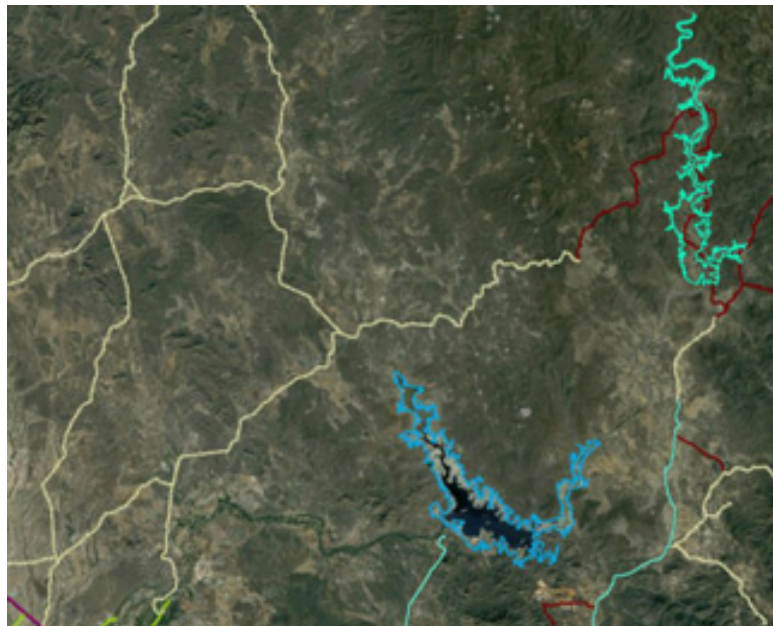




**DISTRITO DE RIEGO DEL RIO MAYO,
S. DE R.L. DE I.P. Y C.V.**

**MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL
DEL PROYECTO
“PRESA BICENTENARIO”**



**CONSULTA PÚBLICA
QUE SE PRESENTA A CONSIDERACION DE LA
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
SEMARNAT**

Alamos, Sonora, Mayo de 2012.



CONTENIDO

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1 Datos generales del proyecto	1
1. Clave del proyecto (Para ser llenado por la Secretaría)	1
2. Nombre del proyecto.....	1
3. Datos del sector y tipo de proyecto	1
3.1 Sector	1
3.2 Subsector.....	1
3.3 Tipo de proyecto	1
4. Estudio de riesgo y su modalidad.....	1
5. Ubicación del proyecto.....	2
5.1. Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal	4
5.2. Código postal	4
5.3. Entidad federativa	4
5.4. Municipio(s) o delegación(es)	4
5.5. Localidad(es)	4
5.6. Coordenadas geográficas y/o UTM, de acuerdo con los siguientes casos según corresponda:.....	4
6. Dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:	5
I.2 Datos generales del promovente	7
1. Nombre o razón social	7
2. Registro Federal de Causantes (RFC)	7
3. Nombre del representante legal	7
4. Cargo del representante legal	7
5. RFC del representante legal	7
6. Clave Única de Registro de Población (CURP) del representante legal	8
7. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.....	8
I.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental	8
1. Nombre o razón social	8
2. RFC	8
3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio	8
4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio	8
5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio.....	8
6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio	8
7. Dirección del responsable del estudio.....	9
II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	10
II.1 Generalidades del proyecto	10
II.1.1 Naturaleza del proyecto.	10
II.1.2 Justificación y objetivos	12
II.1.3 Inversión requerida	18
II.2 Características particulares del proyecto	19
II.2.1 Características del proyecto.....	19
II.2.2 Descripción de obras y actividades.....	21



II.2.2.1 Obras y actividades ubicadas fuera de la jurisdicción del proyecto (obra principal del proyecto).....	22
II.2.2.2 Obras y actividades ubicadas dentro de la jurisdicción del proyecto	25
Vaso de la Presa	29
Obra de desvío	30
II.2.2.3 Obras y actividades provisionales y asociadas	33
II.2.3 Descripción de servicios e infraestructura requeridos que no son parte del proyecto	37
II.2.4 Programa general de trabajo	38
II.2.5 Selección del sitio	39
II.2.5.1. Sitios alternativos.....	39
Características de los sitios propuestos.....	40
Selección del sitio	42
II.2.5.2. Ubicación física del sitio seleccionado, indicando	42
II.2.5.3. superficie total requerida (Ha, m2)	43
II.2.5.4. Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad.....	43
II.2.5.5. Situación legal de los predios.....	45
II.2.5.6. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y colindancias.....	47
II.2.6 Preparación del sitio y construcción.....	48
Estudios previos.....	49
II.2.6.1. Preparación del sitio.....	50
II.2.6.2. Construcción	52
II.2.7 Operación y mantenimiento	57
II.2.8 Abandono del sitio	57
II.2.9 Verificación de planos.....	57
II.2.9.1 Tipo y Tecnología de Producción.....	58
II.2.9.2 Información específica sobre obras particulares	58
II.3 Requerimiento de personal e insumos.....	58
II.3.1 Personal	58
II.3.2 Insumos.....	58
II.3.2.1. Agua	59
II.3.2.2. Materiales y sustancias	59
II.3.2.3. Energía y combustibles.....	60
II.3.2.4. maquinaria y equipo.....	60
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.	62
III.1 Información sectorial.....	62
III.2. Ordenamiento Ecológico.	63
III.3. Programas sectoriales	64
III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.....	64
III.3.2. Programa Nacional Hídrico 2007-2012	65
III.3.3. Plan Estatal de Desarrollo 2006-2012 del estado de Sonora.....	65
III.4. Áreas de interés especial	67
III.4.1. Áreas naturales protegidas	67
III.4.2. Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad (RTP). .	72
III.4.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad (RHP).	74
III.4.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	76
III.5. Análisis de los instrumentos normativos	76



IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....	80
IV.1 Delimitación del área de estudio	80
Regiones COPLADES a la que pertenece el municipio para la realización del proyecto.....	82
Distribución y ubicación de núcleos poblacionales cercanos al proyecto y de su área de influencia.....	83
IV.2.1.a Clima	85
Tipo de clima.....	86
Temperatura promedio mensual y anual.....	89
Temperaturas mínimas y máximas mensuales	89
Precipitaciones promedio mensuales y anuales (mm).....	91
Lluvia máxima en 24 horas.....	92
Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual.....	95
Viento reinante.....	97
Viento dominante	98
Humedad relativa y absoluta.....	99
Evaporación.....	99
Fenómenos meteorológicos extremos.....	100
Calidad del aire.....	105
Geología Regional	105
Geología de la boquilla de la presa Adolfo Ruiz Cortines.....	107
Geología del vaso de la presa Adolfo Ruiz Cortines	107
Geología Local.....	108
Estructuras geológicas.....	111
Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de roca y posible actividad volcánica.....	112
IV.2.1.c. Suelos.....	115
Composición del suelo (clasificación de FAO/UNESCO)	115
Grado de erosión y estabilidad edafológica.....	117
IV.2.1.d Hidrología superficial y subterránea.....	117
Hidrología superficial.....	117
Hidrología local	118
Dimensionamiento del embalse Los Pilares.....	125
Embalses y cuerpos de agua cercanos.....	129
IV.2.2 Aspectos bióticos.....	131
IV.2.2.a Vegetación.....	131
Metodología:	131
Tipos de vegetación en el área:	135
Composición Florística:.....	137
Estratificación vertical:	139
Parámetros poblacionales de las especies:	139
Especies de interés comercial:.....	140
Especies endémicas o en peligro de extinción:	141
IV.2.2.b. Fauna silvestre	142
Distribución y abundancia de especies observadas y/o evidenciadas en campo	143
Composición faunística	144



Especies de interés cinegético.....	155
Uso de las especies.....	155
Especies enlistadas en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010.....	156
IV.2.3. Paisaje.....	160
IV.2.3.1 Visibilidad.....	160
IV.2.3.2 Calidad paisajística.....	160
IV.2.3.3 Fragilidad.....	161
IV.2.3.4. Evaluacion del paisaje.....	161
IV.2.4 Medio socioeconómico.....	177
IV.2.4.1 Demografía.....	177
Registros históricos de las localidades.....	182
Rangos de edad de la población en las localidades.....	186
Relación de género.....	187
Lenguas Indígenas.....	188
IV.2.4.2 Servicios.....	189
Características de las viviendas.....	189
Características de los derechohabientes.....	191
Educación.....	192
IV.2.4.Análisis contextual de los predios y su economía.....	193
Análisis exploratorio del trazo del proyecto.....	193
IV.2.5 Diagnóstico ambiental.....	200
IV.2.5.1. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional.....	200
IV.2.5.2. Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.....	200
IV.2.5.3- Integración e interpretación del inventario ambiental.....	201
V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y SINÉRGICO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	203
V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional.....	203
V.2 Caracterización de los impactos.....	206
V.3 Valoración de los impactos ambientales.....	215
V.3.1 Impactos ambientales generados.....	230
Por componentes de la obra.....	233
V.4 Impactos residuales.....	236
VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	238
VI.1 Agrupación de los impactos de acuerdo a las medidas de mitigación propuestas.....	238
VI.1 Agrupación de los impactos de acuerdo a las medidas de mitigación propuestas.....	240
VI.2 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.....	250
VI.1.2. Operación y mantenimiento.....	251
VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS... 253	
VII.1 Escenario ambiental modificado con medidas de mitigación.....	253
VII.1.1. Modelo de Simulación de Cambio de Calidad Ambiental KSIM.....	253
VII.2 Programa de Monitoreo.....	257
VII.3 Conclusiones.....	261
VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	263
VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	263



VIII.1. Cartografía	263
VIII.2. Fotografías	263
VIII.3. Videos	263
VIII.2 OTROS ANEXOS.....	263
VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	264
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	269

RELACION DE TABLAS

Tabla I.1. Dimensiones del proyecto.....	6
Tabla II.1. Principales características del distrito de riego 038 en el río Mayo.....	15
Tabla II.2. Municipios que conforman el Distrito de Riego No.038.....	16
Tabla II.3. Inversión estimada.....	18
Tabla II.4. Área total de la Cuenca	21
Tabla II.4 Datos generales del proyecto	22
Tabla II.5.Obras y Actividades realizadas fuera de las obras principales.....	22
Tabla II.6. Distancia de los bancos de materiales de la obra	24
Tabla II.7. Características de la Cortina.....	29
Tabla II.8. Características de la Obra de desvío	31
Tabla II.9. Personal requerido por sitio.....	34
Tabla II.10. Programa de Trabajo	39
Tabla II.11 Altura - Área de Inundación, Proyecto Integral Los Pilares, Río Mayo, Sonora.....	43
Tabla II.13. Superficie total requerida	43
Tabla II.14. Tipo de propiedad del predio	45
Tabla II.15 Requerimientos de personal	58
Tabla II.16. Cantidades de obra estimadas	58
Tabla II.17 Consumo estimado de agua	59
Tabla II.18. Materiales de construcción que se utilizarán en obra de toma y túneles.....	59
Tabla II.19 Tipo y cantidad estimada de explosivos que se utilizarán	60
Tabla II.20 Maquinaria y equipo	61
Tabla III.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, cercanas a la presa Pilares ...	69
Tabla III.2. Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal, cercanas a la presa Pilares ...	71
Tabla III.1. Vinculación del proyecto con leyes y reglamentos aplicables.	77
Tabla III.2. Vinculación del proyecto con leyes y reglamentos aplicables.	79
Tabla IV.1. Regionalización del proyecto.....	84
Tabla IV.2 Estaciones meteorológicas cercanas al área del Proyecto	86
Tabla IV.3 Parámetros estadísticos para la estación Adolfo Ruiz Cortínes.....	87
Tabla IV.4 Temperatura media mensual y anual (°C) de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto	89
Tabla IV.5 Temperaturas extremas mensuales y extremas anuales de la estación meteorológica “Adolfo Ruiz Cortínes” (°C).....	89
Tabla IV.6 Precipitación promedio mensual y anual de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto (mm).....	91
Tabla IV.7 Evento de precipitación máxima registrado en 24 horas por año.....	93
Tabla IV.8. Probabilidad de ocurrencia (F(x)) de distintos períodos de retorno.....	94
Tabla IV.9. Magnitud de eventos resultante en diferentes periodos de retorno.....	94



Tabla IV.10 Series de vientos reinantes por mes, estación y anual para el periodo 2006-2009. Las velocidades están expresadas en m/s, referidas a una altura de 10 metros. La convención utilizada es la meteorológica (de donde proviene el viento).....	97
Tabla IV.11. Evaporación promedio mensual y anual de la estación meteorológica “Adolfo Ruiz Cortines” (mm).	99
Tabla IV.12. Escala de Huracanes Saffir-Simpson. Tomado de Lutgens 2001.	100
Tabla IV.13 Recurrencia de las depresiones atmosféricas tropicales que afectan al Golfo de California.	104
Tabla IV.14. Políticas de demanda de riego posibles para la presa Los Pilares.	120
Tabla IV.15. Características del embalse en el sitio Los Pilares.	122
Tabla IV.16. Condiciones actuales de la presa Adolfo Ruiz Cortines.....	126
Tabla IV.17. Demandas de la presa Los Pilares.	127
Tabla IV.18 Condiciones de Operación en la Presa Los Pilares	127
Tabla IV.19. Sistema de embalses Los Pilares – Adolfo Ruiz Cortines.....	129
Simulación de la operación.	129
Tabla IV.20 Sitios de muestreo de flora.....	132
Tabla IV.21 Lista de especies identificadas en el proyecto.....	137
Tabla IV.22. Representación del arreglo en el perfil vertical del proyecto.....	139
Tabla IV.23 Uso local actual de las especies presentes	140
Tabla IV.24 Listado fauna observada en campo en el área del Proyecto.	144
Tabla IV.25 Representación del arreglo faunístico en el proyecto	144
Tabla IV.26 Inventario de mamíferos con presencia potencial en el proyecto.....	145
Tabla IV.27 Inventario de aves con presencia potencial en el proyecto.....	147
Tabla IV.28 Inventario de reptiles con presencia potencial en el proyecto	152
Tabla IV.29 Inventario de anfibios con presencia potencial en el proyecto	154
Tabla IV.30 Inventario de peces con presencia potencial en el proyecto.....	154
Tabla IV.31 Listado de especies de interés cinegético.	155
Tabla IV.32 Uso de las especies presentes en el Proyecto	156
Tabla IV.33 Registro de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	157
Tabla IV.34 Listado de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.	157
Tabla IV.35 . Matriz de evaluación de calidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 1.....	169
Tabla IV.36. Matriz de evaluación de calidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 2.....	169
Tabla IV.37. Matriz de evaluación de calidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 3.....	170
Tabla IV.38. Matriz de evaluación de fragilidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 1.....	170
Tabla IV.39. Matriz de evaluación de fragilidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 2.....	170
Tabla IV.40. Matriz de evaluación de fragilidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 3.....	171
Tabla IV.41. Valoración del paisaje	171
Tabla IV.43. Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Las Choyitas	178
Tabla IV.44 Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Miramar.....	179
Tabla IV.45. Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Mochibampo.....	180
Tabla IV.46. Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Chorijoa.....	181
Tabla IV.47. Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Mesa Colorada.....	182



Tabla IV.48. Registro histórico de la localidad Las Garzas	183
Tabla IV.49. Composición de la población de la localidad Las Garzas.	183
Tabla IV.50. Composición de la población de la localidad Setajaqui.....	183
Tabla IV.51. Registro histórico de la localidad Setajaqui	184
Tabla IV.52. Composición de la población de la localidad La toma de Agua.	184
Tabla IV.53. Registro histórico de la localidad La Toma de Agua	184
Tabla IV.54. Registro histórico de la localidad Cuchuhuerito	185
Tabla IV.55. Composición de la población de la localidad Cuchuhuerito.	185
Tabla IV.56. Relación de edades de 0 a 24 años en las localidades del proyecto	186
Tabla IV.57. Población mayor de edad en las localidades del proyecto.....	186
Tabla IV.58. Población de la tercera edad en las localidades del proyecto.....	187
Tabla IV.59. Relación de Población y género en las localidades del proyecto.....	187
Tabla IV.60. Composición de la población en los hogares de las localidades del proyecto.	188
Tabla IV.61. Población que habla lenguas indígenas en las localidades del proyecto	188
Tabla IV.62. Total de viviendas habitadas por localidades del proyecto	189
Tabla IV.63. Tipo de viviendas habitadas y ocupantes por localidad	189
Tabla IV.64 Disponibilidad de espacios dentro de las viviendas por localidad	190
Tabla IV.65. Características y servicios públicos de las viviendas por localidad	190
Tabla IV.66. Características de los derechohabientes por localidad.....	191
Tabla IV.67. Cifras de analfabetismo por localidad.....	192
Tabla IV.68. Niveles de asistencia escolar por localidad	193
Tabla IV.69. Niveles de educación por localidad	193
Tabla IV.70. Coordenadas de ubicación de los seis sitios de revisión para la identificación de zonas urbanizadas o con algún uso aparente dentro de la región	194
Tabla V.3. Descripción de actividades del proyecto en la etapa de Preparación del sitio.	210
Tabla V.4. Descripción de actividades del proyecto en la etapa de Construcción.....	211
Tabla V.5. Descripción de actividades del proyecto en la etapa de Operación y Mantenimiento.	212
Tabla V.9. Criterios de magnitud en la valoración de impactos ambientales.....	222
Tabla V.10. Criterios de importancia en la valoración de impactos ambientales	224
Tabla V.12. Resumen de valoración de magnitud e importancia del proyecto Presa Pilares ...	228
Tabla V.13. Matriz de significancia de impactos ambientales.	229
Tabla VI.2 Horarios y límites máximos permisibles del nivel sonoro (NOM-080-SEMARNAT-1994).....	244
Tabla VII.1 Valores de alimentación al modelo KSIM	253
Tabla VII.2. Modificación a 5 años.....	254
Tabla VII.3. Modificación a 10 años.....	255
Tabla VII.4 Modificación a 15 años.....	255

RELACION DE FIGURA

Fig. I.1. Ubicación geográfica del Municipio de Álamos, Sonora.....	2
Figura I.2. Localización de la Presa Bicentenario o Presa Pilares	3
Figura I.3. Ubicación del embalse y la boquilla de la Presa Bicentenario (Los Pilares).....	5
Figura II.1. Presa Adolfo Ruiz Cortínes “Mocúzari”	14



Figura II.2. Módulos del distrito de riego 038 aguas debajo de la presa Adolfo Ruiz Cortines, Municipio de Álamos, Estado de Sonora.....	17
Figura II.3 Corrientes naturales de la cuenca del Río Mayo	20
Figura II.4. Localización de bancos de materiales	24
Fig. II.5. Características geométricas de la cortina	28
Figura II.5 Modelación Hidráulica del sistema de presas	32
Figura II.6 Diagrama de flujo general de desarrollo del proyecto	38
Fig. II.7. Sitios propuestos	40
Figura II.8. Trayectoria al sitio del proyecto.	44
Figura II.9. Ubicación de los predios ubicados en el proyecto	45
Figura II.10. Detalle de los predios involucrados dentro del embalse del proyecto.	46
Fig. III.2. Ubicación del Área de Protección de Flora y Fauna “Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, con respecto al proyecto de la presa Bicentenario	68
Figura IV.1. Ubicación del proyecto en el contexto regional	81
Figura IV.2. Subcuenca involucrada.	82
Figura IV.3. Distribución poblacional donde se ubica el proyecto.	83
Figura IV.4. Regionalización de la presa Bicentenario por subcuencas.	85
Figura IV.5. Tipos de Climas en el proyecto	88
Figura IV.6 Temperatura media mensual (°C) de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto.	90
Figura IV.7 Variación de la precipitación media mensual (mm) de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto.	91
Figura IV. 8 Climograma para la estación “Adolfo Ruiz Cortines”	92
Figura IV. 9 Precipitación máxima en 24 hrs contra período de retorno para.....	94
la estación “Adolfo Ruiz Cortines”	94
Figura IV. 10. Precipitación máxima en 24 hrs, calculada con base a la función	95
Gumbel para dos poblaciones para diferentes períodos de retorno.....	95
Figura IV.11 Ubicación de la estación meteorológica "El Júpare".	96
Figura IV.12 Registro histórico de parámetros meteorológicos en estación El Júpare.	96
Figura IV.13 Diagramas de velocidad media por frecuencia (%) para cada mes, para la serie 2006 a 2009. La convención utilizada es la meteorológica (de donde proviene el viento).	98
Figura IV.14. Diagrama de frecuencia anual para la serie completa de los años comprendidos entre 2006-2009. La convención utilizada es la meteorológica (de donde proviene el viento). ..	99
Fig. IV.15 Diagrama explicativo del radio de impacto de un huracán.....	101
Figura IV.16 Trayectoria histórica de huracanes que han tenido una influencia sobre la región del proyecto entre 1951 y 2008. Los círculos concéntricos muestran el radio de impacto directo (62.5 millas náuticas) e impacto indirecto (125 millas náuticas), respectivamente sobre las costas del estado de Sonora. Clasificación según escala Saffir-Simpson.	101
Fig. IV.17 Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California. Período: 1971-1980. Categoría Saffir-Simpson.	102
Fig. IV.18 Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California. Período: 1981-1990. Categoría Saffir-Simpson.	102
Figura IV.19 Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California. Período: 1991-2000. Categoría Saffir-Simpson.	103
Figura IV.20 Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California. Período: 2001-2008. Categoría Saffir-Simpson.	103
Figura IV.21 Histograma de frecuencia de perturbaciones atmosféricas tropicales y de diagrama de retorno para la serie de 1955-2003.....	104



Figura IV.22. Geología del área del proyecto	106
Figura IV. 25 Localización de sismos de magnitud entre 3-5 en la escala Richter, ocurridos en los últimos años, en un radio de 100 km cercanos al área de estudio.	113
Figura IV.26 Ubicación del proyecto en la regionalización sísmica B.....	113
Figura IV. 27 Aceleración máxima del suelo. La región donde se ubica el Proyecto corresponde a la zona verde que representa el rango entre 0.4 y 0.8 m/s ² de aceleración máxima.....	114
Figura IV.28 Suelos presentes en el sitio del proyecto.	116
Figura IV.29 Hidrología superficial del proyecto.....	119
Figura IV. 30. Histograma de extracciones anuales de la presa Ruiz Cortines.	120
Figura IV.31. Embalse de la presa Los Pilares en función de la altura de cortina.	121
Figura IV.32. Comportamiento de la curva elevaciones áreas del sitio Los Pilares.....	122
Figura IV.33. Comportamiento de la curva elevaciones capacidades del sitio Los Pilares.....	122
Figura IV.34. Imagen satelital que muestra la superficie a inundar para una cortina de 15 m de altura.	123
Figura IV.35. Imagen satelital que muestra la superficie a inundar para una cortina de 35 m de altura.	123
Figura IV.36. Imagen satelital que muestra la superficie a inundar para una cortina de 55 m de altura.	124
Figura IV.37. Imagen satelital que muestra la superficie a inundar para una cortina de 75 m de altura.	124
Figura IV.38. Comparación entre entradas y salidas de la presa Los Pilares vs demandas en Mocúzari.....	128
Figura IV.39 Hidrología subterránea del proyecto.....	130
Figura IV. 40 Tipos de vegetación y uso del suelo en el área del proyecto.	136
Fig. IV.41. Mapa de distribución del Jaguar. Conabio 2006.	159
Fig. IV.42 Componente abiótico del paisaje.....	163
Fig. IV.43 Componente biótico del paisaje.....	163
Fig. IV.44 Componente antropico	164
Fig. IV 45. Rasgos geomorfológicos e hidrológicos de referencia en la evaluación del paisaje	164
Fig. IV 46. Puntos de referencia en la evaluación del paisaje	165
Fig. IV.47. Punto de observación 1.....	166
Fig. IV.48. Punto de observación 2.....	167
Fig. IV.49. Punto de observación 3.....	168
Fig. IV.50 Paisaje de Sierra con selva baja caducifolia.....	172
Fig. IV.51 Paisaje de Laderas con selva baja caducifolia	173
Fig. IV.52 Paisaje Ripario	175
Fig. IV.54 Paisaje de formaciones rocosas.....	177
Figura IV.42. Comportamiento poblacional de Las Choyitas	178
Figura IV.54. Comportamiento poblacional de Miramar	179
Figura IV.55. Comportamiento poblacional de Mochibampo.....	180
Figura IV.56. Comportamiento poblacional de Chorijoa.....	181
Figura IV.57 Comportamiento poblacional de Mesa Colorada	182
Figura IV.58. Ubicación del sitio 1 exploratorio del proyecto.....	194
Figura IV.59. Ubicación del sitio 2 exploratorio del proyecto.....	195
Figura IV.60. Ubicación del sitio 3 exploratorio del proyecto.....	196
Figura IV.61. Ubicación del sitio 4 exploratorio del proyecto.....	197
Figura IV.62. Ubicación del sitio 5 exploratorio del proyecto.....	198
Figura IV.63. Ubicación del sitio 6 exploratorio del proyecto.....	199



Figura V.1. Relaciones causa-efecto sobre el medio físico, durante la etapa de preparación del sitio y construcción	204
Figura V.2. Relaciones causa-efecto sobre vegetación terrestre, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.....	205
Figura V.3. Relaciones causa-efecto sobre fauna silvestre, durante la etapa de preparación del sitio y construcción	205
Figura V.4. Relaciones causa-efecto durante todas las etapas del proyecto.	206
Figura VI.1 Aspectos esenciales relacionados con las Medidas de Mitigación y la calidad del proyecto.	240

RELACION DE ANEXOS

- ANEXO 1. DOCUMENTACION LEGAL DEL PROMOVENTE**
 - ANEXO 1A. ACTA CONSTITUTIVA**
 - ANEXO 1B. PODER DEL REPRESENTANTE LEGAL**

- ANEXO 2. CONTRATOS DE AUTORIZACION**

- ANEXO 3. PLANOS DEL PROYECTO**

- ANEXO 4. MATRICES DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

- ANEXO 5. ESTUDIOS BASICOS**
 - ANEXO 5A ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LOS HABITANTES DEL SITIO DEL PROYECTO**
 - ANEXO 5B ESTUDIO PETROGRAFICO**
 - ANEXO 5C. ESTUDIO HIDROLOGICO**
 - ANEXO 5D. ESTUDIO GEOFISICO-GEOTECNICO Y DE MATERIALES**

- ANEXO 6. MEMORIA FOTOGRÁFICA**



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

I.1 Datos generales del proyecto

1. *Clave del proyecto (Para ser llenado por la Secretaría)*

Clave:

2. *Nombre del proyecto*

Presa Bicentenario.

