumplimiento de lo indicado en el reglamento
10	Programa de restitución del sitio	Superficie afectada vs superficie restaurada
11	Contratacion de mano de obra local	Número de trabajadores vs número de trabajadores del área de influencia del proyecto
12	Programa de seguridad e higiene	Número de accidentes; número de sitios de riesgo vs medidad de seguridad empleadas; número de trabajadores vs número de trabajadores con equipo de seguridad
13	Programa de trafico vehicular	Monitoreo del aforo vehicular en los caminos de acceso al proyecto
14	Programa de Protección Civil	Número de eventos de contingencia vs tipo y forma del procedimiento empleado
15	Programa de Educación Ambiental	Número de trabajadores vs número de trabajadores que han asistido a un curso ambiental durante el desarrollo del proyecto

VIII.IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIÓNES ANTERIORES

Los documentos que se anexan para sustentar la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental se presentan a continuación:

Anexo 1. Acta constitutiva de la empresa con poder de representación legal
Anexo 2. Contrato de promesa de compra venta de los predios del proyecto
Anexo 3. Comunicaciones y permisos previos
Anexo 4. Planos de la planta, acueductos y emisor submarino
Anexo 5. Cuadros de construcción en PDF y en formato excel
Anexo 6. Reporte del estudio oceanográfico
Anexo 7. Modelo de simulación de la descarga de agua.
Anexo 8. Matrices de evaluación ambiental
Anexo 9. Memoria fotográfica y videos

IX. 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:

1. El proyecto de Instalación y Operación de una Planta Desaladora de Osmosis Inversa ubicado en el Municipio de Puerto Peñasco, Sonora, ha incluido como parte de su política la sustentabilidad indicada en el PLAN NACIONAL DE DESARROLLO, entendida en el caso concreto del proyecto como el conocimiento detallado de los recursos naturales, así como el generar las medidas necesarias para disminuir el impacto ambiental que generara, así como reducir la contaminación y permitir el desarrollo económico del país.

2. El proyecto de Instalación y Operación de una Planta Desaladora de Osmosis Inversa en el en el Municipio de Puerto Peñasco, Sonora, es compatible con la estrategia expresada en el PROGRAMA NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE que señala " ... impulsar el desarrollo marítimo nacional, influyendo en el desarrollo de las actividades pesqueras, turísticas, de transporte ... "

3. De acuerdo al impulso que señala el PLAN ESTATAL DE DESARROLLO a los proyectos relacionados con la obtención de agua, la infraestructura que se pretende construir debido a las dificultades de su obtención por las condiciones ambientales imperantes en la zona, es congruente con lo indicado en el Plan.

4. De acuerdo al PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO DEL GOLFO DE CALIFORNIA, el proyecto cumplirá con los principios de sustentabilidad incluidos en el documento y que se resumen en tomar las medidas necesarias para evitar el desequilibrio ecológico de los ecosistemas.

5. Para cumplir con la NOM-059-SEMARNAT-2010, el proyecto considera el rescate selectivo de las especies de flora y fauna silvestre que llegaran a encontrarse en el Área que se propone para instalar la planta desaladora.

6. El sitio se encuentra muy cerca de dos Áreas Naturales protegidas: La Biosfera del Pinacate y Gran Reserva de Altar y la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Rio Colorado.

7. Finalmente, comparando el uso del suelo planteado por el proyecto, con el definido en los documentos analizados, se puede concluir que no se contraponen. El uso de suelo propuesto para la desaladora se enmarca dentro de las políticas federales y estatales relacionadas con la protección y conservación del ambiente.

8. Una vez efectuada la evaluación del impacto ambiental del proyecto, se encontró que los impactos ambientales adversos significativos y moderados, se presentarán

principalmente durante la etapa de Operación y Mantenimiento, siguiéndole en grado de afectaciones provocadas a los componentes ambientales la etapa de Preparación del Sitio y Construcción. La etapa que menos afectaciones presenta es la etapa de Selección del Sitio. Es importante señalar que el impacto ambiental más relevante se presenta por la descarga de las aguas de rechazo en los primeros 120 metros del proceso al medio marino, sin embargo, 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 afectaría la calidad del agua y no a los organismos.

9. La descarga de aguas de rechazo en el medio marino cumple con la normatividad vigente y se ajusta a los requemientos establecidos en el ante proyecto de norma “PROY-NOM-013-CONAGUA/SEMARNAT-2015, Que establece especificaciones y requisitos para las obras de toma y descarga que se deben cumplir en las plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o sallinas”

10. De acuerdo con los resultados encontrados en el proceso de modelación de la descarga de salmuera, el proceso de dilución en la zona de interés con las características de corrientes, batimetría, mareas y otros datos de entrada del modelo, cumple con los requerimientos de dilución en una distancia no mayor a 100 mts del punto de descarga.

11. Del total de impactos adversos identificados, buena parte presentan medida de mitigación, además de que la mayoría de los impactos se consideran no significativos, por lo que, aunque estos impactos afectan al medio, no modificarán de manera fundamental a los componentes del medio natural y socioeconómico.

12. El proyecto generará beneficios significativos fundamentalmente al medio socioeconómico puesto que proporcionará agua en una zona en donde este líquido es difícil de obtener y las fuentes actuales se encuentran con cierto grado de contaminación por metales pesados.

Considerando que los efectos adversos aun cuando importantes, son de la misma magnitud que los benéficos, y que la empresa tomará las medidas necesarias para evitar daños al medio natural y socioeconómico en el cual se desarrollará el proyecto, se concluye que la construcción y operación del proyecto es totalmente compatible con el escenario socioeconómico y natural de la región, ya que además de provocar beneficios socioeconómicos en la misma, además de preservar la salud de la población mejorando la calidad del agua que actualmente se distribuye, el proyecto contribuirá decididamente a la política estatal y municipal que dichos gobiernos han dispuesto para impulsar el desarrollo social y económico de la región.

Finalmente, comparando el uso del suelo planteado por el proyecto, con el definido en los documentos normativos analizados, se puede concluir que no se contraponen. El uso de suelo es compatible con el Plan de desarrollo municipal y turístico el cual fue previamente

autorizado por el Municipio y el Estado, además de que se enmarca dentro de las políticas federales y estatales relacionadas con la protección y conservación del ambiente.