3. *Datos del sector y tipo de proyecto*

3.1 *Sector*

Hidráulico

3.2 *Subsector*

Presa

3.3 *Tipo de proyecto*

Presa de contención y almacenamiento

4. *Estudio de riesgo y su modalidad*

No aplica por el tipo de proyecto, el cual no contempla el uso de sustancias peligrosas y por lo tanto no se considera una actividad de riesgo.



5. Ubicación del proyecto

La presa Bicentenario se localiza aproximadamente a 44 km (de cortina a cortina) arriba de la presa Adolfo Ruiz Cortines (Presa Mocuzarit) y a 5 km de la población de San Bernardo en el Municipio de Álamos, Sonora y a 104 km al noreste de la ciudad de Navojoa, sobre el río Mayo, lo cual permite el acceso y la interconexión con la infraestructura existente en la zona. La figura N° I.1. muestra la ubicación geográfica del Municipio de Álamos y la Fig. I.2, la localización del proyecto a nivel regional con respecto a la Presa Adolfo Ruiz Cortines y la Ciudad de Navojoa, Sonora. Al proyecto se accede a través de 55 km de carretera pavimentada entre la Ciudad de Navojoa hasta la Ciudad de Álamos para de ahí tomar aproximadamente 49 km de terracería hasta la población de San Bernardo en el mismo municipio.

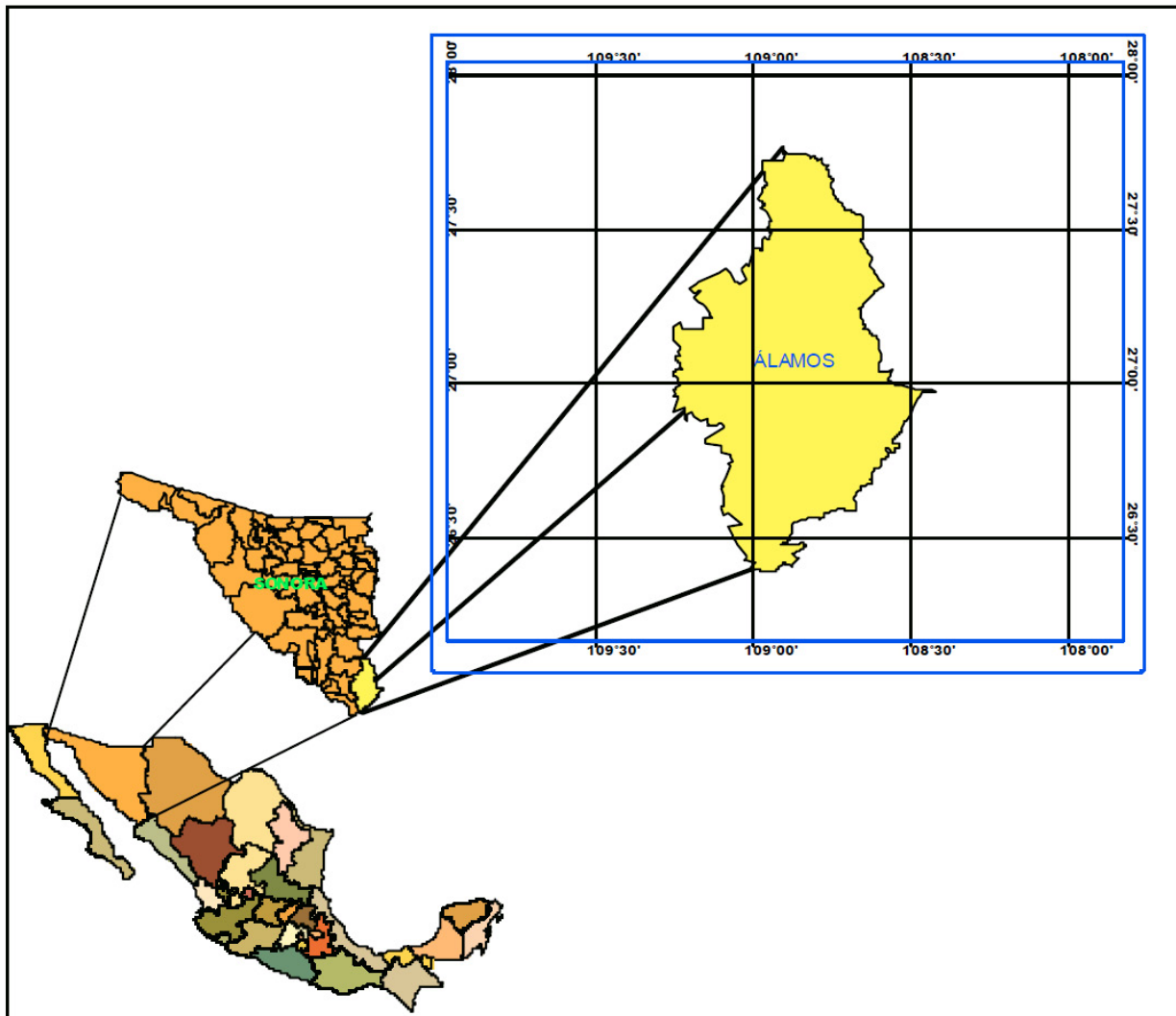


Fig. I.1. Ubicación geográfica del Municipio de Álamos, Sonora.



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

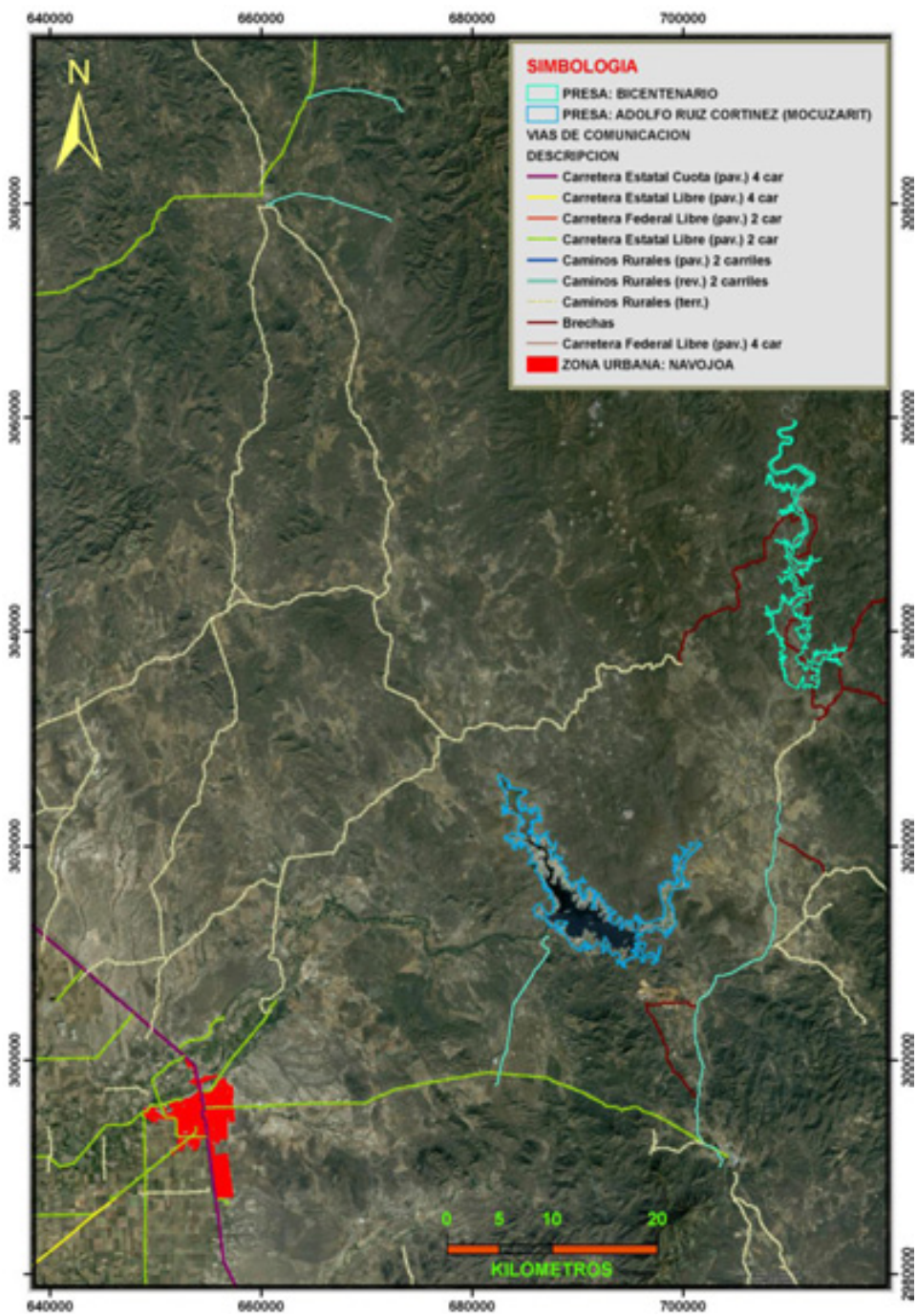


Figura I.2. Localización de la Presa Bicentenario o Presa Pilares



5.1. Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal

Las obras de cabeza del proyecto de embalse y presa que se pretende construir, se ubican a 2 km de la comunidad denominada San Bernardo, Municipio de Álamos, en el Estado de Sonora.

5.2. Código postal

No aplica

5.3. Entidad federativa

Sonora

5.4. Municipio(s) o delegación(es)

Municipio de Álamos

5.5. Localidad(es)

Las principales comunidades involucradas son San Bernardo, Las Choyitas, Miramar, Mochibampo, Chorijoa y Mesa Colorada, Setajaqui, Las Garzas, Cuchuhuerito y Los Pilares, sitios donde se ubica el proyecto (Ver Fig. I.3), así como las localidades beneficiadas de toda la Región del Valle del Mayo correspondientes al Distrito de Riego del Río Mayo No. 038 y que son principalmente Navojoa, Etchojoa y Huatabampo.

5.6. Coordenadas geográficas y/o UTM, de acuerdo con los siguientes casos según corresponda:

Debido a que se trata de proyectos cuya infraestructura y actividades se distribuyen dispersos en una zona o región se proporcionan las coordenadas que definen el eje de la boquilla y las coordenadas completas del embalse se incluyen en el anexo 3 del presente documento. La boquilla de la Presa Bicentenario se ubica sobre el Río Mayo, unos 1,400 m aguas arriba del sitio de la estación hidrométrica de San Bernardo. Las coordenadas que definen su eje son 27°25'14.70" latitud norte y 108°51'39.27" longitud oeste. Las siguientes figuras muestran una secuencia de imágenes donde se puede observar la zona de ubicación del proyecto. En dichas figuras puede observarse al mismo tiempo la ubicación de las poblaciones y caminos afectados por el embalse con el NAMO a la elevación 228.28 msnm. Para mayor detalle ver planos del anexo 3 de este documento.

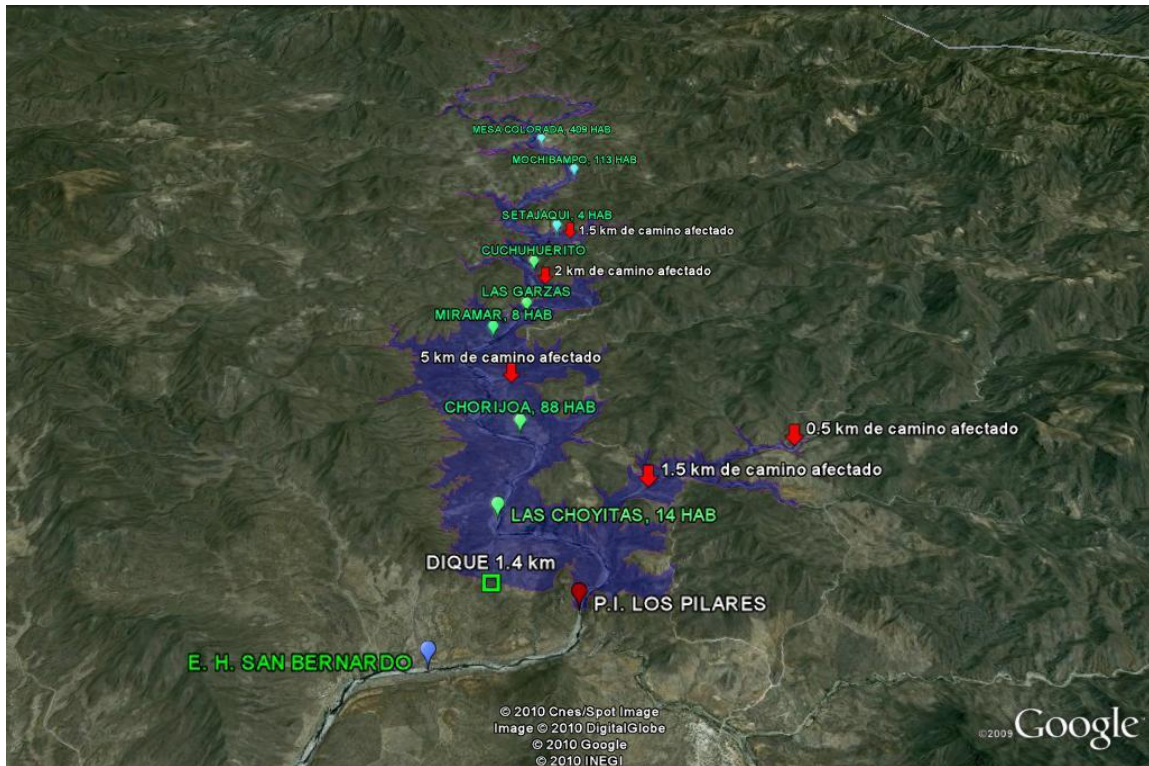


Figura I.3. Ubicación del embalse y la boquilla de la Presa Bicentenario (Los Pilares)

Las coordenadas que definen el embalse sobre la cota del Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) de 232 msnm, se muestran en el plano de coordenadas del embalse del anexo 3.

6. Dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:

El proyecto en cuestión corresponde a la construcción de una presa de almacenamiento para el control de inundaciones, a base de cortina de concreto compactada con rodillos, incluye obra de desvío, obra de toma y vertedor de demasías. La cortina quedará empotrada en ambas márgenes a la elevación de 232 metros. El proyecto pretende embalsar un volumen de 486.418 Mm³ en una superficie total de 2,760 hectáreas. Los datos técnicos correspondientes a las dimensiones del proyecto se muestran en la Tabla I.2.

**Tabla I.1. Dimensiones del proyecto**

Corriente controlada:	Río Mayo
Area de la cuenca:	7,008.25 km ²
Capacidad total:	486.418 Mm ³
Capacidad ordinaria:	443.798 Mm ³
Capacidad de azolves:	4.864 Mm ³
Capacidad muerta:	5.672 Mm ³
Elevacion de la corona de la cortina:	232.00 msnm
Elevacion lecho del rio:	164.00 msnm
Elevacion del N.A.M.E.:	232.06.00 msnm
Elevacion del N.A.M.O.:	228.00 msnm
Elevacion Umbral de toma:	180.00 msnm
Elevacion de azolves:	179.00 msnm
Elevacion desagua de fondo:	165.00 msnm
Elevacion cresta vertedora:	228.00 msnm
Capacidad maxima de la toma:	Q=20.00 m ³ /s
Capacidad desague de fondo:	Q=20.00 m ³ /s
Gasto maximo avenida por controlar (Tr=1,000 anos):	6,116.38 m ³ /s
Gasto maximo probable (Tr=10,000 anos):	7,657.54 m ³ /s
Longitud del vertedor:	250.00 m
Longitud de la cortina:	230.00 m
Ancho de la corona:	10.00 m
Gasto maximo del vertedor:	400.00 m ³ /s
Avenida maxima considerada:	4,087 m ³ /s

El proyecto de la Presa Bicentenario o presa pilares, se integrara conjuntamente con la Presa Adolfo Ruiz Cortines para formar un sistema de presas con el objetivo común de tener un sistema de embalses para el control de avenidas y la regulación de escurrimientos aguas arriba, a fin de mejorar el sistema de operación de ambas, disminuir los derrames por su obra de excedencias y evitar inundaciones. La presa Adolfo Ruiz Cortines se integra por una cortina del tipo CCR y un diques con sección transversal similar al de la cortina, está provista en su margen izquierda de una obra de toma constituida por dos túneles utilizados para el desvío durante la construcción.

En el periodo de 1986 a 1992 la presa Adolfo Ruíz Cortines se sobre elevó con el propósito básico de controlar las avenidas del río Mayo, para proteger contra inundaciones a las localidades asentadas a lo largo de la corriente, así como a los intereses que se han desarrollado en la zona.

La sobreelevación de la presa consistió en aumentar 4.50 m la altura de la cortina y los diques, así como el piso de maniobras de la toma; así mismo, la cresta del vertedor se sobre elevó 5.23 m y en la parte central del cimacio se alojó una estructura de control de 51.90 m de longitud, provista de 5 compuertas radiales sobre una cresta vertedora situada a la elevación 130.82 msnm. El vertedor tiene capacidad de diseño para descargar un gasto máximo de 7,450 m³/s.



Área del embalse.

6,447 ha a la elevación 135.00 msnm, cresta del vertedor.

7,692 ha a la elevación 140.11 msnm, nivel de aguas máximas.

Capacidades del vaso de la Presa Mocuzarit en millones de m³.

La capacidad total hasta la elevación 145.47 msnm es de 1,825.10 Mm³; la capacidad de azolves es de 100 Mm³; la capacidad útil hasta la elevación 135.00 (NAMO), es de 1,014.00 Mm³ y la capacidad de superalmacenamiento hasta la elevación 145.47 (NAME) es de 711.00 Mm³.

Actualmente se tiene un volumen estimado de 28 millones de metros cúbicos de azolves.

I.2 Datos generales del promovente

1. Nombre o razón social

Distrito de Riego del Río Mayo, S. de R.L. de I.P. y C.V.

Ver Acta constitutiva en Anexo 1



***1.3* Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental**

1. Nombre o razón social

Ing. Jesús Enrique Flores Ruiz



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO



II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Generalidades del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El presente proyecto consiste en regular los escurrimientos aguas arriba de la Presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzarit) a través de un embalse para control de avenidas, a fin de mejorar la operación de esta presa, disminuir los derrames por su obra de excedencias y contribuir a la satisfacción de la demanda de riego al establecer una política de operación del conjunto de presas. Las dimensiones del nuevo embalse están condicionadas a las características topográficas y geológicas del sitio seleccionado para su construcción, así como a la política de operación de la presa Mocúzarit.

El proyecto se ubica sobre el río Mayo, en un sitio localizado a aproximadamente 5 km al noroeste del poblado San Bernardo, en el estado de Sonora. Es posible acceder al sitio partiendo de la ciudad de Navojoa y tomar la carretera federal Navojoa-Alamos, para posteriormente tomar el camino de terracería que lleva al poblado de El Tabelo y llegar al pueblo de San Bernardo; el recorrido es de 104 km aproximadamente.

La boquilla de la presa se localiza en las coordenadas 27° 25' 14.70" latitud Norte y 108° 51' 39.27" longitud Oeste. El proyecto se compone de una cortina tipo rígida de sección gravedad de concreto en la boquilla y un dique del mismo material en el puerto adyacente margen derecha que cierra el vaso de almacenamiento. La altura máxima de la cortina será de 78 m y la altura del dique tendrá un promedio de 25 m.

Las condiciones ideales desde el punto de vista estructural y de impermeabilidad señalan la alternativa de obras de contención de cortina y dique como secciones rígidas de concreto como la más favorable, por otra parte al definir el tipo de cortina y dique más conveniente para la presa proyectada se tomo como alternativa más adecuada la de Concreto Compactada con Rodillos.

La torre de la obra de toma y desagüe de fondo tendrá su piso de operación en la elevación 165.00 msnm, y aunque el nivel de azolves está en la elevación 179.00 (4.864 millones de m³), el desplante de su cimentación estará a la elevación 164.00 msnm.

En las paredes de cada torre de operación se dejarán seis vanos en los que se colocarán compuertas para controlar las extracciones; tres en la cara de aguas arriba (compuertas de emergencia y otros tres en el interior de la torre, en el muro de aguas abajo (compuertas de emergencia). El vertedor en este caso será del tipo cresta libre recta y estará compuesto por un canal de acceso, una estructura de control consistente en un cimacio de cresta libre, un tanque amortiguador y un canal de descarga el cual se ha proyectado como un canal trapecial a cielo abierto, y como estructura terminal para disipar la energía se tiene una cubeta deflectora.



El principal objetivo de este aprovechamiento es el control de avenidas. Se plantea como política de operación del proyecto, la regulación de la corriente en función de las demandas de riego, es decir, el embalse formado impondrá regulación en los gastos que presente el río, los cuales serán extraídos según los requerimientos del sistema de embalses Los Pilares – Adolfo Ruiz Cortines.

En esta etapa de estudio, el diseño de estructuras es a nivel conceptual, por lo tanto, están sujetas a optimizaciones o cambios en el diseño en etapas posteriores los cuales afectarán el catálogo de conceptos contenido en este documento.

Cada una de las estructuras que componen el proyecto Los Pilares, están diseñadas a partir de cartografía escala 1:50,000 con curvas de nivel a cada 20 m y con los escurrimientos registrados en la estación hidrométrica San Bernardo y extracciones de la presa Adolfo Ruiz Cortines (El Mocuzarit), ambas presas operaran como un sistema.

En el periodo de 1986 a 1992 la presa Adolfo Ruíz Cortines se sobre elevó con el propósito básico de controlar las avenidas del río Mayo, para proteger contra inundaciones a las localidades asentadas a lo largo de la corriente, así como a los intereses que se han desarrollado en la zona, sin embargo esta sobreelevación en la actualidad no ha sido suficiente debido a los desastres presentados por las inundaciones.

La sobreelevación de la presa consistió en aumentar 4.50 m la altura de la cortina y los diques, así como el piso de maniobras de la toma; así mismo, la cresta del vertedor se sobre elevó 5.23 m y en la parte central del cimacio se alojó una estructura de control de 51.90 m de longitud, provista de 5 compuertas radiales sobre una cresta vertedora situada a la elevación 130.82 msnm. El vertedor tiene capacidad de diseño para descargar un gasto máximo de 7,450 m³/s.

Los datos de la presa Adolfo Ruiz Cortines son los siguientes:

Área del embalse.

6,447 ha a la elevación 135.00 msnm, cresta del vertedor.

7,692 ha a la elevación 140.11 msnm, nivel de aguas máximas.

Capacidades del vaso en millones de m³.

La capacidad total hasta la elevación 145.47 msnm es de 1,825.10 Mm³; la capacidad de azolves es de 100 Mm³; la capacidad útil hasta la elevación 135.00 (NAMO), es de 1,014.00 Mm³ y la capacidad de súper almacenamiento hasta la elevación 145.47 (NAME) es de 711.00 Mm³.

Actualmente se tiene un volumen estimado de 28 millones de metros cúbicos de azolves.



II.1.2 Justificación y objetivos

En los últimos años los principales desastres en el estado de Sonora son los generados por las inundaciones a consecuencia de las lluvias extraordinarias locales y los ciclones tropicales en las regiones de Guaymas-Empalme, valle del yaqui y muy en especial en el valle del Mayo, comprendido por los municipios de Navojoa, Etchojoa y Huatabampo que son zonas topográficamente planas y bajas que al inundarse provocan daños muy severos en la agricultura, en vivienda, en infraestructura, en muertes, que generan un costo económico, desajusta la estructura social y funcionamiento de la misma.

Específicamente en el área del valle del mayo actualmente, no se requiere de eventos extraordinarios para que se presenten inundaciones, hay registros de eventos de relativa poca magnitud, con marcada frecuencia en esta área, que provocan serios daños.

Con el fin de entender el problema se ha realizado una investigación exhaustiva sobre dicho eventos hidrometeorológicos de magnitud variables y sus consecuencias. Las lluvias extraordinarias y atípicas, la infraestructura hidráulica insuficiente para el control de avenidas del Río mayo, la insuficiencia de infraestructura pluvial en el área urbana, la degradación del cauce del río Mayo han hecho que los desbordamientos e inundaciones aumenten a través del tiempo.

Es impactante que a pesar de que se sobre elevó la presa el Mocuzarit exclusivamente para el control de avenidas y protección contra inundaciones en la cuenca baja, la historia reciente nos habla de 5 eventos de inundación con daños muy severos en toda la región a tan solo 20 años de haberse sobre elevado, lo que manifiesta que dicha sobreelevación fue insuficiente para evitar las inundaciones en el valle del mayo.

Las acciones tomadas para la prevención como la inspección del río en épocas de lluvia, la limpieza del cauce y arreglos de taludes son del tipo funcional mismo que no resuelven el problema del desbordamiento e inundaciones por lo que se requiere de un proyecto integral que considere tanto una regulación más efectiva en la cuenca alta, como las afectaciones de la cuenca baja.

La presa Bicentenario (Pilares) tiene como finalidad el control las avenidas del río Mayo para evitar las inundaciones en su cuenca baja. El presente proyecto tiene también como objetivo analizar las ventajas de construir un embalse de control de avenidas y regulación de escurrimientos aguas arriba de la Presa Adolfo Ruiz Cortínes (Mocúzarit), a fin de mejorar la operación de esta presa, disminuir los derrames por su obra de excedencias y contribuir a la satisfacción de la demanda de riego del Distrito Río Mayo No.038 al establecer una política de operación del conjunto de presas.

Las dimensiones del nuevo embalse están condicionadas a las características topográficas y geológicas del sitio seleccionado para su construcción, así como a la política de operación de la presa Mocúzarit. Se ha considerado como sitio para la nueva presa el denominado Los Pilares, ubicado a unos 41 kilómetros aguas arriba de la cortina de la presa Mocúzarit; en virtud de ello, a este sitio se le denominará como Proyecto Presa Bicentenario o Presa Pilares.



Tomando en cuenta lo anterior, fue necesario analizar el comportamiento histórico de la operación de la presa Adolfo Ruiz Cortines, (Mocúzarit) y, posteriormente, plantear políticas generales de extracción de agua que permitieran realizar la simulación del sistema de embalses Bicentenario – Mocúzarit. Bajo esta condición fue necesario puntualizar que la operación del embalse del proyecto Presa Bicentenario tendría como objetivo fundamental el control de escurrimientos normales y extraordinarios en el río Mayo, para su aprovechamiento en la presa Adolfo Ruiz Cortines y en el Distrito de Riego 038.

Debe ser mencionado que los estudios previos realizados permitieron dimensionar el proyecto estableciendo sus características generales, proponer el grupo de obras que lo integran, obtener el estimado de inversión y establecer la política de operación que contribuya a mejorar la operación de la presa Mocúzarit.

Los resultados del estudio, medidos como la contribución a la mejora de la operación de la presa Mocúzarit, la satisfacción de las demandas de riego y la disminución de las inundaciones por derrames, permitieron evaluar su factibilidad económica, decidir sobre la conveniencia de su construcción y establecer las recomendaciones sobre el proyecto, a fin de iniciar los trabajos de campo necesarios para establecer las características particulares del sitio y sus dimensiones definitivas.

Presa Adolfo Ruiz Cortines.

La presa Adolfo Ruiz Cortines fue construida con el propósito de aprovechar los escurrimientos del río Mayo con finalidades de riego y generación de energía eléctrica. La presa se localiza aproximadamente a 40 km al noreste de la ciudad de Navojoa, sobre el río Mayo, en el municipio de Álamos, estado de Sonora, como se muestra en la figura II.1. Se accede a través de 9 km de camino revestido, que parte aproximadamente del km 31 de la carretera Navojoa - Álamos.

El conjunto de obras de la presa Adolfo Ruiz Cortines se integra por una cortina del tipo de materiales graduados y tres diques con sección transversal similar al de la cortina, está provista en su margen izquierda de una obra de toma constituida por dos túneles utilizados para el desvío durante la construcción. En el periodo de 1986 a 1992 la presa Adolfo Ruiz Cortines se sobre elevó con el propósito básico de controlar las avenidas del río Mayo, para proteger contra inundaciones a las localidades asentadas a lo largo de la corriente, así como a los intereses que se han desarrollado en la zona. La sobreelevación de la presa consistió en aumentar 4.50 m la altura de la cortina y los diques, así como el piso de maniobras de la toma; así mismo, la cresta del vertedor se sobre elevó 5.23 m y en la parte central del cimacio se alojó una estructura de control de 51.90 m de longitud, provista de 5 compuertas radiales sobre una cresta vertedora situada a la elevación 130.82 msnm. El vertedor tiene capacidad de diseño para descargar un gasto máximo de 7,450 m³/s.

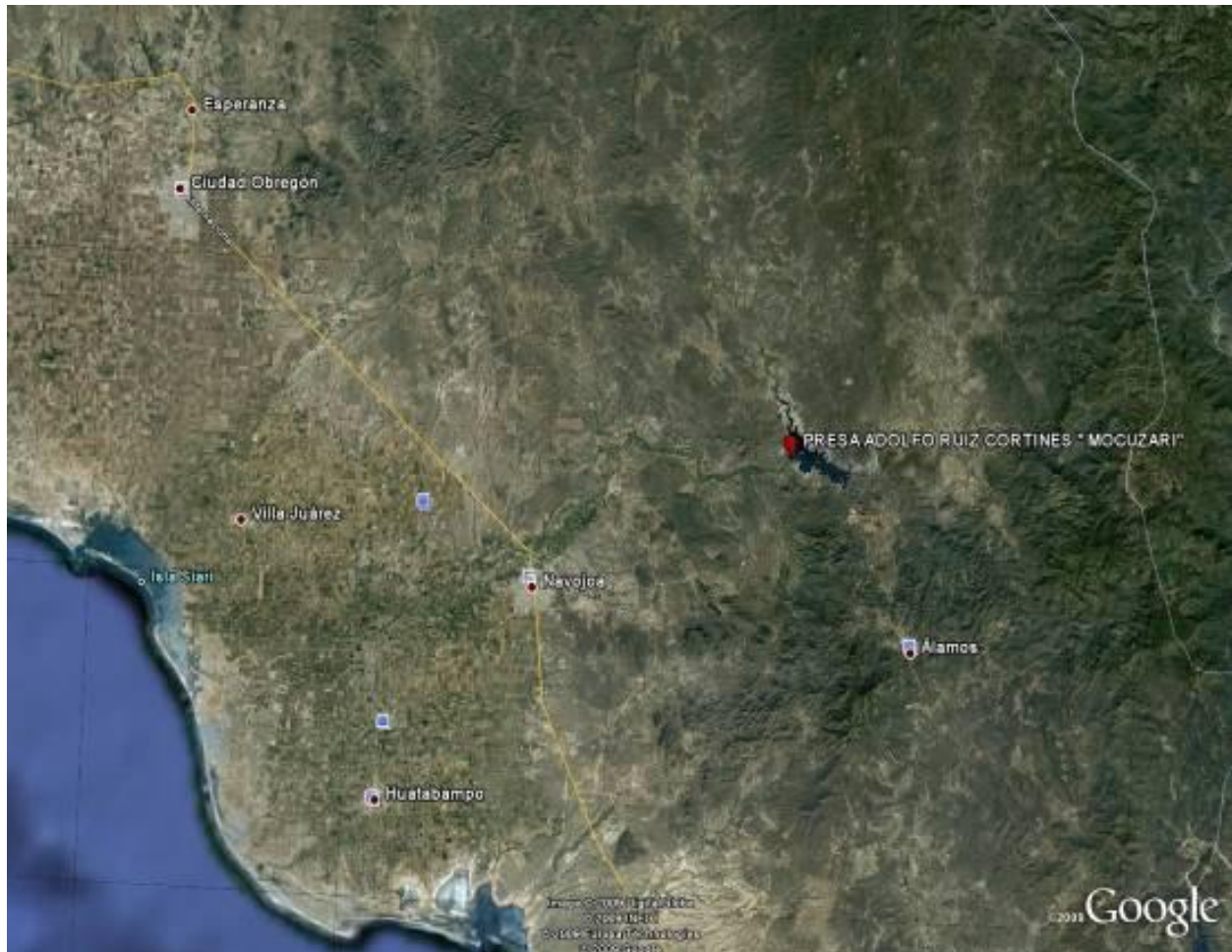


Figura II.1. Presa Adolfo Ruiz Cortines “Mocúzari”

Área del embalse:

- 6,447 ha a la elevación 135.00 msnm, cresta del vertedor.
- 7,692 ha a la elevación 140.11 msnm, nivel de aguas máximas.

Capacidades del vaso en millones de m³.- La capacidad total hasta la elevación 145.47 msnm es de 1,300 Mm³; la capacidad de azolves es de 100 Mm³; la capacidad útil hasta la elevación 135.00 (NAMO), es de 1,014.00 Mm³ y la capacidad de superalmacenamiento hasta la elevación 145.47 (NAME) es de 711.00 Mm³. Actualmente se tiene un volumen estimado de 28 millones de metros cúbicos de azolves.



Datos hidrológicos.- La presa se localiza sobre el río Mayo en el estado de Sonora y su cuenca representa un área total de de 10, 719 km². Los escurrimientos anuales en el periodo de 1930 a 1963 son los siguientes:

- Escurrimiento máximo: 2,346 Mm³
- Escurrimiento mínimo: 433 Mm³
- Promedio: 917 Mm³

La avenida máxima registrada se presentó el 14 de enero de 1949 con un gasto de 6,390 m³/s.

Distrito de Riego 038.

El distrito de riego cuenta con una superficie de 98,463 hectáreas, 16 módulos de riego y 11,602 usuarios.

De los últimos 54 años de registro, 25 de ellos han ocurrido con restricciones de agua al registrarse un gran número de eventos con aportaciones menores a 600 Mm³. En 20 años agrícolas se han registrado aportaciones extraordinarias desfogándose fuertes volúmenes por el río Mayo y la red de canales. Las principales características del distrito se muestran en la tabla II.1.

Tabla II.1. Principales características del distrito de riego 038 en el río Mayo

Fuente de Abastecimiento	Cantidad
Presa Adolfo Ruiz Cortines	1,386 Mm ³
Pozos profundos	150 Mm ³
Escurrimiento medio anual	1,000 Mm ³
Superficie empadronada	98,463 ha
No. usuarios	11,602
Longitud de canales :	
Principales	292 km
Secundarios	1,192 km
Longitud de drenes	747 km



Los municipios de Navojoa, Etchojoa y Huatabampo se encuentran ubicados en la cuenca baja, en lo que corresponde exactamente al Distrito de Riego N° 38, en el sur del estado. La Tabla II.2, muestra las características de cada uno de los municipios y sus localidades más importantes.

Tabla II.2. Municipios que conforman el Distrito de Riego No.038

Municipio	Extensión km ²	% Estado	% Nacional	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altura a.m.	Cabecera Municipal
Navojoa	4,381.00	2.36	0.22	27° 03'	109° 25'	33	Navojoa
Localidades	San Ignacio Cohuirimpo, Guadalupe de Juárez, El Guayparín, Tetanchopo, Santa María del Baraje, Agiabampo, Pueblo Viejo, Masiaca y Bacabachi.						
Etchojoa	1,220.23	0.66	0.06	26° 52'	109° 39'	13	Etchojoa
Localidades	Bacobampo, Bacame Nuevo, Basconcobe, Buaysiacobe, Jecopaco, Chucárit, Las Guayabas, La Bocana, Jitonhueca, pueblo viejo, Campanichaca, Colonia Nacozari						
Huatabampo	1,169.92	0.63	0.06	26° 50'	109° 39'	10	Huatabampo
Localidades	Ejido La unión, Yavaros, Sahuaral de Otero, Etchoropo, Huatabampito, Moroncárit, Agiabampo, Estación Luis, Las Bocas, El Caro, Citavaro, Pozo Dulce y El Júpate						

Uno de los principales problemas que se presenta en el Distrito 038 es el sobredimensionamiento en más de 20 mil hectáreas en relación a la capacidad de almacenamiento y de la capacidad de la red de distribución, además de una creciente demanda de riego de terrenos que tradicionalmente lo han recibido y que se encuentran en las partes bajas del distrito fuera del perímetro de riego, como se muestra en la figura II.2.

En el Anexo 5 del presente documento relacionado con los estudios básicos se incluye el estudio hidrológico de la cuenca en donde se hace un análisis de las extracciones de la Presa Adolfo Ruiz Cortines y el comportamiento de las demandas de riego del distrito 038. A raíz de estos análisis se generó la propuesta de demanda de la presa Bicentenario en el sitio Los Pilares.

Los criterios básicos del presente proyecto son:

Técnico: construir un embalse de control de avenidas y regulación de escurrimientos aguas arriba de la Presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari), a fin de mejorar la operación de esta presa, disminuir los derrames por su obra de excedencias y contribuir a la satisfacción de la demanda de riego, para el Distrito de Riego 038 Río Mayo.

Social: desalojar y reubicar a la población que va a ser afectada por el embalse de la presa, de manera que se provoque el menor número de impactos negativos en ella.

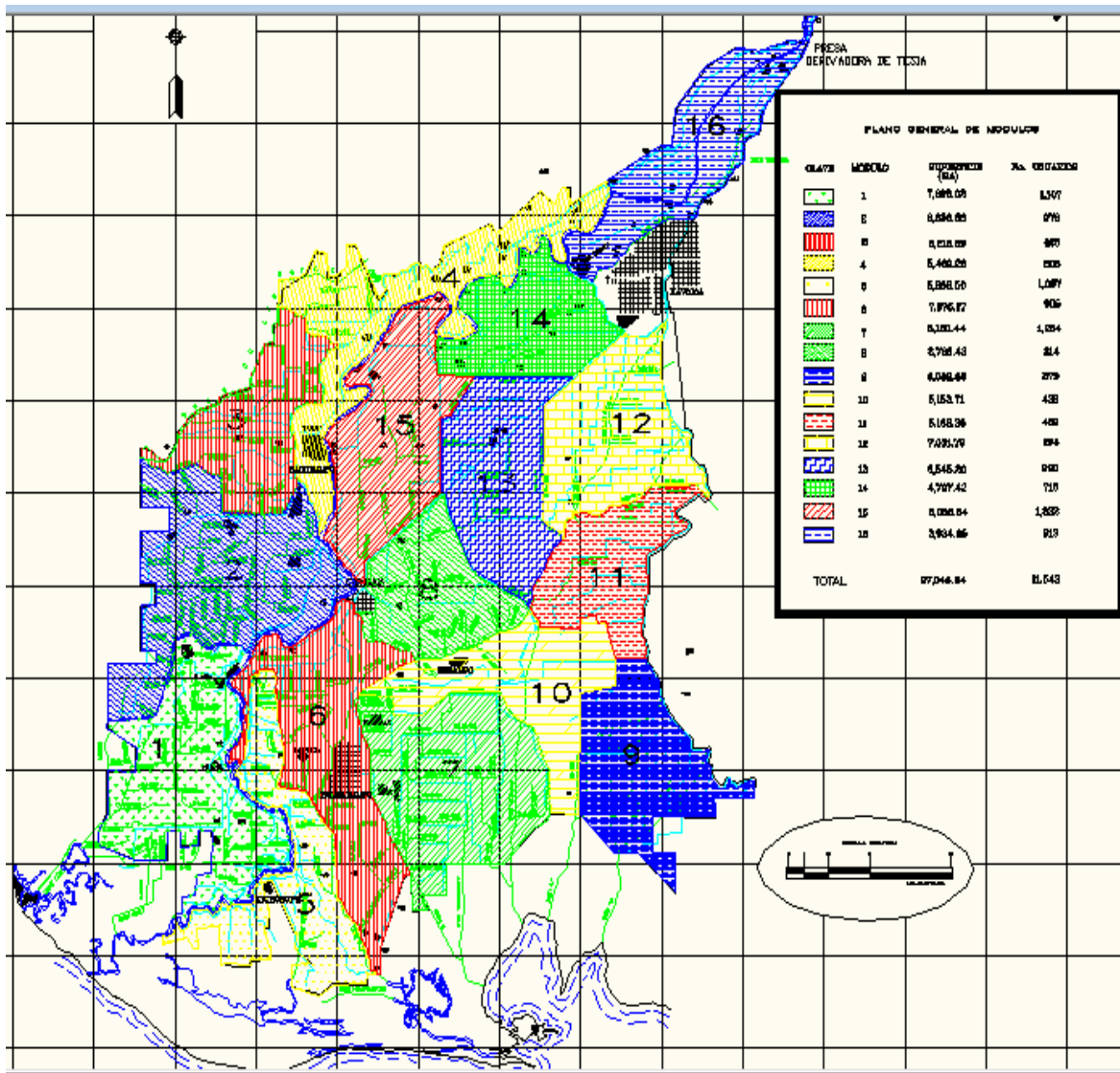


Figura II.2. Módulos del distrito de riego 038 aguas debajo de la presa Adolfo Ruiz Cortines, Municipio de Álamos, Estado de Sonora.

Beneficiarios directos:

El distrito de riego (DR) 038 Río Mayo localizado al sur del estado de Sonora, en la región administrativa # 2 de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Abarca los municipios de Navojoa, Etchojoa y Huatabampo. Beneficiando una superficie física de 97,881 Ha. En la cuenca baja del río mayo, Superficie regable: 96,951 Ha. El distrito de riego DR 038 está dividido en 16 módulos de riego (Fig. II.2.) y una Sociedad de Responsabilidad Limitada (S de RL). La S de RL administra, conserva y opera la red mayor y los módulos de riego se encargan de la red menor.



De acuerdo con el DR 038 Río Mayo, hay 11,4091 usuarios, de los cuales 7,591 (66.5%) pertenecen al sector social, 3,721 (32.6%) al sector privado y 97 (.86%) a la modalidad de ejidos colectivos. El agua de riego proviene de dos fuentes, una es el río Mayo, cuyo flujo de agua es controlado a través de la presa Adolfo Ruiz Cortínes y. la otra fuente es el agua de subterránea extraída a través de pozos de bombeo.

Afectados: “Beneficiarios indirectos”:

Los afectados por el vaso de inundación de la presa Los Pilares incluye unos 636 habitantes, que actualmente viven en 8 pequeños asentamientos y rancherías. Se distribuyen de la siguiente manera: Mesa Colorada 409 habitantes, Mochibampo 113 habitantes, Chorijoa 88 habitantes, Las Choyitas 14 habitantes, Miramar 8 habitantes, Setajaqui 4 habitantes, Las Garzas s/d, Cuchuhuerito s/d, 4 habitantes; Los Pilares 6 habitantes, todos localizados en la cuenca media del río Mayo. De los asentamientos, dos son ejidos a los que pertenecen el resto de las localidades, y dos localidades que están conformadas por pequeños propietarios.

Con respecto de los aspectos legales que guardan los terrenos del área de inundación de la presa, se tiene acordado con los ejidatarios de la zona que se les indemnizará conforme a la ley quienes manifestaron estar de acuerdo en cooperar con las instituciones de Gobierno encargadas de impulsar el proyecto, por lo que se considera legalmente factible de ejecutar. El anexo 2 incluye los contratos entre los propietarios de los terrenos y el Gobierno del Estado de Sonora.

II.1.3 Inversión requerida

El proyecto tiene un costo total estimado de \$1,532'261,965.00 La Tabla II.3 muestra las cantidades estimadas de los conceptos principales y estimación de costos directos.

Tabla II.3. Inversión estimada

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (PESOS)
Terraplen	m³	202,500	65.00	13,162,500.00
Pantalla	m2	980	7,800.00	7,644,000.00
Excavacion	m³	445,000	65.00	28,925,000.00
CCR	m³	780,435	1,040.00	811,652,400.00
Concreto reforzado	m³	132,678	2,730.00	362,210,940.00
Concreto plantilla	m³	26,933	1,950.00	52,518,375.00
Concreto C. Maquinas	m³	30,375	2,730.00	82,923,750.00
Subtotal:				1,359,036,965.00
Linea de transmision	km	3	650,000.00	1,950,000.00
Caminos	km	7	325,000.00	2,275,000.00
Equipo electromecanico	Lote	1	130,000,000.00	130,000,000.00
Trabajo de campo, diseno, supervision y administracion	Lote	1	39,000,000.00	39,000,000.00
Total:				1,532,261,965.00

¹ Información proporcionada por el Distrito de Riego 038. 17 de abril del 2010. De acuerdo al Informe Final, Proyecto Integral Los Pilares, Río Mayo, Sonora, son 11,717 usuarios, en una superficie de 96,223 Ha, (marzo del 2010).



II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Características del proyecto.

La zona de estudio se localiza en la parte Sur Este del Estado de Sonora, en el municipio de Álamos. La boquilla se encuentra ubicada sobre el río mayo.

La cuenca hidrológica del Río Mayo drena la parte poniente de la Sierra Madre Occidental y conduce las aguas al Golfo de California. El Río Mayo es la principal corriente natural de las aguas superficiales de dicha cuenca, actualmente regulada a través del vaso de almacenamiento en la presa Adolfo Ruiz Cortines "El Mocuzarit".

La cuenca del Río Mayo, se divide en dos regiones:

Cuenca Alta.- Queda comprendida entre la Presa Adolfo Ruiz Cortines "Mocúzarit" y el parteaguas de las cuencas de los Ríos Fuerte y Yaqui, a elevaciones de 100 a 2,800 msnm, formada por una región montañosa de fuertes acantilados, valles estrechos y lomeríos; los recursos naturales en la zona son minería, bosques, pastizales y agricultura de temporal.

Cuenca Baja.- Comprendida por debajo de los 100 msnm, con topografía de lomeríos suaves y la planicie donde se asienta el Distrito de Riego No. 038, Río Mayo, considerado entre los más tecnificados del país, concentrando el 98% de la población de la cuenca que representa el 12% de la población estatal. Dentro del área de estudio existe la Presa de Almacenamiento Adolfo Ruiz Cortines, "Mocuzarit".

En la Figura siguiente se muestran las corrientes naturales de la cuenca hidrológica del Río Mayo, resaltando el DR. 038 y el Río Mayo, que es la corriente principal de la misma; el Río Mayo se forma por la confluencia de los ríos Moris y Candameña en las partes altas de la cuenca. Cabe resaltar que la mayoría de las corrientes naturales son del tipo intermitente, y que el flujo del Río Mayo es detenido en el embalse de la presa Mocuzarit, por lo que la corriente aguas abajo es prácticamente nula, utilizándose ocasionalmente como una vía de desfogue en casos de emergencia.

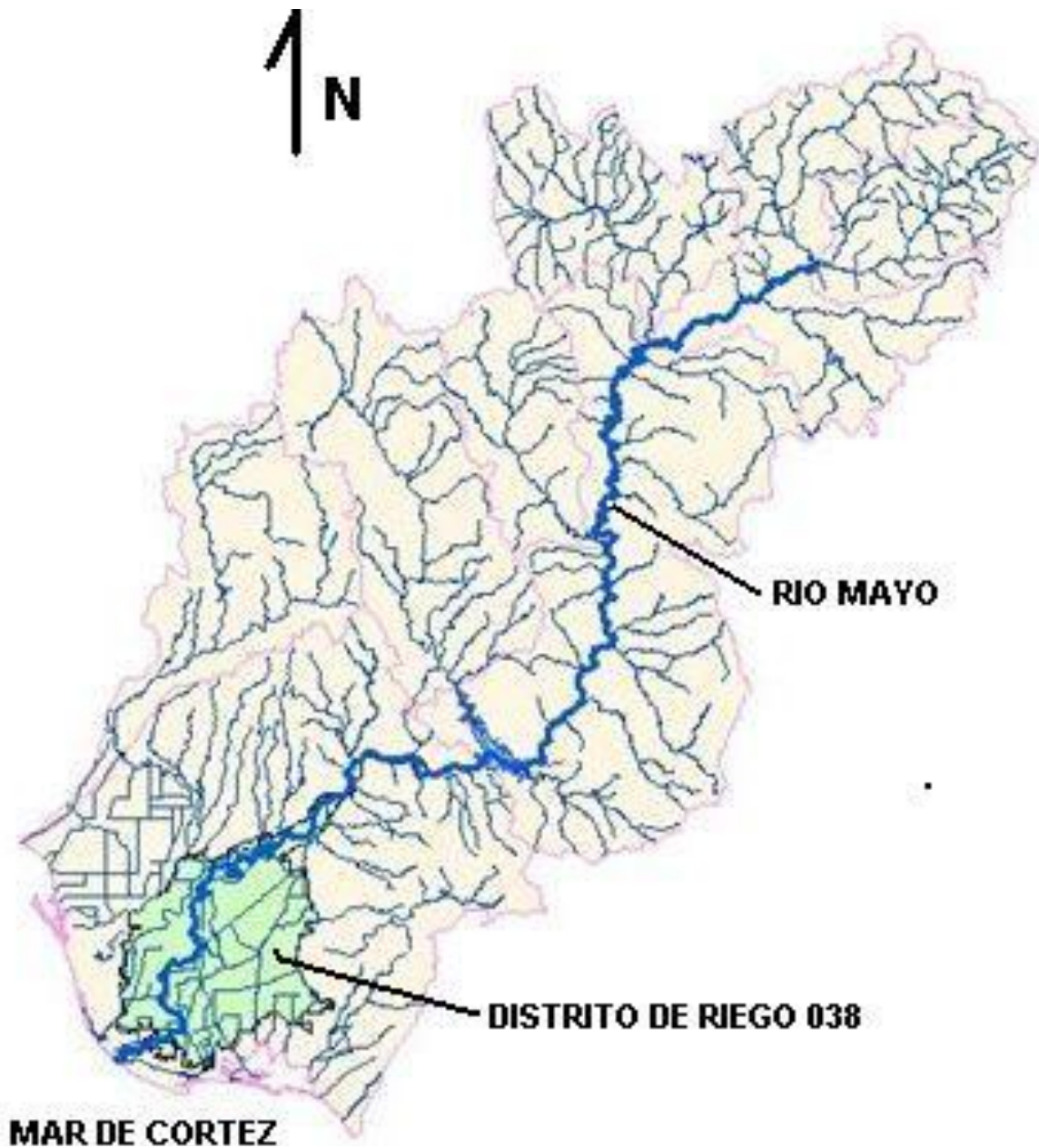


Figura II.3 Corrientes naturales de la cuenca del Río Mayo

Las características generales de la cuenca se presentan en el cuadro II.5 Del análisis de la información cartográfica se identificó el límite de la cuenca, la cual hasta el sitio del eje de la cortina tiene un área drenada total de 11,130 km², mediante 2 subcuencas, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla II.4. Área total de la Cuenca**

CUENCA	AREA Km²
Área Total de la Cuenca:	15,466 km ² .
Longitud del Río Mayo	350 km
Cuenca de la Presa Adolfo Ruiz Cortines	11,130 km ²
Escorrentamiento medio anual	1,040 Mm ³

Para la regulación y control de avenidas sobre el Río Mayo para evitar desbordamiento y por consiguiente daños por inundación fue necesario concebir el Proyecto de la Presa Bicentenario como un proyecto de manera integral que considerara en primera instancia la regulación de la cuenca alta del Río Mayo. En términos generales, el proyecto de la Presa “Bicentenario”, contempla las siguientes estructuras: presa, sección vertedora y no vertedora, conducto de desvío, ataguías y conducto de toma. El detalle de obra de los elementos principales de la presa, se muestran en el Anexo 3 correspondiente a los planos del proyecto.

La ubicación de la boquilla se encuentra en el sitio conocido como Los Pilares, en las coordenadas geográficas siguientes: 27° 25' 14.70" latitud Norte y 108° 51' 39.27" longitud Oeste (en el cauce del río).

II.2.2 Descripción de obras y actividades

Los embalses son depósitos de agua formados debido a la construcción de las obras de contención sobre el cauce del río. Las dimensiones del embalse dependen de las características del cauce y de la altura de la obra (cortina), mientras que la capacidad y superficie total está determinada en función al nivel máximo extraordinario (NAME) que el agua puede alcanzar, y que corresponde al paso de una avenida extraordinaria a través del embalse.

Para el caso específico del Proyecto Bicentenario o “Presa Pilares”, cabe mencionar que se tiene contemplada una capacidad de control de las avenidas que puedan ocurrir sobre el río, ya que su función será reguladora estableciéndose a para este efecto un sistema de manejo conjunto con la Presa Adolfo Ruiz Cortines "Mocuzarit", por lo tanto, el control de los gastos extraordinarios seguirá quedando a cargo de esta última.

En la tabla siguiente se presentan los datos generales del proyecto:

**Tabla II.4 Datos generales del proyecto**

Corriente controlada:	Rio Mayo
Area de la cuenca:	7,008.25 km ²
Capacidad total:	486.418 Mm ³
Capacidad ordinaria:	443.798 Mm ³
Capacidad de azolves:	4.864 Mm ³
Capacidad muerta:	5.672 Mm ³
Elevacion de la corona de la cortina:	232.00 msnm
Elevacion lecho del rio:	164.00 msnm
Elevacion del N.A.M.E.:	232.06 msnm
Elevacion del N.A.M.O.:	228.00 msnm
Elevacion Umbral de toma:	180.00 msnm
Elevacion de azolves:	179.00 msnm
Elevacion desagua de fondo:	165.00 msnm
Elevacion cresta vertedora:	228.00 msnm
Capacidad maxima de la toma:	Q=20.00 m ³ /s
Capacidad desague de fondo:	Q=20.00 m ³ /s
Gasto maximo avenia por controlar (Tr=1,000 anos):	6,116.38 m ³ /s
Gasto maximo probable (Tr=10,000 anos):	7,657.54 m ³ /s
Longitud del vertedor:	250.00 m
Longitud de la cortina:	230.00 m
Ancho de la corona:	10.00 m
Gasto máximo del vertedor:	400.00 m ³ /s
Avenida máxima considerada:	4,087 m ³ /s

II.2.2.1 Obras y actividades ubicadas fuera de la jurisdicción del proyecto (obra principal del proyecto)

En este rubro se consideran los bancos de materiales de los cuales serán extraídos los insumos pétreos para la construcción de los diferentes cuerpos de la cortina y las estructuras del proyecto.

Tabla II.5. Obras y Actividades realizadas fuera de las obras principales

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Infraestructura:		
Apertura de nuevos caminos y Rehabilitación de existentes para llegar a los bancos de materiales	km	5
Apertura de nuevo camino para llegar al embalse de la presa proyectada	km	2
Obra de contención:		
Concreto reforzado	m ³	970,421
Obra de desvío		
Terraplenes	m ³	202,500
excavaciones	m ³	445,000

A partir de las actividades llevadas a cabo en campo y a los resultados que se obtuvieron en los Ensayos de Laboratorio practicados a las muestras extraídas en los sondeos exploratorios, se determina que se tienen disponibles en la zona los materiales de grava arena y material de Limo para la construcción de la estructura de Regulación mediante Concreto Compactado con Rodillo (CCR).



Los bancos de materiales estudiados para los trabajos de construcción de La Presa Pilares en sección de CCR son:

Bancos de Agregados de Grava-Arena.

Se localizaron varios sitios sobre el cauce del Río Mayo, donde se identificaron sitios factibles para la extracción de Material de Grava-Arena, el cual cumple con los requisitos especificados en la normativa de la CONAGUA; para la explotación del material de grava se recomienda llevar a cabo como tratamiento para cumplir con la curva granulométrica el triturado del material para obtener partículas con tamaño máximo de 1 1/2", los sitios estudiados fueron los siguientes:

Banco de Grava-Arena Río Mayo Las Panelas.- Se localizó sobre la margen derecha del cauce del Río Mayo, a 1600 m. del eje de proyecto.

Banco de Grava-Arena Río Mayo Topiyeca.- Se ubicó sobre la margen derecha del cauce del Río Mayo, a 4600 m. de proyecto de la presa Los Pilares.

Banco de Grava-Arena Río Mayo El Indio.- Este depósito de material de grava-arena se ubicó sobre la margen derecha del cauce del Río Mayo, a 6900 m. del eje de de la cortina.

Banco de Grava-Arena Río Mayo Nahuibampo.- Este Banco de grava-arena se localizó sobre la margen derecha del cauce del Río Mayo, a 8300 m. del eje de proyecto.

De estos sitios estudiados se determinó que los materiales granulares cumplen como agregados para la elaboración de concreto hidráulico, para lo cual es necesario separar y triturar las gravas, así como disponer del material de arena respectivamente y colocarlos en el banco de almacenamiento designado para este fin, la localización de los bancos de materiales de grava-arena así como el cuadro de construcción de cada uno de los polígonos que delimita cada banco se presentan en los planos correspondientes a la Localización de Bancos de Grava y Arena Río Mayo, en el apartado del anexo 3 de este documento.

Banco de Agregado de Material de Limo.

Para el suministro de material de Limo se localizó un sitio factible para la extracción de este material, el cual cumple con características aceptables para utilizarse como Banco de Limo en la elaboración del concreto compactado con rodillo (CCR) de la cortina del proyecto, el cual se le denominó Las Choyitas; se encuentra localizado a 3500 m. de distancia aguas arriba del sitio de proyecto sobre la margen derecha del Río Mayo.

Todos los bancos seleccionados quedan ubicados en la zona federal del Río Mayo, específicamente en el cauce de cada uno de ellos por lo que los daños en la vegetación son insignificantes, exceptuando el banco Las Choyitas en cual se ubica fuera de esta franja pero dentro de embalse del proyecto por lo que una vez iniciándose el llenado del vaso este banco quedara inundado. La siguiente figura muestra la localización de los bancos de materiales seleccionados.

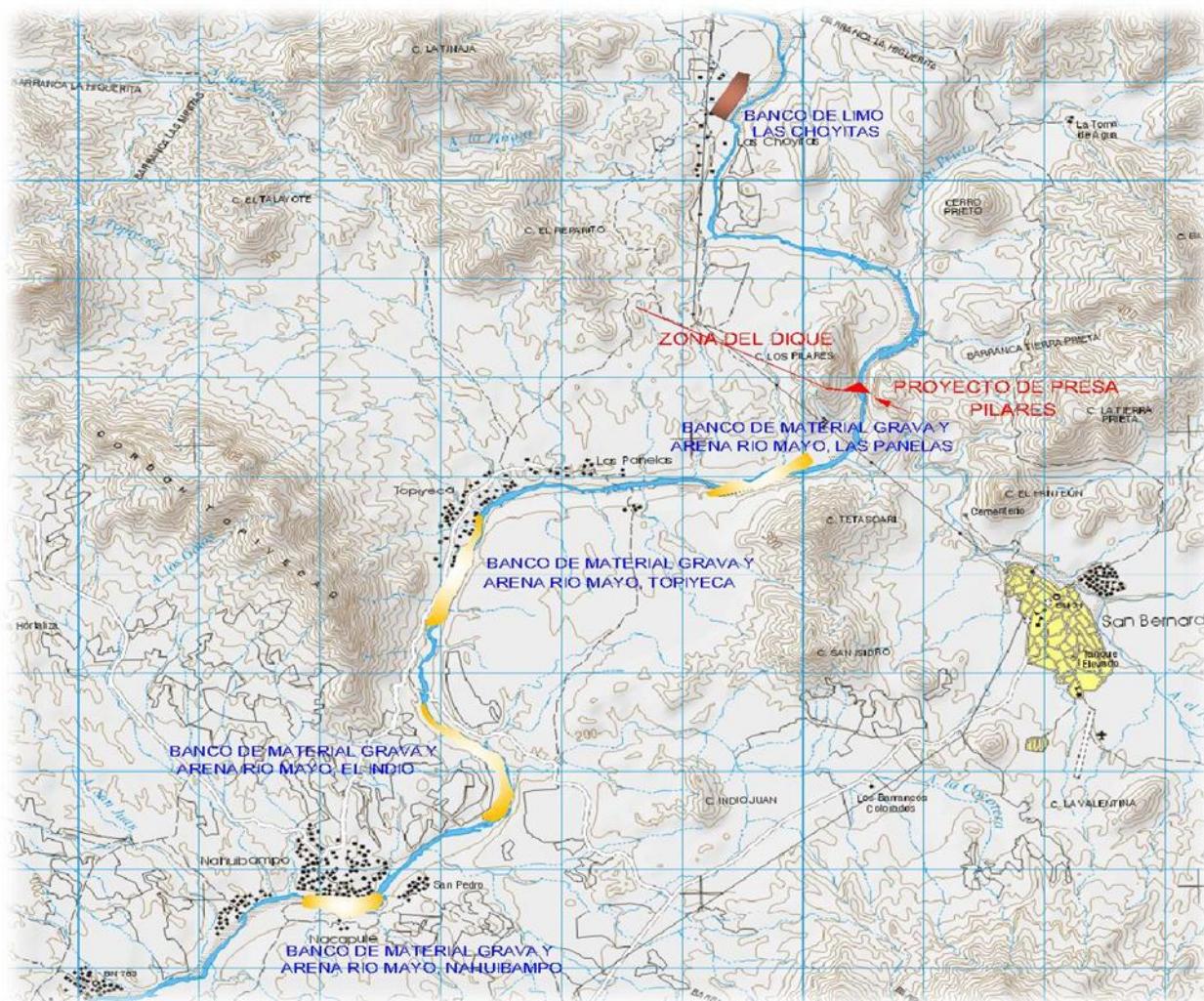


Figura II.4. Localización de bancos de materiales

Los bancos señalados en la Tabla II.6 cubren suficientemente los volúmenes necesarios de material para formar la cortina y sus estructuras.

Tabla II.6. Distancia de los bancos de materiales de la obra

NOMBRE DEL BANCO	TIPO DE MATERIAL	DIST. AL EJE	UBICACIÓN	VOLUMEN APROVECHABLE	TRATAMIENTO	OBSERVACIONES
LAS PANELAS	GRAVA-ARENA	1.60 Km.	MARGEN DERECHA	141,080 m ³	DESPALME, CORTE, TRITURADO, CRIBADO Y ALMACENAMIENTO	ACONDICIONAMIENTO DEL CAMINO Y CONTRUCCION DE 1 KM.
TOPIYEDA	GRAVA-ARENA	4.60 Km.	MARGEN DERECHA	250,615 m ³	DESPALME, CORTE, TRITURADO, CRIBADO Y ALMACENAMIENTO	ACONDICIONAMIENTO DEL CAMINO Y DESMONTE DE VEGETACIÓN.
EL INDO	GRAVA-ARENA	6.90 Km.	MARGEN DERECHA	20,000 m ³	DESPALME, CORTE, TRITURADO, CRIBADO Y ALMACENAMIENTO	ACONDICIONAMIENTO DEL CAMINO Y DESMONTE DE VEGETACIÓN.
NAHUIBAMPO	GRAVA-ARENA	8.30 Km.	MARGEN DERECHA	87,006 m ³	DESPALME, CORTE, TRITURADO, CRIBADO Y ALMACENAMIENTO	ACONDICIONAMIENTO DEL CAMINO Y DESMONTE DE VEGETACIÓN.
LAS CHOYITAS	LIMO	3.50 Km.	MARGEN DERECHA	51,907 m ³	DESMONTE, CORTE, ALMACENAMIENTO, HUMEDDECIMIENTO Y ADQUISICIÓN	ACONDICIONAMIENTO DEL CAMINO Y DESMONTE DE VEGETACIÓN.



El método de extracción del material requerido en cada uno de los bancos seleccionados, se realizará con el apoyo de maquinaria pesada especializada para cada caso y para cada tipo de material. Para lo cual se dispondrá principalmente de 1 cargador frontal, 1 trascabo de oruga, 1 retroexcavadora y 1 flotilla de camiones que se localizarán de manera permanente en cada banco.

Instalaciones existentes.

Cercano al sitio de los trabajos existe la comunidad de San Bernardo misma que cuenta con una serie de instalaciones urbanizadas que pudieran en un momento dado, como recurso alternativo, servir para los siguientes usos:

- Sitios en las afueras de la población para el abastecimiento y almacenamiento de combustibles
- Almacenamientos de materiales diversos como son: cemento, aditivos, acero, tuberías, equipos, etc.
- Campamentos de personal, hospital, comedores y áreas de esparcimiento.
- Oficinas administrativas y de control de obra.

En relación a este tema se planea el arrendamiento de casas habitación en el poblado San Bernardo para la atención a trabajadores y personal de las empresas constructoras durante el proceso de construcción de la obra, así también la ubicación de un campamento dentro del área de embalse o en todo caso en el Ejido Topiyeca ubicado a menos de 2 km de las obras, por lo que los impactos inherentes a la obras se reducirán considerablemente en lo que a campamentos se refiere.

II.2.2.2 Obras y actividades ubicadas dentro de la jurisdicción del proyecto

La obra de contención

La morfología del terreno en el sitio de la presa, hizo atractiva la construcción de una cortina de sección gravedad aprovechando las condiciones geológicas satisfactorias y la configuración natural topográfica de la boquilla seleccionada.

En la actualidad, las cortinas de sección gravedad, han resultado ser más económicas al construirse con concreto compactado con rodillo CCR.

Las obras de contención de la presa reguladora pilares, lo constituyen una cortina tipo rígida en la boquilla y un dique en el puerto adyacente margen derecha que cierra el vaso de almacenamiento. Los perfiles de la roca en la cimentación de la cortina y dique, son impermeables y sanos desde el punto de vista estructural. En la boquilla, existe un conglomerado denominado Baucarit y en el perfil rocoso del dique se encuentra una roca ígnea granítica poco fracturada.



La altura máxima de la cortina será de 78 m y la altura del dique tendrá un promedio de 25 m, en ambas estructuras de contención se proyecta su construcción con concreto compactado con rodillo CCR.

Generalidades.- Las presas con cortinas rígidas son básicamente construidas de concreto. Pueden ser a) masivas o actuando por gravedad, b) de contrafuertes o cortinas de gravedad aligeradas, c) de arco o que transmiten las fuerzas lateralmente al cañón rocoso. Las cortinas rígidas de concreto de tipo gravedad son estructuras de tales dimensiones que por su propio peso resisten las fuerzas que actúan sobre ellas. Están ampliamente difundidas en todo el mundo gracias a la sencillez de su esquema constructivo y métodos de ejecución, a la seguridad para cualquier altura de presa y para diferentes condiciones naturales de su emplazamiento.

La relación de esbeltez para los primeros trabajos de este tipo, realizados en Egipto, fue de 4:1. Los romanos mejoraron esta relación a 3:1 pero en la actualidad son comunes relaciones menores que 1.

Las presas sobre cimentaciones rocosas constituyen la cimentación ideal para una presa. Si las presas se cimientan sobre roca sana resultan con valores de coeficientes de esbeltez bastante bajos y por ende muy económicas. Se puede lograr con ellas alturas considerables. El cuerpo de la presa como regla general está unido a la cimentación por las fuerzas de adherencia y su estabilidad se estudia como un complejo único: presa y cimentación. En muchos casos la infiltración en medios rocosos puede ser despreciada a menos que se trate de rocas muy fisuradas.

Las primeras presas con cortina de concreto se construyeron con perfiles bastante pesados de forma trapezoidal. Este perfil se fue desarrollando con el tiempo hasta llegar a un perfil triangular que resulta más económico y que es el usado en la actualidad. Este perfil teórico se convierte en un perfil práctico al tener en cuenta algunas inclinaciones y correcciones determinadas por las condiciones de trabajo y estabilidad de las presas.

El vértice del triángulo del perfil teórico se coloca al nivel normal del agua. En Francia nacieron los primeros criterios que actualmente se siguen para el diseño y basándose en el perfil triangular propusieron una sencilla formulación para el dimensionamiento inicial de la presa. El perfil económico busca encontrar el ancho mínimo de la presa. Este perfil sin embargo, debe satisfacer dos condiciones: Primero, que no haya esfuerzos de tracción en el concreto y Segundo, que haya una suficiente estabilidad de todo el cuerpo de la presa al corrimiento por la cimentación.

La estabilidad de la estructura debe garantizarse de forma que esté en condiciones de resistir las diferentes cargas que puedan actuar sobre ella durante su vida útil. La estabilidad debe analizarse para varios estados de carga: embalse lleno y embalse vacío y para varias situaciones que son críticas de fuerzas concurrentes.



El perfil transversal de la presa y sus dimensiones obtenidas mediante el análisis del perfil teórico deben ser sometidos a comprobación de resistencia y estabilidad de cuerpo de la presa y de su cimentación para los diversos estados de trabajo.

Las presas de gravedad deben ser diseñadas para una combinación adecuada de cargas que tengan en cuenta las condiciones más adversas que tengan posibilidad de ocurrencia simultánea.

Presas con cortina sección gravedad:

Análisis del cálculo de la cortina.

- a.- La cortina será del tipo gravedad, llena.
- b.- Se construirá de concreto de $F'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$
- c.- El máximo esfuerzo unitario a la compresión será de: $F'c = 0.25 F'c = 37.5 \text{ Kg/cm}^2$
- d.- El máximo esfuerzo unitario al corte será de: $Vzy = 0.20 F'c = 30 \text{ Kg/cm}^2$
- e.- El peso volumétrico del concreto se tomará de: $Wc = 2400 \text{ Kg/m}^3$
- f.- El material de la capa del lecho de la corriente en contacto con la cimentación de roca, tiene las siguientes características:
 - α , de reposo = 30°
 - K, relación de vacíos, 40 %
 - Ws, peso volumétrico del material seco = 1600 Kg/cm^3
- g.- El ángulo de fricción estática del material de la cortina, ϕ , $TAN \phi = 0.75$
- h.- Las características geométricas de la sección, ancho de la corona y bordo libre, se indican en la figura II.5.
- i.- La carga hidrostática, así como la profundidad de la capa superficial del material blando, se indican también (líneas de drenaje, etc...) en la figura II.5.
- j.- En cada plano secante horizontal se supone que la línea de drenaje queda a la decima parte, del paramento aguas arriba, del ancho de la sección de la cortina en ese plano.

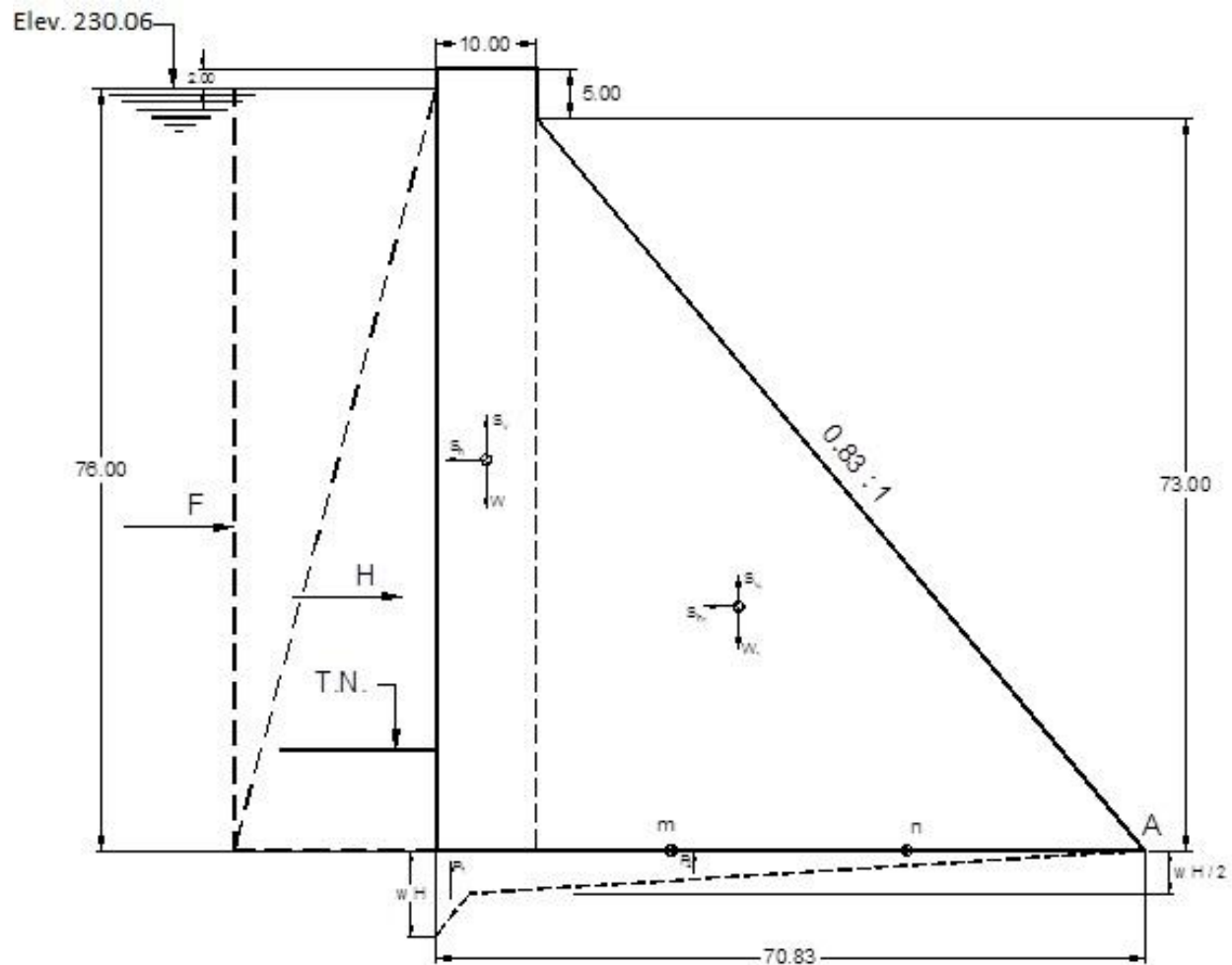


Fig. II.5. Características geométricas de la cortina

La obra de excedencias o demasías, se ubica en la parte central de la obra de contención y se compone por un vertedor controlado por 5 compuertas de 8.5 x 17.5 m, la cresta del vertedor tiene una longitud de 53 m a la elevación 218.00 msnm. Las descargas se realizan mediante una rápida de descarga acotadas por muros de encauce y la rápida continúa con una cubeta deflectora tipo salto de ski, con cresta a la cota 188.00 msnm. La obra de excedencias se ha dimensionado para un gasto de 7,190 m³/s al cual corresponde un periodo de retorno de 10,000 años.



La obra de desvío se ha planteado sobre la margen derecha de la boquilla y se integra por dos túneles de sección tipo portal de 7 x 7 m con longitudes de 200 y 300 m, aproximadamente. Por el lado de aguas abajo comprende una ataguía con 8 m de altura y longitud de 90 m. Para el dimensionamiento de la obra de desvío se ha considerado un gasto de 2,995 m³/s, correspondiente a un periodo de retorno de 25 años.

Para la obra de toma se utilizará uno de los túneles de la obra de desvío. El nivel mínimo de operación es la elevación 180.00 msnm, a este nivel se tiene una rejilla y bocatoma hexagonal en forma de torre de concreto que alimenta al túnel de desvío. En el eje de la cortina se tiene una lumbrera rectangular que aloja a las compuertas de servicio y emergencia, las cuales están controladas por una caseta construida en la corona de la cortina. La parte final de la toma está compuesta por un tubo – tapón de concreto y una tubería. La toma estará controlada por una válvula de mariposa.

Vaso de la Presa

La capacidad de diseño de la presa de almacenamiento conforme a las diferentes opciones analizadas, será para un volumen de 488.418 hm³ como capacidad total; de los cuales 4.864 mm³ se destinarán para la contención de azolves.

Cortina de la presa sección vertedora y no vertedora

Tipo:	Cortina de gravedad
Longitud:	230.36 m
Ancho de Corona:	10 m
Taludes:	0.83:1
Altura Máxima:	78 m

Tabla II.7. Características de la Cortina

Condición	Valor/unidad
Área de la cuenca:	7,008.25 km ²
Capacidad total:	486.418 Mm ³
Elevación de la corona de la cortina:	232.00 msnm
Ancho de la corona	10.00 m
Elevación del N.A.M.E.:	230.00 msnm
Elevación del N.A.M.O.:	228.00 msnm
Longitud del dique:	1000.00 m
Altura promedio del dique	25.00 m



Las actividades a realizar son:

- Limpieza, trazo y nivelación en la zona de desplante de las estructuras.
- Excavación a cielo abierto en material común, incluye rezaga, carga, transporte al lugar de empleo o tiradero y descarga.
- Excavación a cielo abierto en roca sin explosivos, incluye rezaga, carga, transporte al lugar de empleo o tiradero y descarga.
- Excavación a cielo abierto en roca firme, con explosivos. Incluye extracción, voladura, carga, transporte a lugar de vertedero y descarga.
- Concreto de regularización $f'c=150 \text{ k/cm}^2$
- Suministro, fabricación y colocación de concreto compactado con rodillo (CCR) de $f'c=150 \text{ k/cm}^2$ en el cuerpo de la presa a los 28 días
- Suministro, fabricación y colocación de concreto hidráulico de 210 kg/cm^2 en sección vertedora incluye: suministro, colocación y retiro de cimbra.
- Fabricación, suministro y colocación de elementos precolados de concreto.
- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

Obra de desvío

El proyecto considera los trabajos siguientes para el manejo del río:

- Limpieza, trazo y nivelación en la zona de desplante de las estructuras
- Excavación a cielo abierto en roca firme, con explosivos. Incluye extracción, voladera, carga, transporte a lugar de empleo o vertedero y descarga.
- Suministro, fabricación y colocación de concreto hidráulico de 210 kg/cm^2 en revestimiento, estructura de cierre y muros de encauce, incluye: suministro, colocación y retiro de cimbra.
- Suministro, habitado y colocación de acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón en tapón, resistencia nominal $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$. Incluye suministro de los materiales aditivos, fabricación, carga, transporte y cimba.

**Tabla II.8. Características de la Obra de desvío**

Condición	Valor	Unidad
Altura de los conductos (Túnel 1)	7	m
Ancho de los conductos (Túnel 1)	7	m
Longitud de los conductos (Túnel 1)	365	m
Altura de los conductos (Túnel 2)	7	m
Ancho de los conductos (Túnel 2)	7	m
Longitud de los conductos (Túnel 2)	286	m

Volumen, longitud y superficie del embalse

La capacidad de diseño de la presa “Bicentenario”, es de 486.418 hm³, de este volumen, 4.864 mm³ se destinarán para la contención de azolves. La superficie del embalse a la altura de la corona es de aproximadamente 2,760.04 Ha.

Caudal Ecológico

El concepto de gasto ecológico parte de la base de que un cauce pluvial debe tener un caudal mínimo que garantice el desarrollo de una vida fluvial igual o al menos parecida a la que existía anteriormente en el río. El caudal ecológico es en sentido estricto el caudal mínimo de referencia que deberá desaguar cada presa para mantener la capacidad biogénica del río, aguas abajo de la misma y a niveles similares a la situación inicial. Para definir el caudal ecológico de la presa Pilares se tomó en cuenta que debe ser siempre superior al caudal medio del mes más seco y como mínimo debe ser el 10% del caudal medio histórico del río, por lo tanto el caudal ecológico estimado para el río Mayo en el punto de la presa Pilares sería el siguiente:

$$\begin{aligned}Q_{E \text{ RIO MAYO}} &= 10\% Q_{\text{MEDIO ANUAL}} \\Q_{\text{MEDIO ANUAL}} &= 1,287 \text{ m}^3/\text{s} \\Q_{E \text{ RIO MAYO}} &= 0.10 * 1,287 \text{ m}^3/\text{s} \\Q_{E \text{ RIO MAYO}} &= 128.7 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Es importante considerar que la distancia entre la presa Pilares y la presa Mocuzarit es de 44 km de cortina a cortina y de 25 km aproximadamente desde la cortina de la presa Pilares hasta el embalse de la presa Mocuzarit, por lo tanto el caudal ecológico solo será aplicable a una distancia aproximada de 25 km aguas abajo de la cortina de la presa pilares. Las condiciones de embalse y las del caudal ecológico a partir de la presa Mocuzarit no se verán reducidas a causa de la operación del embalse de la presa Pilares dado que en esta última opera una planta hidroeléctrica cuyos requerimientos de desfogue deberán seguir siendo al menos como hasta ahora para mantener en operación el sistema de generación de energía eléctrica y para el mantenimiento biogénico del río aguas abajo.



Según lo anteriormente señalado, el compromiso del promovente es dejar pasar un caudal mínimo por la presa pilares de $128.7 \text{ m}^3/\text{seg}$, sin embargo en el caso del presente proyecto no se ha considerado como un impacto relevante debido a que el proyecto se encuentra comprendido en el área de influencia de la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocuzarit) aguas abajo, tal como se muestra en la siguiente figura (ver Fig. II.5).

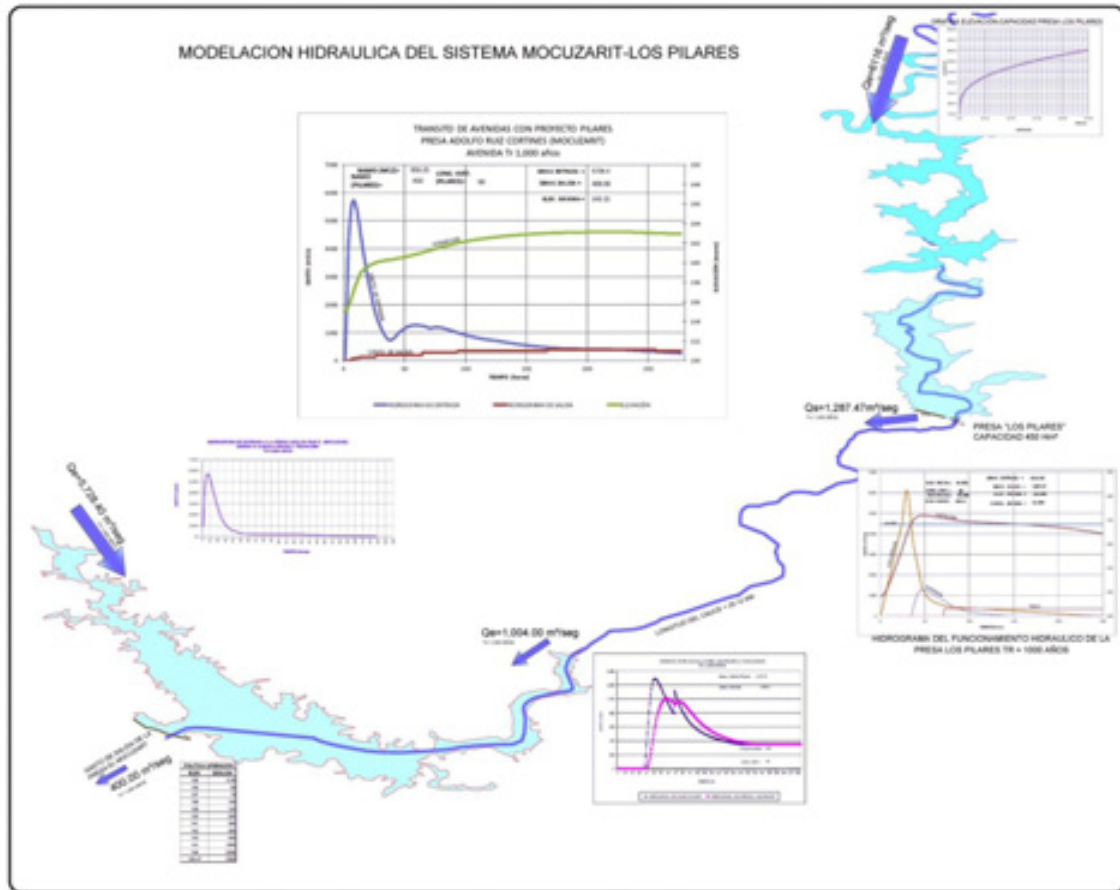


Figura II.5 Modelación Hidráulica del sistema de presas

El gasto aprovechable por el sistema Mocúzarit-Pilares, utilizara todo el gasto captado, sin embargo dicho gasto será prácticamente “transferido” de una presa a otra a través de una longitud del cauce de 25 km entre una y otra presa, de tal manera que no se pondrá en riesgo los ecosistemas existentes en este tramo; dado que por las propias características del río este no mantiene un caudal permanente, de tal forma que no se va a modificar significativamente el caudal natural del río.

De acuerdo a la modelación hidráulica del sistema de presas Mocuzarit-Pilares, los flujos estimados de entrada y salida de cada una de las presas una vez en operación serian los siguientes (ver figura II.5 y tabla siguiente):



Sistema de Presas	Flujo de entrada	Flujo de salida
Presa Pilares	6,116 m ³ /s	1,287 m ³ /s
Presa Mocuzarit	1,004 m ³ /s	400 m ³ /s

La implementación de una presa aguas arriba de la presa existente, si beneficia notablemente, ya que la regulación que esta genera es significativa. Sin embargo hay valores en la modelación del embalse, que sobrepasan el gasto de 400m³/s, por tal motivo se analizó la condición uniendo las alternativas de flujo, encontrándose que los resultados obtenidos para este escenario, son ampliamente favorables para dar solución a la problemática de la inundación, ya que como se demuestra el gasto de los 400m³/s se rebasa a partir de un periodo de retorno de Tr=500años, haciendo así muy viable la proyección de una presa reguladora aguas arriba de la Adolfo Ruiz Cortines.

En el anexo 3 se presentan gráficas donde se puede deducir la conveniencia técnica de la construcción de la presa “Los Pilares”, con capacidad de 488hm³ trabajando a presa vacía, con desfogue de fondo y aumento de la capacidad del cauce a 400m³/s, protegiendo de esta forma los poblados e infraestructura hidroagrícola del distrito de riego número 038 al evitar inundaciones por desbordamiento del cauce del Río Mayo.

II.2.2.3 Obras y actividades provisionales y asociadas

En este caso podemos decir que parte de la infraestructura necesaria para la construcción de la presa pudiera aprovecharse de la propia infraestructura urbana que existe en la población de San Bernardo, así como en la localidad de Piedras verdes y el Ejido Topiyeca, por lo que en su momento se establecerá contacto para negociar la ocupación temporal, ya que sus dimensiones son suficientes para satisfacer la demanda de servicios para un proyecto de esta magnitud.

De cualquier forma, las empresas constructoras serán las encargadas de la realización de las siguientes obras y actividades provisionales y conexas:

Construcción y rehabilitación de caminos de acceso

El sistema vial tendrá las siguientes características: un ancho de corona de 8 m en ambos sentidos, una pendiente máxima de 10%, grado de curvatura de 20° a 30°; velocidad permisible de 35 km/hr.

Los materiales utilizados tanto para los caminos permanentes como para los provisionales serán: materiales de bancos previamente muestreados y analizados del lugar, agua, cal a granel o en sacos, grava triturada o sello para las terracerías y en el camino definitivo el cual será el acceso a las oficinas de la cortina durante la operación incluirá emulsión asfáltica y riego de liga e impregnación elaborados en sitio.



Almacenes, bodegas y talleres

El manejo de los residuos sólidos, líquidos, así como de los productos químicos, se llevará a cabo en las áreas de mantenimiento y almacenamiento, que se diseñarán dentro de lugar seleccionado durante el desarrollo de las obras; se emplearán como medidas de prevención y control de derrames, a las buenas prácticas de trabajo, así como la instalación, en las áreas de almacenamiento de almacén de residuos peligrosos y otro de no peligrosos y de residuos especiales, así como canaletas prefabricadas o charolas para contener cualquier derrame, por pequeño que sea en el área de taller.

Se construirán instalaciones con perfiles metálicos estructurales, techados y forrados con lámina galvanizada; se localizará la zona de abastecimiento y mantenimiento lo más cercano a las obras, en la que se dispondrá de lo siguiente:

- 1 Planta de concreto premezclado con capacidad aproximada de 100m³/hr.
- 1 Bodega de 10 x 30m para almacenar cemento en sacos y materiales similares.
- 1 Bodega de 10 x 50m para materiales diversos y equipo menor.
- 1 Taller techado para maquinaria pesada con dimensiones de 10 x 50m.
- 1 Taller para equipo de transporte y herramientas de 10 x 50m.
- 1 Planta trituradora y clasificadora de roca con capacidad de 240 ton/hr aproximadamente.
- 1 Patio de almacenamiento de materiales pétreos como arena #4, arena #5, grava #1 y grava #2 con dimensiones de 50 x 50m.

Campamentos, dormitorios, comedores.

Para la construcción del proyecto se contempla la participación aproximada de 350 trabajadores, distribuidos y organizados según sus funciones de la siguiente forma:

Tabla II.9. Personal requerido por sitio.

Cantidad	Description
3	Casas móviles para el personal ejecutivo y de administración con capacidad de 4 personas por casa.
1	Nave de dormitorios para el personal técnico y de supervisión con capacidad de 25 personas por cada nave.
3	Naves de dormitorios para el personal operativo y obrero con capacidad de 90 personas cada nave.
1	Comedor general con capacidad de 350 personas (Dos eventos de servicio para 175 personas c/u en cada comida)

Cada nave de dormitorios para el personal técnico y operativo tendrá una dimensión de 10 x 30m c/u, las casas móviles serán de 3 x 10m c/u y el comedor contará con una dimensión de 12 x 30m.

Las empresas tendrán la opción de prescindir de los campamentos y dormitorios y transportar diariamente a su personal desde la Cd. de Álamos, donde existe la capacidad de hospedaje suficiente, hasta el sitio de la obra a una distancia aproximada de 49 km.



Instalaciones sanitarias

De considerar la primera opción se implementará un sistema de tratamiento de las aguas residuales ubicado en el área de campamentos, dormitorios y comedores. Los sistemas serán diseñados conforme a una red de drenaje y ramales independientes, que se desalojarán a un sistema interior de colectores y éste a su vez, se canalizará a un colector principal que incluirá el diseño de una planta de tratamiento de dichas aguas mediante biodigestores del tipo "rotoplas" en la cual se tendrá una estricta supervisión desde la etapa de diseño hasta la etapa de operación, mantenimiento y retiro.

Durante el desarrollo de los trabajos en obra, se podrá disponer de letrinas móviles en cuyo mantenimiento se mantendrá estricto cumplimiento de la normatividad vigente en materia de seguridad e higiene. Lo anterior dependerá del sitio y concepto de trabajo que se esté ejecutando.

Bancos de material

Como se señaló anteriormente en el apartado II.2.2.1. Se dispondrá hasta el momento de 5 bancos de material impermeable, cuatro de ellos ubicados en el exterior del embalse correspondientes a bancos de arena sobre el cauce del río aguas abajo y un banco de limo ubicado en el interior de la zona de inundación. Una vez obtenida la autorización ambiental del presente proyecto se realizará el trámite correspondiente para la explotación de dichos bancos ante la CONAGUA. Para cada uno de los materiales térreos, pétreos o triturados, que se requieran en los conceptos de obra que se desarrollen, se optimizarán las distancias de estos bancos a la proximidad de las obras.

El método de extracción del material requerido en cada uno de los bancos seleccionados, se realizará con el apoyo de maquinaria pesada especializada para cada caso y para cada tipo de material. Para lo cual se dispondrá principalmente de 1 cargador frontal, 1 traxcavo de oruga, 1 retroexcavadora, 1 tractor con ripper y 1 flotilla de camiones que se localizarán de manera permanente en cada banco.

Tratamiento de aguas residuales

El sistema de tratamiento que se empleará estará basado en darle un tratamiento previo a las aguas residuales mediante digestores tipo Rotoplas o similar, tal como se señaló en el apartado de instalaciones sanitarias, para después descargarse a cuerpos superficiales atendiendo las disposiciones que se indiquen en la CONAGUA al solicitar el permiso correspondiente.

Sitios para la disposición de residuos

Conforme a experiencias obtenidas de proyectos similares se ha considerado una producción de residuos sólidos de 0.8 kg por persona por día; su recolección, desalojo y disposición se realizará analizando y calculando la capacidad disponible en los depósitos ubicados en el poblado de San Bernardo y el sitio donde las autoridades del pueblo los confinan, y en los



cuales se establecerán las medidas necesarias para el cumplimiento de los requisitos en la materia.

Obras asociadas.

Los estudios hidrológicos mostraron que la capacidad del río mayo es de 200m³/seg, la cual está por debajo de lo necesario, por lo tanto el resto del gasto aportado de las cuencas altas más lo que se acumule de las cuencas bajas inundara las poblaciones de las márgenes del río.

Para el comportamiento hidráulico de la zona de estudio se tienen consideradas y propuestas algunas acciones asociadas al proyecto de la presa pilares, mismas que no forman parte del presente estudio y que son las siguientes:

- La recuperación y aumento de la capacidad del río Mayo para aumentar su capacidad de 200m³/seg a 400m³/seg mediante las siguientes acciones:
 - Limpiar el cauce del río y eliminación de obstáculos que impiden actualmente la corriente libre del agua.
 - Rastrear la superficie de escurrimiento.
 - Rectificar pendientes en tramos críticos, en los cuales se considera dar a la caja del río una pendiente uniforme.
 - Ampliar donde se requiera el ancho de la plantilla del cauce del río a 50 m., ofreciendo con ello más área hidráulica para las corrientes.
 - Disminuir el coeficiente de rugosidad (manning) de la superficie de contacto del escurrimiento mediante un mantenimiento continuo y adecuado, mejorando con ello la velocidad de las corrientes y por lo tanto incrementando el gasto de desfogue.

Con lo anterior se cumpliría con la política de mantenimiento y control de los desfogues sobre el cauce del Río Mayo. La modificación propuesta consiste en el aumento razonable del área hidráulica y un mejoramiento de la pendiente mediante el aumento del coeficiente de escurrimiento mediante la rectificación del cauce del Río Mayo al darle mantenimiento al río de tal forma que se obtenga una capacidad de gasto de conducción de 400m³/seg. El volumen total de terraplenes de acuerdo a la obra es de 3,757,904 m³, la sección tipo del Río Mayo cuenta con 50m de plantilla y bordos de protección a ambos lados, con una pendiente longitudinal promedio de 0.05% el tramo comprendido es de 86 km hasta la desembocadura del mar.

Se pretende implementar una nueva política de operación en el sistema hidráulico conformadas por las presas Adolfo Ruiz Cortines y la presa los Pilares con un gasto a verter de 400m³/seg.



II.2.3 Descripción de servicios e infraestructura requeridos que no son parte del proyecto

Infraestructura carretera

Esta constituida básicamente por la carretera estatal Navojoa-Alamos la cual será utilizada como vías de acceso a la cabecera municipal de Álamos Sonora.

Infraestructura caminera

Formada por el caminos secundarios que comunican al sitio de proyecto con otras localidades Infraestructura de abasto de combustibles y lubricantes conformadas por las estaciones de servicio de las localidades de Álamos y San Bernardo Municipio de Álamos, Sonora, dentro del mismo municipio. A partir de la Cd. Álamos hacia el poblado de San Bernardo existe la comunicación vía caminos de terracería los cuales se encuentran actualmente en un proceso de pavimentación en algunos tramos.

Infraestructura de servicios de la construcción

Prestara el servicio de construcción a través de contratistas para el desarrollo de las diferentes obras, incluyendo las obras civiles tales como la presa, puentes, compuertas, etc. Incluye la renta de maquinaria utilizada para la obra civil. Servicio de mano de obra calificada y no calificada

Contratación de personal en el área de influencia y región donde se desarrollara el proyecto

Para cubrir los requerimientos de mano de obra para las actividades propias de las diferentes etapas del proyecto se contara con la población organizada de San Bernardo, pobladores de los ejidos y particulares a través de una empresa de servicios quienes han elaborado un padrón para participar en el proyecto en las etapas de:

- Etapa de preparación del sitio
- Etapa de construcción
- Etapa de operación y mantenimiento

Para cada una de estas etapas se ha propuesto un organigrama a manera de diagrama de flujo que determina las acciones y responsabilidades para cada una de las empresas que participen en la construcción de la obra, mismo que se muestra en la siguiente figura.

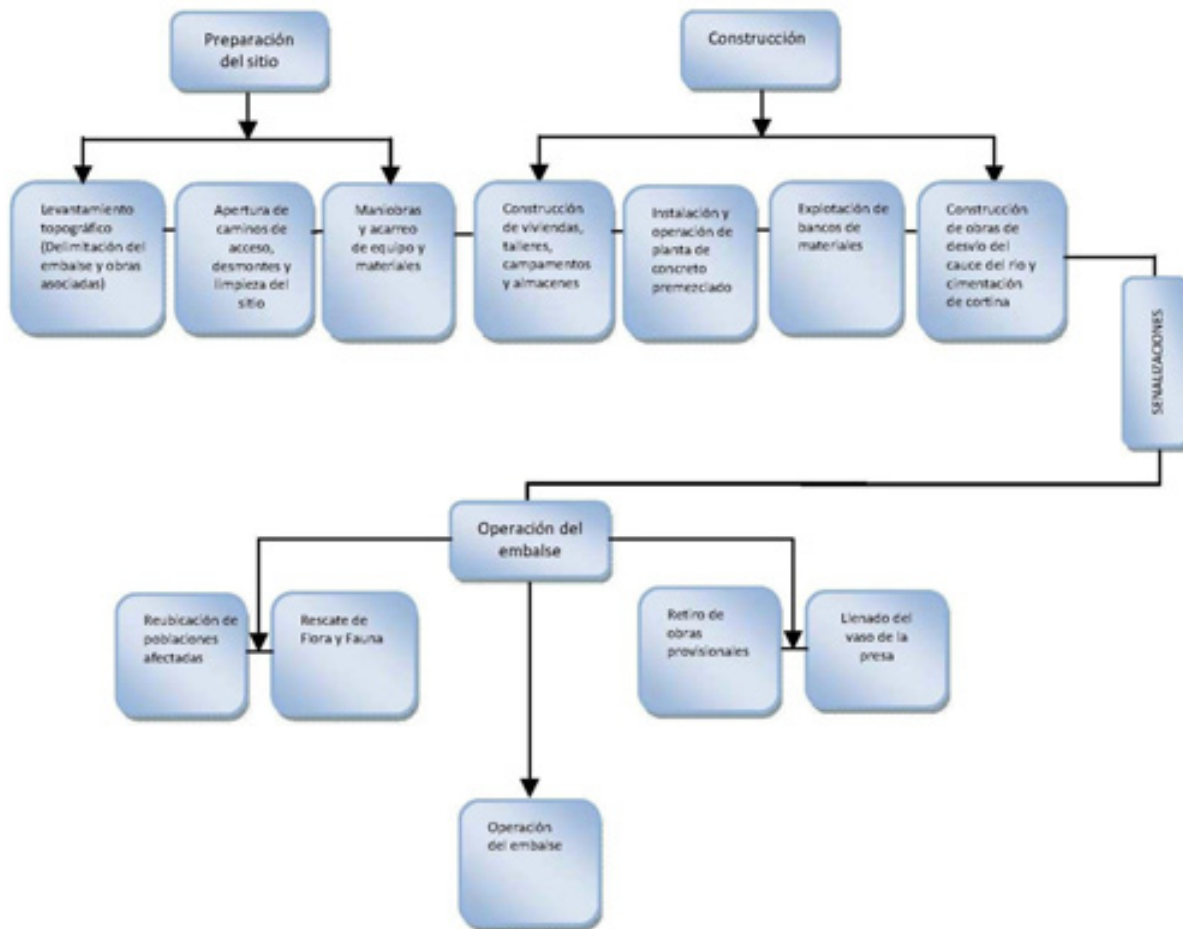


Figura II.6 Diagrama de flujo general de desarrollo del proyecto

II.2.4 Programa general de trabajo

El periodo establecido para el programa de trabajo corresponde a aproximadamente 30 meses empezando con las actividades de preparación del sitio a partir del mes de Septiembre del 2012 para iniciar operaciones a partir del mes Octubre del 2014.

La siguiente Tabla muestra de manera general las actividades que comprenden el programa de trabajo.



Tabla II.10. Programa de Trabajo.

CONCEPTO	2012							2013							2014																
	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J				
LICITACION DE OBRA	█																														
PROYECTO EJECUTIVO			█																												
PRELIMINARES DE OBRA			█																												
OBRA DE DESVIO					█																										
EXCAVACION EN EL CAUCE PARA DESPLANTE DE CORTINA							█																								
EXCAVACION EN LADERAS PARA DESPLANTE DE CORTINAS									█																						
EXCAVACION PARA DESPLANTE DEL DIQUE DE CIERRE									█																						
EXCAVACION EN LADERAS PARA DESPLANTE DE DIQUE DE CIERRE										█																					
TRATAMIENTO EN CIMENTACION											█																				
MATERIALES GRADUADOS PROVENIENTE DE EXCAVACION Y BANCOS Y COLOCACION												█																			
CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN CUERPO DE LA CORTINA													█																		
OBRA DE TOMA																			█												
OBRA DE EXCEDENCIAS																					█										

II.2.5 Selección del sitio

II.2.5.1. Sitios alternativos

Considerando la necesidad de contar con un embalse aguas arriba de la presa Adolfo Ruiz Cortines que contribuya al control de escurrimientos en beneficio de las zonas agrícolas (particularmente el Distrito de Riego 038) y urbanas, se consideraron tres posibles sitios de construcción de la cortina del proyecto, identificados como Babanori, Guajaray y Los Pilares. La siguiente figura muestra la ubicación de los sitios propuestos en relación a la presa Mocuzarit.

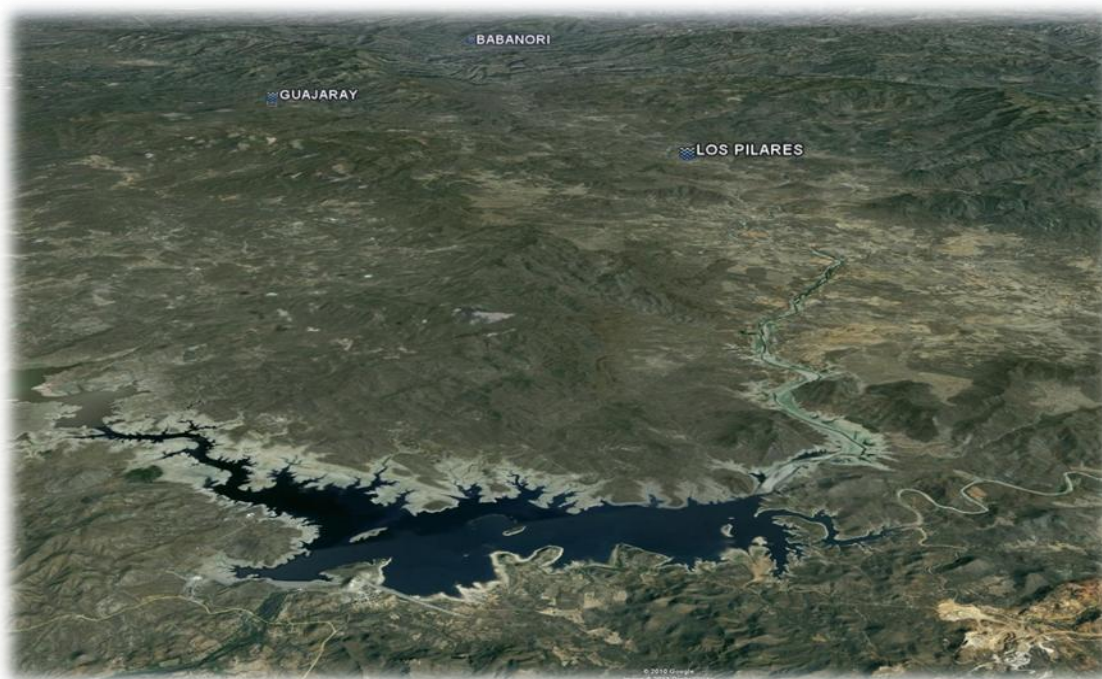


Fig. II.7. Sitios propuestos

Características de los sitios propuestos.

En base a las fuentes de información existentes, se analizaron las ventajas y desventajas técnicas y sociales de cada uno de los sitios para la realización del aprovechamiento. Los principales resultados se mencionan a continuación:

Sitio Los Pilares.

Ventajas:

1. El sitio se localiza cerca de la población de San Bernardo, lo que implica que se cuenta con caminos pavimentados y veredas de terracería que proporcionan fácil acceso al sitio de boquilla y dique.
2. La estación hidrométrica San Bernardo se localiza 1.4 km aguas abajo del sitio del proyecto y cuenta con registro de escurrimiento de los últimos 47 años, por lo que se cuenta con suficiente información de los escurrimientos del río Mayo para el desarrollo específico del mismo.
3. El sitio del proyecto se localiza 41 km aguas arriba de la cortina de la presa Adolfo Ruiz Cortines y a 2 km del poblado de San Bernardo, lo cual permite el acceso y la interconexión con líneas de transmisión y subestaciones existentes en la zona.
4. La altura de la cortina sobre el lecho del río es menor que la que requeriría el proyecto de Guajaray analizados, lo que se refleja en una menor inversión en ese rubro.



5. El embalse del proyecto cumple satisfactoriamente con el propósito de controlar las avenidas del río Mayo y evitar las inundaciones que se presentan en las poblaciones y zonas agrícolas aguas abajo de la presa Ruiz Cortines. El volumen de almacenamiento previsto es de 880 millones de m³.
6. Adicionalmente, el volumen de almacenamiento del embalse podrá garantizar la demanda anual del Distrito de Riego 038, para primeros cultivos y, parcialmente para segundos cultivos.
7. La carga bruta para generación eléctrica en un futuro es de 70 m. El embalse del proyecto Los Pilares inunda el sitio del proyecto Guajaray.

Desventajas:

1. El embalse del proyecto afecta 8 poblaciones con un total de 636 habitantes y un total de 11 km de caminos pavimentados.
2. Es necesario construir un dique de 1.4 km de longitud, en la ladera derecha del río para cerrar el embalse del proyecto.

Sitio Guajaray.

Ventajas:

1. El sitio cuenta con caminos pavimentados y veredas de terracería que proporcionan fácil acceso la zona de boquilla.
2. La carga bruta para una posible generación eléctrica es de 85 m.
3. No se requiere la construcción de un dique para cierre del embalse.

Desventajas:

1. El embalse del proyecto afecta 7 poblaciones con un total de 960 habitantes.
2. El sitio se localiza 57 km aguas arriba de la presa Adolfo Ruiz Cortines, lo cual aumenta las distancias para la construcción de infraestructura de interconexión con las líneas de transmisión y subestaciones existentes en la zona.
3. El embalse del proyecto no cumple satisfactoriamente con el propósito de controlar las avenidas del río Mayo y evitar las inundaciones que se presentan en las poblaciones y zonas agrícolas aguas abajo de la presa Ruiz Cortines.
4. El embalse del proyecto no permite garantizar la demanda anual del Distrito de Riego 038 para primeros cultivos, cuando se presentan déficits en los volúmenes de agua aprovechables.
5. La altura de la cortina sobre el lecho del río es la mayor de los tres proyectos, lo que implica una mayor inversión en esa estructura.

Sitio Babanori.

Ventajas:

1. La carga bruta para una posible generación eléctrica es de 210 m.
2. No se requiere la construcción de un dique para cierre del embalse.
3. La altura de la cortina es la menor de los tres proyectos, aunque requeriría de una conducción para su aprovechamiento hidroeléctrico.



Desventajas:

1. El sitio no se ubica cerca de alguna población importante, por lo cual no cuenta con caminos pavimentados y veredas de terracería que proporcionen fácil acceso al sitio de boquilla. La inversión en infraestructura de accesos sería considerable.
2. El sitio se localiza 120 km aguas arriba de la presa Adolfo Ruiz Cortines, lo cual implica mayores distancias para construcción de infraestructura para la interconexión con líneas de transmisión y subestaciones existentes en la zona.
3. El embalse del proyecto no cumple satisfactoriamente con el propósito de controlar las avenidas del río Mayo y evitar las inundaciones que se presentan en las poblaciones y zonas agrícolas aguas abajo de la presa Ruiz Cortines. El propósito principal de este sitio sería el de generación de energía eléctrica.
4. El embalse del proyecto no permite garantizar la demanda anual del Distrito de Riego 038 para primeros cultivos, cuando se presentan déficits en los volúmenes de agua aprovechables.

Selección del sitio

Las consideraciones anteriores permitieron definir al sitio Los Pilares como el más atractivo desde el punto de vista de facilidad de accesos y cercanía a la infraestructura y servicios existentes de la población de San Bernardo, así como los costos de los mismos, como es la energía eléctrica, agua potable, etc..

Adicionalmente, el sitio los Pilares es el único de los tres proyectos analizados en el Bajo Mayo que cuenta con un volumen de almacenamiento suficiente para permitir un control de avenidas satisfactorio y garantizar primeros cultivos, casi bajo cualquier escenario de escurrimientos y, en condiciones favorables, permitirá segundos cultivos en el Distrito de Riego 038.

Estas últimas condiciones son los objetivos fundamentales a lograr con el desarrollo del Proyecto.

II.2.5.2. Ubicación física del sitio seleccionado, indicando

El proyecto Integral Los Pilares, Río Mayo se localizará en el Municipio de Álamos, Sonora, ubicado a unos 44 kilómetros aguas arriba, de la cortina de la presa Mocúzari hasta la cortina de la presa pilares con una longitud de cauce entre presas de 25 km; en las estribaciones SW de la Sierra Madre Occidental de la vertiente del Pacífico, el vaso se localiza aguas arriba de la confluencia del arroyo Quiriego con el río Mayo.

La boquilla de la presa se ubica sobre el río Mayo, unos 1,400 metros aguas arriba del sitio de la estación hidrométrica San Bernardo, localizado a 5 km al noroeste de dicho poblado San Bernardo. Las coordenadas que definen su eje son 27°25'14.70" latitud norte y 108°51'39.27" longitud oeste.



A continuación se presenta la relación altura-área de inundación que da una perspectiva de la superficie anegable, la cual se debe de cotejar con las tierras de los ejidos para conocer la porción que cada uno de los ejidos y pequeños propietarios aporta al proyecto.

Tabla II.11 Altura - Área de Inundación, Proyecto Integral Los Pilares, Río Mayo, Sonora.

ELEVACION msnm	ÁREA Km ²	ALTURA DEL ESPEJO DE AGUA EN LA BOQUILLA DEL EMBALSE (M)
165	0.000	Nivel de referencia del cauce del río
180	1.532	15
200	7.666	35
220	19.990	55
240	30.540	75

II.2.5.3. superficie total requerida (Ha, m2)

Aquí debe hacerse distinción entre la superficie total de los predios, la superficie requerida para el desarrollo del proyecto donde se ubicarán todas las obras, y las que ocuparán las obras y actividades fuera del área del proyecto.

Tabla II.13. Superficie total requerida

Obra	Superficie (ha)
Embalse o vaso de la presa (al NAME)	2,760.04
Obra de desvío Túnel 1 y 2	5
Vertedor de demasías	2
Dique de cierre	5
Vialidades externas de acceso a los sitios de trabajo	2
Rehabilitación de caminos existentes	4
Apertura de bancos de materiales (fuera del area de embalse)	24.32
Campamentos dormitorios, servicios y oficinas	1
Patios de almacenamiento, bodegas y talleres	2
Sitio para disposición de residuos de construcción	1
Total	2,806.36 Ha

II.2.5.4. Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad.

El acceso al proyecto es terrestre. Se llega al sitio desde la ciudad de Álamos Sonora, recorriendo unos 49 kilómetros hasta la población de San Bernardo dentro del mismo Municipio, el cual se encuentra en las estribaciones SW de la Sierra Madre Occidental de la vertiente del Pacífico, la boquilla de la presa, sitio donde se realizaran las obras, se localiza a aproximadamente 5 km de San Bernardo, aguas arriba del cauce del río Mayo y a unos 1,400 metros aguas arriba del sitio de la estación hidrométrica San Bernardo, localizado a 2.8 km al noroeste de dicho poblado San Bernardo.



Las coordenadas que definen su eje son 27°25'14.70" latitud norte y 108°51'39.27" longitud oeste. La siguiente figura destaca la trayectoria hasta llegar al proyecto.

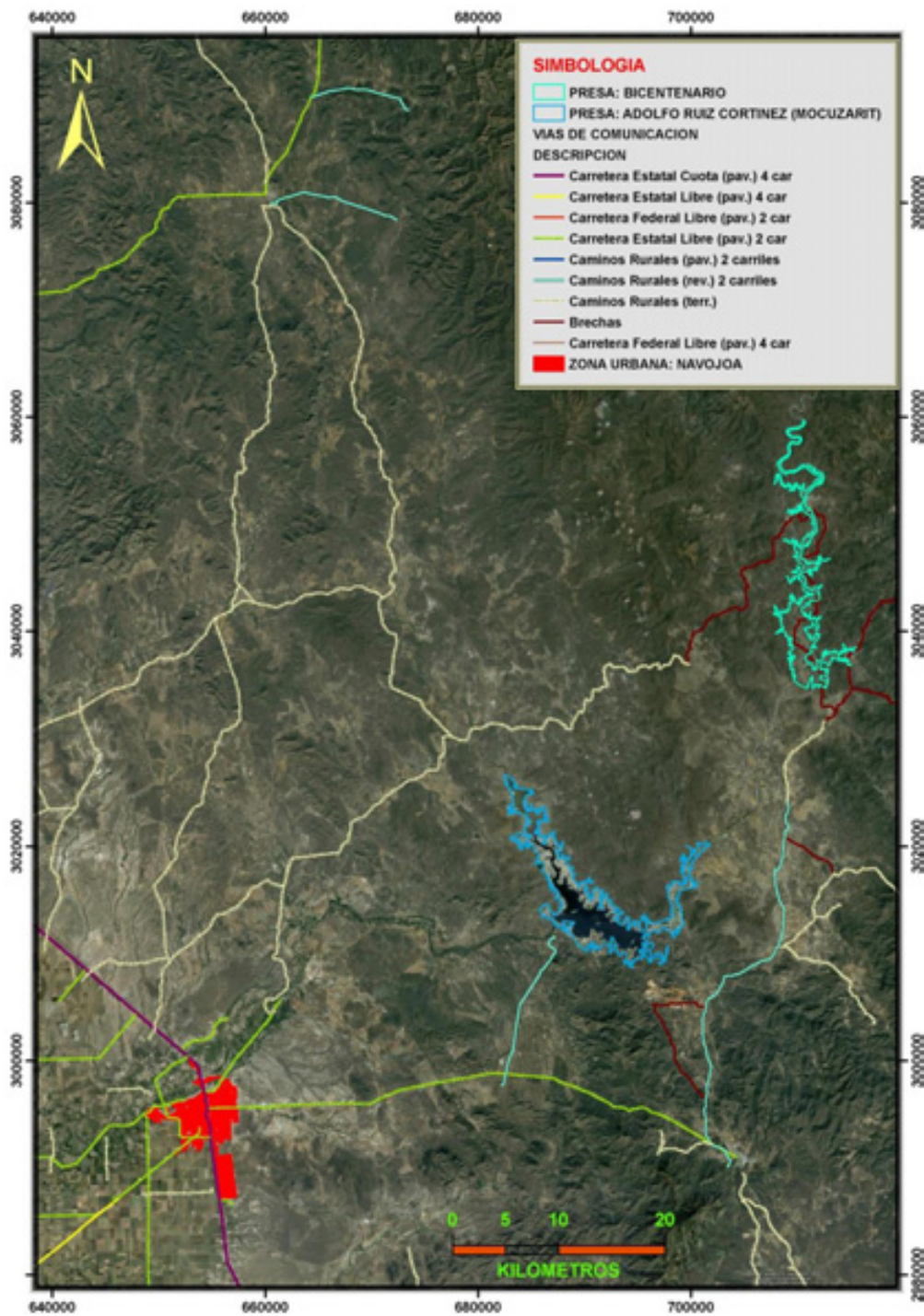


Figura II.8. Trayectoria al sitio del proyecto.



II.2.5.5. Situación legal de los predios.

La afectación que presenta el proyecto sobre zonas ejidales corresponde a tierras de uso común del sector social concernientes a los ejidos Burapaco, Chorijoa, Sejaqui, Topiyeca y San Bernardo. Cada uno de ellos no presenta afectación en sus asentamientos humanos, sin embargo parte de sus tierras se verían inundadas por el embalse de agua generada por el proyecto. La siguiente tabla muestra el desglose de superficies de acuerdo a la tenencia.

Tabla II.14. Tipo de propiedad del predio

Tipo de propiedad	Nombre	Superficie (ha)
Ejidal	Burapaco (guarijíos)	51.1502
	Chorijoa	789.3813
	Topiyeca	193.4093
	Cejaqui	64.5391
	San Bernardo	25.0305
Privada	Varias	1,682.85
		2,806.36

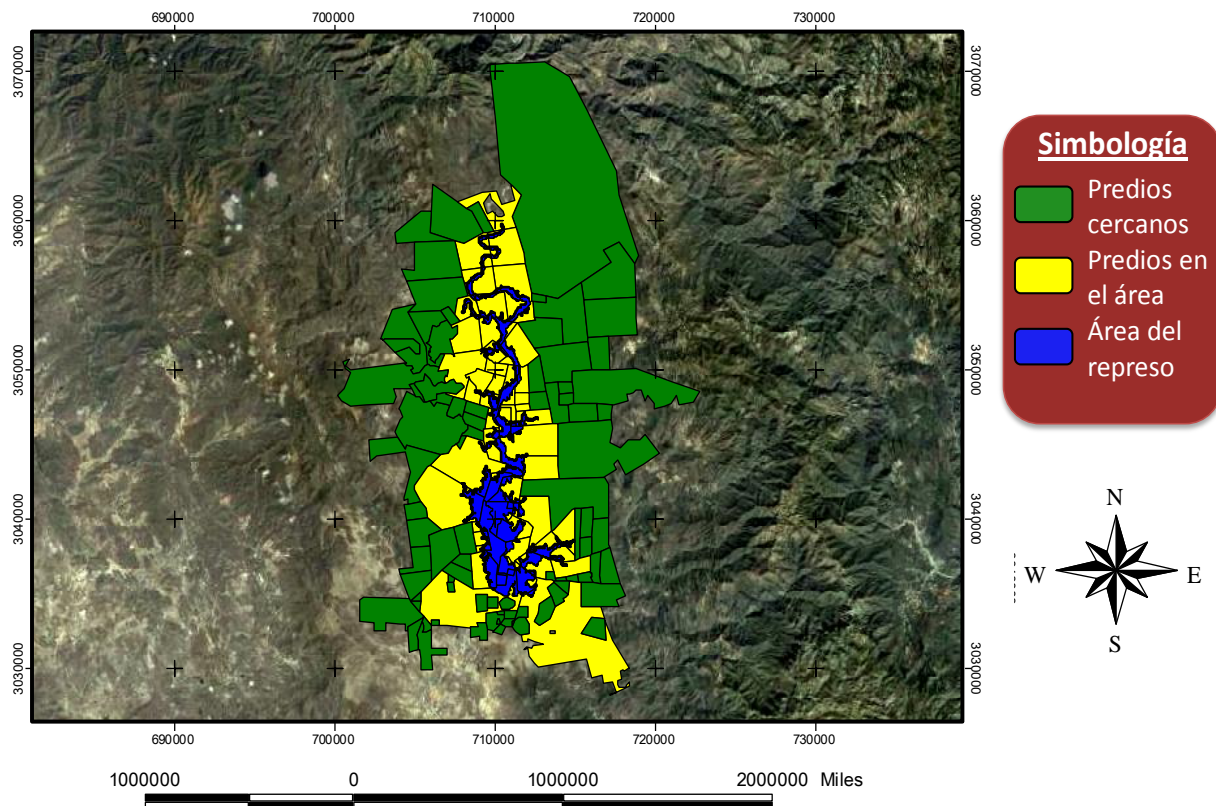


Figura II.9. Ubicación de los predios ubicados en el proyecto



Respecto de los aspectos legales que guardan los terrenos del área de inundación de la presa, se tiene acordado con los ejidatarios de la zona que se les indemnizará conforme a la ley y los cuales manifestaron estar de acuerdo en cooperar con las instituciones de Gobierno encargadas de impulsar el proyecto, por lo que el proyecto se considera legalmente factible de ejecutar.

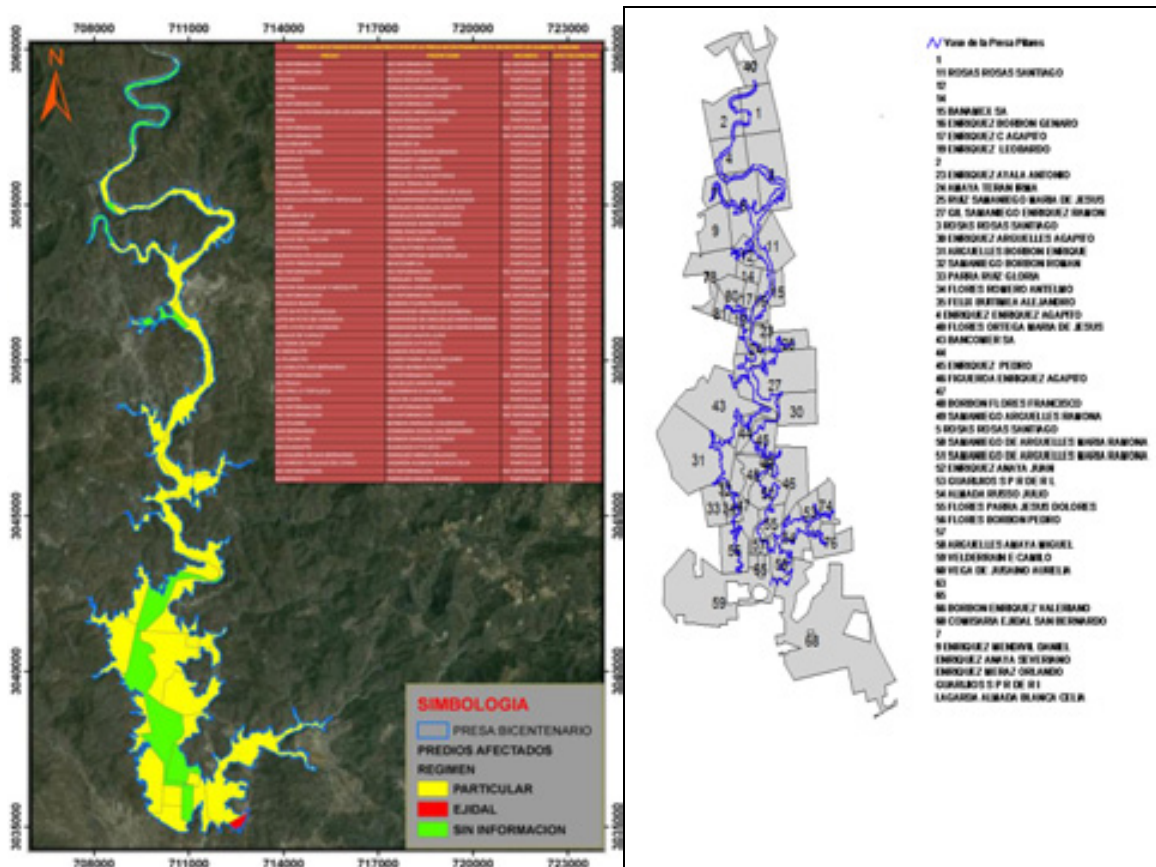


Figura II.10. Detalle de los predios involucrados dentro del embalse del proyecto.

El plano catastral de predios del anexo 3 muestra la relación de predios, su ubicación y la superficie de cada uno de ellos. Asimismo, la trayectoria del proyecto abarca varios predios particulares donde encontramos los siguientes: Cocachaca, Tierra blanca, Tepará, Mochibampo, Rincón de Piedra, Buropaco, Chinahuro, Los Parajes, El Yuri, Bacajaqui, Peñasco Blanco, Bacajaquito, Aguaje de Yupaco, Aguaje del Cachcari, Toma de Agua, Bacajaquito, El Pitahayal, El mezquite, La Tinaja, Topiyeca y Los Pilares, entre otros.

Cada uno de los predios presenta una extensión territorial variable, sin embargo es necesario recalcar que dentro de estos predios se han encontrado áreas de asentamientos siendo identificados en el trayecto del proyecto, por lo que además se consideran terrenos que tienen un uso primario preponderante como ganadería, y que en muchos casos se encuentran sin uso aparente.



II.2.5.6. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y colindancias.

El uso actual de los terrenos es de agostadero, de tipo privado y ejidal, así como de asentamientos humanos y vialidades locales. El área afectada se localiza en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, al sureste del estado de Sonora. La altitud sobre el nivel del mar en esta área varía entre los 165 metros en la boquilla del embalse en los Pilares, hasta los 398 en el Ejido de Mesa Colorada. El área de estudio presenta un clima semiseco, semicálido BS1(h') hw (e), con una temperatura media mensual máxima de 29.7°C en los meses de junio y julio y una media mensual mínima de 17° C de diciembre a febrero. La temperatura máxima es de 44°C y la temperatura mínima es de 2°C; y tiene una media anual de 23.6°C. El periodo de lluvias se presenta en los meses de julio, agosto, septiembre, con una precipitación media anual de 652.3 milímetros y ocurre en los meses de diciembre y marzo.

En la zona sur de la cuenca del río Mayo predomina la *selva baja caducifolia* (bosque deciduo semiárido), que se encuentra distribuida en barrancos y sobre las laderas de los lomeríos y elevaciones que entre 1000 y 2000 msnm; estableciendo comunidades silvestres combinadas en las márgenes del río Mayo, con agricultura de temporal en superficies que no rebasan una hectárea por habitante.

Vegetación dominante en planicies:

Zacate bufel para forraje. Fue introducido en la zona hace unos 40 años. Ahora crece en la región de manera silvestre.

Vegetación dominantes del Bosque tropical caducifolio, cuenca del río Mayo, entre los 1000 y 2000 msnm:

Pochote o ceiba (*Ceiba acuminata*) cuyo fruto produce algodón en rama, que sirve para relleno de almohadas, es un tipo de algodón en rama, de origen nativo.

Tepeguaje (*Lysiloma watsonii*).

Palo de arco (*Lysiloma divaricata*).

Copal (*Bursera inopinata*).

Palo barril (*Cochlospermum vitifolium*).

Palo joso (*Conzattia sericea*), que se presenta en eminencias aisladas.

Gamúchil (*Phitecollobium dulce*). Árbol espinoso, su fruto es comestible y sirve como alimento del ganado.

Matorral "chilawi" o "chirawi". Al sur de la cuenca del río Mayo, en altitudes menores a los 1000 msnm, con vegetación dominante de *bosque espinoso*. Las especies arbóreas más importantes son:

Hechos, cactácea que se puede usar para fines domésticos: una parte sirve para usarse como peines; el fruto sirve para hacer un dulce semejante a la cajeta.



Pitahaya (*Machaerocereus gummosus*). Se emplea para cercar; para montar la estructura del techo de las casas. Sus frutos son adquiridos por los pobladores.

Espino (*Acacia cymbispina*). Especie dominante de este tipo de bosque espinoso del sur de Sonora, ocupa rápidamente los terrenos agrícolas abandonados.

Cousamo (*Coursetia glandulosa*).

Miguelito (*Jatropha cordata*).

Torote verde o chimulí (*Fouquieria macdougallii*).

Chopó (*Mimosa palmeri*).

Cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*).

Torote (*Bursera confusa*).

Palo nesco o palo piojo (*Willardia mexicana*).

Brasil (*Haematoxylon brasiletto*).

Por información de los habitantes de la cuenca media del río Mayo sobre la fauna de la región, existen las siguientes especies:

Mamíferos: Nutria o perro de agua, venado, jabalí o cochijabalí, tlacuache; ardilla, liebre, conejo, zorro, zorrillo, tejón, cholugo o mono de cola larga-corta (coatí), león (puma)

Aves: garza, zopilote, correcaminos, zanate.

Peces: bagre.

Reptiles: víbora de cascabel

II.2.6 Preparación del sitio y construcción.

Para los trabajos en esta etapa del proyecto, se ha determinado la superficie total requerida tomando en cuenta la rehabilitación y mantenimiento de algunos caminos existentes y las obras específicas que se ejecutarán en cada frente. Su ubicación corresponde a la zona que aparece en los planos del arreglo general y de detalles (ver Anexo 3), mientras que las superficies que se verán afectadas en este proyecto, se indicaron en las tablas que se presentaron en el apartado II.2.2 relativo a las superficies requeridas.

El proyecto se inicia con los estudios geológicos e hidrológicos necesarios para la construcción de la cortina de la presa y sus construcciones asociadas. Estos estudios son de primer orden; sin embargo, no consideran en ellos a la población que será desalojada y reubicada con la conformación del embalse y la inundación del área. ver Anexo 5.

Sin duda alguna, es necesario identificar los beneficiarios directos con la construcción de la presa y, en forma prioritaria, a los afectados directos del proyecto. Los estudios piloto, socioeconómico y etnográfico, establecen de forma clara un precedente para generar las estrategias y planes que permitan alcanzar una reubicación de la población que les otorgue beneficios, a través del Proyecto Integral Los Pilares, Cuenca del Río Mayo.



Estudios previos

Los resultados de los estudios previos realizados fueron medidos como la contribución a la mejora de la operación de la presa Mocúzarit y la disminución de las inundaciones por derrames, lo que permitió evaluar su factibilidad económica, decidir sobre la conveniencia de su construcción y establecer las recomendaciones sobre el proyecto, a fin de iniciar los trabajos de campo necesarios para establecer las características particulares del sitio y sus dimensiones definitivas.

Se recopiló el registro histórico de escurrimientos de la estación hidrométrica 09067 “San Bernardo” y de las extracciones realizadas por la obra de toma de la presa Adolfo Ruiz Cortines, obtenidos por el Sistema de Información de Aguas Superficiales (SIAS) proporcionado por la CONAGUA y por la dirección del distrito de riego. Se recopilaron las cartas topográficas G12b37 y G12b47 escala 1:50,000, impresas y vectoriales proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Las herramientas topográficas incorporadas a los Sistemas de Información Geográficas (SIG) proporcionan soluciones aplicables para la ejecución y simulación de proyectos que son necesarios desarrollar en el campo. Con esta utilidad se desarrollan los procesos y metodología que dan como resultado respuestas a las diferentes necesidades del ser humano y su entorno.

Las principales herramientas a desarrollar incluyeron las propias para el manejo de datos topográficos y principalmente las necesarias para la creación y el trabajo con modelos digitales del terreno (líneas de rotura, áreas vacías, generación de mallas de triángulos, generación de curvados, etc.).

El área de trabajo está ubicada a 2.5 km al noroeste del poblado de San Bernardo, municipio de Álamos en el estado de Sonora. El área aproximada del polígono en estudio, en la zona de boquilla y dique, es de 1.078 km².

En cuanto a las cuencas altas la información se obtuvo a partir de los programas Google Earth Pro 6.0.2 y Civil 3D 2012, datos cartográficos vectorizados de la carta San Bernardo (G12B37) y Puntos tomados con GPS de precisión; en la Cuenca baja se contó con la misma metodología pero además se obtuvieron secciones transversales a lo largo del cauce.

Para obtener el producto de curvas de nivel a cada metro se realizaron los siguientes pasos:

- Proyección de cuadrículas en el google Earth las cuales guiaran el proceso de importación de superficies.
- Dependiendo del número de cuadrículas se obtendrá un producto más preciso, las superficies se obtienen cuadrícula por cuadrícula



Con el propósito de sensibilizarnos sobre las características de la demanda se realizó un análisis estadístico de las extracciones de la presa Adolfo Ruiz Cortines, considerando la totalidad de la información, los resultados de los parámetros obtenidos nos indican un valor medio de la demanda por ciclo igual a 808.4 millones de metros cúbicos, con un valor mínimo de 216.0 millones de metros cúbicos y un valor máximo de 1,546.8 millones de metros cúbicos. El rango de variación de la demanda en el periodo registrado alcanza un valor de 1,330.7 millones de cúbicos lo cual denota una falta muy grande sobre el control del escurrimiento. Si atendemos a los valores obtenidos para los parámetros cuartiles, podemos observar que en el 50% de los ciclos de riego, los valores de la demanda han variado entre 643.8 millones de metros cúbicos (1er cuartil) y 985.0 millones de metros cúbicos (3er cuartil), es decir, 25% de los valores demandados han sido inferiores a los 643.5 millones de metros cúbicos y 25% han sido superiores a los 985.0 millones de metros cúbicos. Del total de los ciclos considerados, en el 37% de ellos no se logró satisfacer la demanda de agua del distrito, lo cual plantea un gran reto para lograr un embalse que permita mejorar sustancialmente esta situación. Los compromisos de riego superan con mucho la demanda media que podría satisfacer este embalse. Con la información anterior de base se procedió a proyectar los trabajos y estudio requeridos para la presa bicentenario.

El proyecto contempla la construcción de una presa de almacenamiento, tipo cortina de gravedad a partir de Concreto Compactado con Rodillo para 488,418 millones de metros cúbicos de capacidad y una altura máxima de la corona de 232 metros, la cual será para uso exclusivo de control de avenidas del río mayo y sus afluentes, aguas arriba de la Presa Adolfo Ruiz Cortines; el ancho de la corona será de 10 metros y la capacidad de azolves se estimó en 4.864 millones de m³.

II.2.6.1. Preparación del sitio

Desmontes y Despalmes

Se realizará el levantamiento físico y topográfico de la superficie destinada a la construcción de algunas obras o frentes específicos de trabajo que conforman el proyecto. Con el resultado de los datos topográficos se empleará una flotilla de maquinaria pesada, especializada para estos trabajos de desmonte, la cual estará conformada por: 1 Tractor de oruga, 1 Cargador frontal (Pay loader), 1 Traxcavo, 2 Moto-conformadoras, 2 Retroexcavadoras tipo "Case-580" o similar, 1 Retroexcavadora tipo "LC-40" o similar con martillo y 1 Flotilla de camiones de volteo.

El tipo de material producto del desmonte y despálme será principalmente: Matorrales y vegetación superficial de la zona, así como arcilla y un porcentaje probable de piedra de boleo. Se realizarán revestimientos y obras de arte apropiadas para el camino de acceso principal, en el que se consideran pendientes y superficies de rodamiento calculadas conforme a estudio topográfico, así como a las condiciones propias de cada camino. Se dispondrá del diseño conveniente de alcantarillas, cunetas, contra-cunetas y lavaderos, que permitan el adecuado y constante drenaje del camino, principalmente, en épocas de lluvia. Los volúmenes de material requerido para estos caminos, se calcularán y se indicarán en el plano y proyectos específicos para estos trabajos.



Excavaciones, Compactaciones y/o Nivelaciones

El proceso empleado de excavación, iniciará algunas veces después a cada explosión que se verifique convenientemente, posteriormente se procederá a limpiar el área, para con ello permitir el inicio de los trabajos en cada frente. Sin embargo, los trabajos de excavación sin el uso previo de explosivos quedarán definidos en los planos de cimentación, diseñados específicamente para cada caso, en los cuales se indicará también el método para estabilizar los ataludes y cortes que se realizarán, lo que fundamentalmente serán por medio de banquetes que variarán entre 6 y 9m de altura, con el propósito de estabilizarlos convenientemente a través de anclajes, drenajes con cunetas y contra cunetas, malla electro soldada y concreto lanzado; lo anterior de acuerdo a las necesidades geológicas del terreno, en cada uno de los sitios. El equipo y maquinaria a utilizar para estos trabajos, será por medio de retroexcavadoras tipo 2LC-120” o similar, dragas tipo “araña” o similar y retroexcavadoras tipo “CASE 580” o similar, según la necesidad del frente de trabajo y el tipo de material que se trate.

Cortes

Se realizarán con explosivos, convenientes y autorizados, así como con la maquinaria y equipo adecuados, según las necesidades constructivas en cada sitio. El volumen extraído de cada corte se aprovechará en su mayoría, para la formación del cuerpo de las cortinas. Todo el material que no cumpla con los requisitos especificados en el diseño de estas obras, será desechado y transportado a los bancos de desperdicio mediante el siguiente procedimiento:

- **Manejo.** Esta actividad considera la clasificación y carga del material, es decir, que se selecciona el material según su tamaño para después transportarse al sitio de su colocación, o en su caso a la zona donde será procesado para adecuarlo a las necesidades y especificaciones del proyecto. Se cargará en camiones de volteo y con la utilización de cargador frontal y trascabos de oruga.
- **Traslado.** El material será transportado a través de los caminos que se revestirán o que se construirán dependiendo del caso y que forman parte de las vialidades internas de la construcción y del proyecto general, hasta los bancos de desperdicio. La ubicación de estos bancos se indicará en los planos de ordenamiento territorial de la infraestructura para cada sitio o plano de conjunto.
- **Disposición final.** El material se depositará en los bancos de desperdicio seleccionados previamente y autorizados por las autoridades correspondientes. Para ello, se extenderá el material en sitio con la maquinaria adecuada como tractores de oruga, trascabos y cargadores frontales; formando terrazas y plataformas, para con ello proporcionar estabilidad a los taludes en el sitio y evitar deslaves posteriores, así como prever un ordenado acumulamiento de los desperdicios que se tengan y un mejor aprovechamiento de su capacidad.



- **Rellenos.** El tipo de material que se utilizará será el que cumpla con las especificaciones del proyecto y las necesidades propias de cada frente de trabajo, así como lo que se indique en los planos oficiales de construcción para este concepto de obra. Para ello, se seleccionará y muestreará en cada banco de arcilla o material cementante que presente porcentajes significativos de humedad óptima y compactación, así como también se podrá tener la alternativa de extraer material de los bancos de préstamo localizados, analizados y muestreados en el sitio mismo donde se realizarán estos trabajos, cuidando anticipadamente que el personal de laboratorio y mecánica de suelos, autorice el manejo del material para estos trabajos (rellenos). Para llevar a cabo esta operación, se utilizará una flotilla de maquinaria y equipo consistente en: 2 retroexcavadoras tipo LC-40, 2 retroexcavadoras tipo CASE 580 o similar, 2 moto-escrepas tipo TM-12 o similar, 2 moto-conformadoras tipo F-120, 2 vibro-compactadores tipo Ingersoll Rand y 1 tractor neumático, así como la flotilla de camiones de volteo que para el caso sea necesaria. Los volúmenes de material se calcularán y se cuantificarán conforme a las memorias de cálculo indicados en los planos oficiales de ingeniería.

Para los sitios donde se realicen rellenos en zonas inundables, se procederá de la misma forma que se indica en las zonas terrestres, con la diferencia fundamental de que el material deberá tener características filtrantes como las que se encuentran en los balastres, gravas y cantos rodados, etc.

- **Dragados:** La localización de los sitios de extracción, será determinada por el estudio topográfico que se obtendrá de manera específica para cada sitio, la cual se indicará claramente en los planos correspondientes. El volumen que se dispondrá, será cuantificado conforme a la memoria de cálculo y su calidad será analizada por el estudio de mecánica de suelos, de acuerdo a las especificaciones y necesidades del proyecto. La maquinaria a utilizar será con dragas “tipo araña”, que para cada caso y de acuerdo a las profundidades de las zonas “inundables” o cuerpos de agua que se estén trabajando, se elegirán convenientemente.

II.2.6.2. Construcción

Utilización de bancos de materiales, almacenamiento y desperdicio para la construcción de las obras.

Para acceder a los bancos, se rehabilitarán y construirán los caminos de terracerías que comunicarán al cauce del río por medio de plataformas, donde se pretende almacenar los materiales.

Los bancos de grava-arena son depósitos aluviales localizados sobre el cauce del río, de los cuales se requerirá este material para utilizarse en la construcción de la cortina, dique y ataguías.



Para obtener los agregados necesarios para la construcción de las diferentes estructuras de concreto, serán clasificados previamente y se establecerán en los sitios convenientes: equipos de clasificación y dosificación de arenas y gravas, así como en caso de requerirse, equipos de trituración para aprovechar al máximo el aluvión extraído del cauce y márgenes del río.

Durante su extracción se podrá acumular mediante el uso de tractores, mientras que para cargarlo se utilizarán trascabos de oruga y/o cargadores neumáticos con cucharón frontal; el acarreo se realizará mediante camiones de volteo, transportándolo directamente a su sitio de colocación o bien, el material deberá ser llevado a las plantas clasificadoras instaladas para tal fin, cerca de los frentes de trabajo, para vaciarlos en las tolvas respectivas.

También podrá extraerse este mismo material por medio de dragas tipo: Link-belt-140 o similar, así como retroexcavadora tipo: Poclain 300 o similar, las cuales extraerán el material por debajo del nivel del río, hasta alcanzar el fondo del banco o hasta donde el alcance máximo del equipo lo permita.

Para la extracción de material de arcilla, se utilizarán tractores tipo DN8 o similar, que cortarán el material en franjas horizontales, desbastando el banco en capas sucesivas sobre toda la superficie hasta agotar el potencial, no se contemplará la restauración de los taludes producto del corte y la extracción de este banco en particular por quedar dentro del área de embalse..

El almacenamiento de cada uno de estos materiales se realizará principalmente en sitios sensiblemente planos, localizados de manera accesibles, y cercanos a los frentes específicos de trabajo, así como en lugares que no afecten ni obstaculicen las áreas de construcción del proyecto. En cuanto a los bancos de desperdicio, estos se definen como tiraderos o rellenos donde se acumulan todos los materiales de desecho que se generan durante la construcción de las obras tales como:

- Concretos producto de demolición, cascajo, roca, aluvión, gravas y arena, no aptas para las obras, así como limos y arcillas fuera de especificación.

Estos bancos se localizarán aguas arriba de la cortina a una elevación tal, que permitirá que todo el material del tiradero quede ahogado dentro del embalse; para el buen uso del mismo se seleccionará una cañada o cantil con desnivel que permita el balconeo del material hasta un sitio donde no reduzca el cauce natural del río, ni afecte los lugares donde se esté realizando la construcción, además de que el material se pueda acumular desde la parte baja del tiradero e ir creciendo gradualmente en forma de rampa o talud, con el ángulo de reposo natural que adquieran los materiales con el balconeo. En este tipo de bancos destinados a tiraderos no se requiere acondicionamiento especial para el sitio, sin embargo se dispondrá de una plataforma en la parte alta de la cañada para que el equipo de acarreo haga las maniobras correspondientes para acercarse al borde del tiradero.

Obras de Desvío

Comprenden los trabajos para la construcción de Tajos de entrada y salida, Túneles de desvío, Ataguías, Tapones y Pantallas impermeables en ataguías, en el sitio del proyecto.



- a. **TAJOS DE ENTRADA Y SALIDA:** Son los cortes a cielo abierto que se efectuarán a la entrada y salida de los túneles de desvío. Los taludes realizados en ambos tajos, tanto de entrada como de salida, se excavarán verticalmente cuidando que la posible foliación en la roca y la estabilidad de los taludes, se solucione mediante la aplicación de un sistema de soporte con anclas, recubrimiento con concreto lanzado y malla electrosoldada, así como la perforación de barrenos para drenaje.
- b. **TUNELES DE DESVÍO:** Se fundamentarán por la construcción de (2) túneles subterráneos en un macizo rocoso por lo que la excavación se realizará por medio de barrenaciones y explosivos. Con base en la calidad de la roca identificada, se preverá revestir los túneles solo con concreto lanzado, con el objeto de propiciar la eficiencia hidráulica del conducto y minimizar la “intemperización” del material durante la operación de la obra.

Esta obra se ha planteado sobre la margen derecha de la boquilla es decir al lado oeste de la misma y corresponde al cerro donde no se encuentran los pilares que caracterizan la zona. Los túneles se han previsto en esta sección con el fin de proteger y no correr el riesgo de dañar dichos pilares con los explosivos que se utilicen (ver fotografías de los pilares en la ubicación de la boquilla en anexo 6); los dos túneles serán de sección tipo portal de 7 x 7 m con longitudes de 200 y 300 m, aproximadamente.

- c. **ATAGUIAS:** Se construirán aguas arriba y aguas debajo de la cortina en cada sitio, se formarán con terraplenes de materiales graduados con un corazón o núcleo impermeable; ambas ataguías permiten el encauzamiento del río por los túneles de desvío; el espacio entre estas estructuras queda aislado permitiendo la construcción de la cortina anticipadamente a la colocación de los materiales que conformaran las ataguías; se realizara la limpieza de las laderas retirando la vegetación y el material suelto hasta encontrar la roca sana, que servirá de apoyo para el confinamiento de los materiales en el cauce del río, donde sólo se retirará una capa de material superficial, ya que el manto aluvial existente servirá para el desplante de los materiales que conforman el cuerpo de las ataguías.

Los materiales serán cargados y transportados de los almacenes o bancos de préstamo, hasta el sitio de su colocación por medio de equipo de carga y acarreo adecuado, así como también serán extendidos y compactados de acuerdo con los espesores y pesos volumétricos especificados, mediante el uso de tractores tipo bulldózer, motoconformadoras, compactador de rodillo liso y vibratorio evitando desniveles considerables y en apego estricto a los datos y trazos topográficos que se realizarán.

Por el lado de aguas abajo comprende una ataguía con 13 m de altura y longitud de 90 m. Para el dimensionamiento de la obra de desvío se ha considerado un gasto de 2,995 m³/s, correspondiente a un periodo de retorno de 25 años.

- d. **TAPONES:** Serán estructuras de concreto hidráulico que funcionarán como cierre definitivo de los túneles de desvío; se proyectarán y diseñarán conforme a las necesidades del desvío; y su ubicación precisa dependerá del diseño de la pantalla de inyección de concreto. Se prevé el cierre de solo uno de los dos túneles.



- e. **PANTALLAS IMPERMEABLES:** Estas pantallas tiene como finalidad construir una barrera que evite filtraciones precedentes del río, por medio del aluvión localizado bajo el cuerpo de la ataguía. Durante la operación de los túneles de desvío, la pantalla debe ser impermeable, continua y empotrada en la roca para reducir las filtraciones a través de la misma; se aplicará un tratamiento mediante inyecciones en la roca bajo la pantalla de concreto. El proceso de la excavación, es por paneles alternados utilizando equipo adecuado para lograr una pantalla continua lateralmente hasta apoyarse en roca basal; se contará con un trépano de punta con peso suficiente para romper boleos que no se pueden retirar con el equipo común de excavación; se construirán brocales de concreto armado a todo lo largo de la pantalla que servirán de guía para el equipo de excavación, los brocales se colocarán hasta una profundidad de 1.00 m, con la separación adecuada para introducir el equipo de excavación. Sobre los brocales de concreto se marcará topográficamente la posición geométrica de los paneles de la pantalla de los barrenos de inyección, así como de los barrenos adicionales posibles según el caso.

Obras de Contención

Como su nombre lo indica, estas obras tienen el objetivo de contener y embalsar el agua de la presa; sus principales componentes son: la cortina y el dique.

- a. **LA CORTINA:** Es una estructura que proporciona la estabilidad necesaria para contener y embalsar el agua será tipo cortina de gravedad y se construirá mediante el sistema de concreto compactado con rodillo. En cuanto al volumen de su estructura, éste dependerá de las necesidades del proyecto mismo.

Para su construcción específica, en el sitio ya seleccionado (llamado recinto) y una vez desviado el río con la ayuda de las ataguías y los túneles, se procederá a efectuar la limpieza del cauce, la cual se realiza extrayendo el material hasta llegar a la roca sana y bombeando el agua para dejar la zona seca, limpia y firme para el desplante de la cortina, construyendo la cortina y hasta concluir con su altura final según el diseño, evitando así un daño a la estructura de la misma. Esta limpieza del cauce, se realizará con la utilización de maquinaria y equipo adecuado como: tractores de oruga, dragas, retroexcavadoras y camiones de volteo, cargadores-frontales (Payloaders), bombas y equipo de barrenación del tipo "track-drill" o similar.

La sección transversal de la cortina está compuesta por un núcleo impermeable, seguido por un filtro, ambos con talud de 0.83:1.

- b. **DIQUE:** Su construcción y localización se determinará de acuerdo a las necesidades de captación del fluido, que se tiene diseñado y proyectado; este dique es de Concreto Compactado con Rodillo. Para iniciar con su construcción se debe limpiar el área donde se desplantarán dichas estructuras, regularizar las laderas a través de excavaciones estudiadas y alcanzar así, los taludes requeridos del proyecto y además excavar adecuadamente los sitios específicos donde se desplantarán los diques.

Esta obra de contención se compone por un vertedor controlado por 5 compuertas de 8.5 x 17.5 m, la cresta del vertedor tiene una longitud de 53 m a la elevación 218.00 msnm. Las descargas se realizan mediante una rápida de descarga acotadas por muros



de encauce y la rápida continúa con una cubeta deflectora tipo salto de ski, con cresta a la cota 188.00 msnm. La obra de excedencias se ha dimensionado para un gasto de 7,190 m³/s al cual corresponde un periodo de retorno de 10,000 años.

Obra de Toma

En este concepto de construcción se desarrollaran principalmente (3) obras importantes para su funcionamiento, como son: las excavaciones y cortes, la estabilidad de taludes y la construcción de compuertas de transición respectivamente.

- a. **EXCAVACIONES Y CORTES:** Como estas obras de toma son canales a cielo abierto, su excavación en su mayoría se realizará con el uso de explosivos, sin embargo los primeros trabajos por ejecutar antes de excavar, son los de desmonte y despálme en el sitio específico de la obra. Para ello se utilizará maquinaria, como el tractor DN8, para la remoción del material producto de la excavación. En general ésta misma se realizará por medio de banqueos, iniciando de la parte más alta de la obra hasta terminar la excavación a piso del canal de llamada, realizando la barrenación entre éste y las bermas correspondientes. Una vez hecha la barrenación con la cantidad de explosivos calculados, se ejecutará la voladura y al término, la roca fragmentada se apilará o se amontonará con el uso de tractores; se cargará en camiones de volteo y se transportará a los sitios destinados.
- b. **ESTABILIDAD DE TALUDES:** Será principalmente por medio de un sistema de anclaje y soporte con malla electrosoldada, el cual se inicia primeramente con la aplicación neumática de concreto (concreto lanzado), proyectado a alta velocidad contra una superficie del talud, quedando el material prácticamente compactado y sostenido por sí mismo; posteriormente, se refuerza con malla y finalmente con una segunda capa de concreto lanzado. Esta colocación de concreto se realiza de la parte baja del talud hacia arriba; para ir ascendiendo en el lanzado, se utiliza una canastilla cargada con un malacate suspendido y anclado en varillas hincadas en la berma superior; el lanzamiento de este tipo de concreto se lleva a cabo por medio de una máquina especial del tipo: tambor rotatorio o máquina Aliva, en la que el material es conducido neumáticamente con una presión controlada por tubería o manguera y lanzado a través de una boquilla sobre la superficie de aplicación.
- c. **COMPUERTAS DE TRANSICION:** Esta área deberá construirse entre la estructura de rejillas y el inicio de blindaje de las tuberías a presión; se inicia a partir de los paramentos elípticos de las bocatomas; desde ahí se mantiene con una sección rectangular en forma constante hasta su término, donde se alojan los espacios para las compuertas de servicio y de emergencia. El acero que se utiliza en estas estructuras es de diámetros de ¾", 1" y 1 ½", con un fy= 4200 Kg/m². La cimbra tipo que se utiliza para la formación de los paramentos elípticos de las bocatomas, es habilitada especialmente dadas las curvaturas requeridas y el acabado aparente de sus caras, por lo que se fabricarán tableros de triplay de 1.22 m x 2.44 m x 3mm de espesor, con bastidores de polines de 2" x 4" y se troquelarán como corresponda. Los colados de concreto para estas estructuras, se ejecutaran con bomba por la conveniencia que representa el reducir maniobras y la facilidad para su colocación. En las torres de compuertas se



construirán muros laterales a base de cimbras deslizantes, colados con concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ y bombeado a través de una tubería de 6" \varnothing extendida hasta el sitio específico de su colocación. El colado tendrá capas máximas de 20 cm. distribuyéndolo en forma uniforme en toda la superficie.

II.2.7 Operación y mantenimiento

La operación y funcionamiento de la presa estará a cargo de la Comisión Nacional del Agua, quienes conjuntamente con la Comisión Estatal de Agua y los usuarios del Distrito de Riesgo del Río Mayo representados por el promovente determinarán la política de operación a través de la instrumentación de un Plan de Manejo del sistema de Presas Adolfo Ruiz Cortines-Bicentenario.

El programa de mantenimiento debe contener reparaciones mayores y menores de la infraestructura hidráulica que se construirá y se incluye en el calendario de mantenimiento del sistema de presas, la atención se dará según las necesidades particulares de estas instalaciones.

Generalmente se requiere, para estas labores, de herramientas manuales y equipo de soldadura, así como de lubricantes, pinturas, soldadura eléctrica y autógena, cable de acero, solventes, tubería de acero, madera, empaques y estopas, lo anterior se almacenará en la casa del vigilante.

Para el mantenimiento de la infraestructura se deberá tener especial cuidado en lo siguiente:

- a) Inspección permanente del estado que guarda el recubrimiento con concreto reforzado, tanto en los canales, como en el vertedor y la obra de toma.
- b) Reparaciones menores de la infraestructura hidráulica.
- c) Limpieza de estructuras hidráulicas.

II.2.8 Abandono del sitio

Las obras que se construirán tendrán una vida media estimada de 50 años, por lo que no se considera el abandono del sitio, es de hacer notar que con un adecuado mantenimiento, se espera que la utilidad de obra rebase esta expectativa.

II.2.9 Verificación de planos



II.2.9.1 Tipo y Tecnología de Producción.

La relación de planos esta referenciada con lo descrito en el presente capítulo, mismo que se incluyen en el anexo 3 de este documento.

II.2.9.2 Información específica sobre obras particulares

El licitante ganador determinará las condiciones particulares de este apartado en apego a las bases de licitación y a los estudios básicos que se muestran en el anexo 5 de este documento.

II.3 Requerimiento de personal e insumos

II.3.1 Personal

La construcción de este proyecto requerirá de los recursos humanos estimados en la siguiente tabla, considerando la plantilla básica de personal en dos turnos de trabajo, para cada una de las actividades programadas de todo el proyecto.

Tabla II.15 Requerimientos de personal

Etapa	Tipo de mano de Obra	Tipo de Empleo			Disponibilidad Regional
		Permanente	Temporal	Extra-ordinario	
Preparación del Sitio	Calificada		35		Si
	No Calificada		50		Si
Construcción	Calificada	350		25	Si
	No Calificada				Si
Operación y Mantenimiento	Calificada	1			Si
	No Calificada	2			Si

II.3.2 Insumos

Los elementos naturales a extraer para la construcción de las diferentes obras del proyecto, se indican en la siguiente tabla:

Tabla II.16. Cantidades de obra estimadas

Material	Cortina	Dique
Despalme	92,500 m ³	93,960 m ³
Arena, grava y rezaga	550,000 m ³	757,040 m ³
Filtro de transición	49,730 m ³	51,185 m ³
Revestimiento para corona	2,500 m ³	5,000 m ³



II.3.2.1. Agua

En la siguiente tabla se indica la cantidad de agua estimada para utilizarse, en las diferentes etapas de construcción y operación del proyecto.

Tabla II.17 Consumo estimado de agua

Etapas	Agua	Consumo Ordinario		Consumo excepcional o periódico		
		Volumen	Origen	Volumen	Origen	Periodo
Preparación del sitio	Cruda	233,031m ³	Río	46.606 m ³	Río	80 días
	Tratada	110,967 m ³	Río	22,193 m ³	Río	80 días
	Potable	3,069 m ³	Compra	614 m ³	Compra	80 días
Construcción	Cruda	776,772 m ³	Río	155,354 m ³	Río	Fin-sem
	Tratada	369,890 m ³	Río	73,978 m ³	Río	Fin-sem
	Potable	10,231 m ³	Compra	2,046 m ³	Compra	Fin-sem
Operación y mantto.	Cruda	141 m ³ /seg	Río	28 m ³ /seg	Río	Fin-sem
	Tratada	4,700 m ³	Compra	940 m ³	Compra	Fin-sem
	Potable	233,031m ³	Río	46.606 m ³	Río	80 días

II.3.2.2. Materiales y sustancias

Los almacenes, bodegas y talleres, así como campamentos y oficinas, se construirán básicamente con pisos de cemento pulido, muros y techos de multipanel y materiales ligeros en su modalidad de provisionales. Los espacios permanentes serán construidos con estructura de acero (columnas y vigas) como soporte; sobre ella se fijarán láminas galvanizadas y muros de multipanel; también existirán muros de block, techos de concreto y piso de cemento. La gran mayoría de los materiales a utilizar se adquirirán en el mercado local, mientras que los materiales térreos y pétreos se obtendrán de los bancos de materiales localizados en la región.

En la siguiente tabla se indican los principales materiales de construcción a utilizar así como cantidades aproximadas.

Tabla II.18. Materiales de construcción que se utilizarán en obra de toma y túneles

Materiales	Cantidad
Acero de Refuerzo	2,167 ton
Malla Electro-soldada	28,735 m ²
Retardante para concreto	19,468 kg
Aditivo acelerante para concreto	24,717 kg
Concreto hidráulico	23,675 m ³
Resina Epóxica	9,617 kg
Cemento	1,562 ton
Tubos asbesto-cemento 6"	275 m
Varilla 3/8"	330 kg
Acer para marcos y puentes de acceso a tomas	69,857 kg
Madera	12,314 kg



En la siguiente tabla se indican los diferentes tipos de explosivos que se utilizarán, así como las cantidades estimadas requeridas.

Tabla II.19 Tipo y cantidad estimada de explosivos que se utilizarán

Tipo de explosivo	Cantidad almacenada	Cantidad empleada por día	Tipo de almacenamiento	Tipo de transportación	Acción en la que se emplea
AN/FO (Altos Explosivos)	5 tons	157 kg	Polvorín principal	Vehículo cerrado	Excavación en roca
Hidrogel	2 tons	78 kg	Polvorín principal	Vehículo cerrado	Excavación en roca
Dispositivos fulminantes	78 pzas	2 pzas	Polvorín principal	Vehículo cerrado	Excavación en roca
Mecha de Seguridad	157 m	5 m	Polvorín principal	Vehículo cerrado	Excavación en roca
Estopín Eléctrico	24 pza	1 pza	Polvorín principal	Vehículo cerrado	Excavación en roca
Cordón detonante tipo primacord	713 m	24 m	Polvorín principal	Vehículo cerrado	Excavación en roca

II.3.2.3. Energía y combustibles

Para la operación el suministro de energía eléctrica se solucionará mediante la construcción e instalación de una línea de transmisión con capacidad de 115 KV, misma que será interconectada con las líneas de energía eléctrica del poblado de San Bernardo y conducida por los caminos existentes. Se calcula que para el inicio de la obra, la carga requerida será del orden de los 2 MVA en la etapa de mayor actividad de la obra; considerando abiertos todos los frentes de trabajo, la carga sería de 8.7 MVA, la cual disminuiría gradualmente y en las últimas etapas de la obra sería nuevamente de 2 MVA.

Además de las instalaciones ya mencionadas, se contará con plantas móviles de emergencia operando con diesel. Las plantas móviles tendrán capacidad suficiente para cubrir cualquier eventualidad.

En cuanto a los combustibles que se utilizarán, éstos serán el diesel y la gasolina, los cuales se adquirirán en los centros de distribución autorizados por PEMEX de la región, siendo transportados –por seguridad- en pipas hasta los sitios de la obra. El almacenamiento se realizará en el área o zona de mantenimiento y el suministro de proporcionara a través de pipas madrina.

II.3.2.4. maquinaria y equipo

Conforme al programa de obra y sus necesidades específicas en cada frente de trabajo se requerirán los siguientes equipos, maquinaria, herramientas y vehículos, de acuerdo a la tabla que se presenta a continuación.

**Tabla II.20 Maquinaria y equipo**

Cantidad	Unidad	Descripción
2	Equipo	Motocomformadora Caterpillar 120-B
2	Equipo	Retroexcavadora Caterpillar 425-B
1	Equipo	Cargador frontal
1	Equipo	Grúa
1	Equipo	Vibrocompactador Bomrg BW210
1	Equipo	Pipa de agua, 10,000 lts cap.
2	Equipo	Compresor portátil
2	Unidad	Retroexcavadora
2	Equipo	Desgarrador hidráulico
3	Equipo	Camiones 3 ton
2	Equipo	Nivel GPS
2	Equipo	Soldadoras de 300 amps de combustión interna
1	Equipo	Equipo de limpieza de chorro de arena: compresor, ollas, mangueras, chiflones, manómetros, válvulas purificador y eliminador de aire.
2	Unidad	Manómetros para pruebas hidrostáticas
2	Equipo	Planta eléctrica
4	Equipo	Mezcladora portátil para concreto
4	Equipo	Vibrador de chicote
4	Equipo	Cortadora de varilla de acero
2	Equipo	Dobladora de varilla
2	Equipo	Equipo de oxiacetileno
2	Equipo	Esmeriladora
2	Equipo	Biselador
2	Equipo	Equipo para aplicación de pintura
6	Equipo	Pick up's

El equipo y la maquinaria serán utilizadas durante toda la etapa de construcción del proyecto.



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

III.1 Información sectorial

El distrito de riego del río Mayo 038, se localiza al sur del estado de Sonora, alimentado por las descargas de la presa Adolfo Ruiz Cortines; la cual fue construida con el objeto de aprovechar los escurrimientos del río Mayo con finalidades de riego y generación de energía eléctrica.

De los últimos 54 años de registro, 25 de ellos han sido con restricciones de agua al registrarse gran número de eventos con aportaciones menores a 600 Mm³. En 20 años agrícolas se han registrado aportaciones extraordinarias desfogándose fuertes volúmenes por el río Mayo y la red de canales.

Uno de los principales problemas que se tienen es el sobredimensionamiento del distrito en más de 20 mil hectáreas en relación a la capacidad de almacenamiento y de la capacidad de la red de distribución. Además, una creciente demanda de riego de terrenos que tradicionalmente lo han recibido y que se encuentran en las partes bajas del distrito fuera del perímetro de riego.

Considerando la necesidad de contar con un embalse aguas arriba de la presa Adolfo Ruiz Cortines que contribuya al control de escurrimientos en beneficio de las zonas agrícolas (particularmente el Distrito de Riego 038) y urbanas, se consideraron tres posibles sitios de construcción de la cortina del proyecto, identificados como Babanori, Guajaray y Los Pilares, siendo éste último la determinación de obra, de acuerdo a las siguientes ventajas:

Ventajas:

El sitio se localiza cerca de la población de San Bernardo, lo que implica que se cuenta con caminos pavimentados y veredas de terracería que proporcionan fácil acceso al sitio de boquilla y dique.

La estación hidrométrica San Bernardo se localiza 1.4 km aguas abajo del sitio del proyecto y cuenta con registro de escurrimiento de los últimos 47 años, por lo que se cuenta con suficiente información de los escurrimientos del río Mayo para el desarrollo específico del mismo.

El sitio del proyecto se localiza 41 km aguas arriba de la presa Adolfo Ruiz Cortines y a 2 km del poblado de San Bernardo, lo cual permite el acceso y la interconexión con líneas de transmisión y subestaciones existentes en la zona.



La altura de la cortina sobre el lecho del río es menor que la que requeriría el proyecto de Guajaray analizados, lo que se refleja en una menor inversión en ese rubro.

El embalse del proyecto cumple satisfactoriamente con el propósito de controlar las avenidas del río Mayo y evitar las inundaciones que se presentan en las poblaciones y zonas agrícolas aguas abajo de la presa Ruiz Cortines. El volumen de almacenamiento previsto es de 880 millones de m³.

Adicionalmente, el volumen de almacenamiento del embalse podrá garantizar la demanda anual del Distrito de Riego 038, para primeros cultivos y, parcialmente para segundos cultivos. La carga bruta para generación eléctrica es de 70 m. El embalse del proyecto Los Pilares inunda el sitio del proyecto Guajaray.

En consecuencia, las consideraciones anteriores permitieron definir al sitio Los Pilares como el más atractivo desde el punto de vista de facilidad de accesos y cercanía a la infraestructura existente de transmisión. Adicionalmente, Los Pilares es el único de los tres proyectos analizados en el Bajo Mayo que cuenta con un volumen de almacenamiento suficiente para permitir un control de avenidas satisfactorio y garantizar primeros cultivos, casi bajo cualquier escenario de escurrimientos y, en condiciones favorables, permitirá segundos cultivos en el Distrito de Riego 038. Estas últimas condiciones son los objetivos fundamentales a lograr con el desarrollo del Proyecto Integral Los Pilares.

Para dimensionar el embalse de la presa Los Pilares, realizaremos la simulación de la operación de su embalse bajo diferentes políticas de demanda de riego, inicialmente consideraremos las descritas anteriormente, las cuales han sido integradas en la tabla N° 5 bajo el nombre de “Demandas propuestas a la Presa Los Pilares”. El conjunto de demandas así planteado varía de los 808.4 millones de metros cúbicos anuales hasta los 999.0 millones de metros cúbicos.

III.2. Ordenamiento Ecológico.

No existe para el estado de Sonora un POET elaborado y publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) a la fecha de la realización de este estudio. En los últimos años la SEMARNAT, el CEDES y otras instituciones han trabajado en la realización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Sonora (POET Sonora). Como parte de las actividades para la elaboración del documento, los días 17, 18 y 19 junio de 2009 se llevaron a cabo los Talleres Sectoriales de validación de la cartografía que se ha generado como parte de la Caracterización y Diagnóstico, dentro del proceso de actualización del (POET Sonora). Con esto se lograron importantes acuerdos sobre los avances del ordenamiento ecológico, dentro la cartografía generada por cada subsector para obtener el Modelo de Aptitud.



De acuerdo a la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) publicado el 3 de Julio del 2009 para consulta pública, el proyecto se ubica dentro de la Unidad Ambiental Biofísica No. 104 llamada Sierras y Llanuras Sonorenses Orientales, la cual presenta las siguientes características de compatibilidad:

- Política ambiental: Aprovechamiento sustentable y restauración
- Prioridad de atención: Baja
- Aptitud sectorial predominante: Vida silvestre
- Interés sectorial predominante: SAGARPA
- Aptitud sectorial secundaria: Forestal (baja a media)
- Aptitud sectorial terciaria: Desarrollo social (baja a media)
- Estado actual del medio ambiente: Medianamente estable a inestable
- Propuesta de actividad sectorial: Forestal-Agricultura

A la fecha el POET para el Estado de Sonora se encuentra en la etapa de Caracterización y Diagnóstico.

III.3. Programas sectoriales

III.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012

El apartado “Crecimiento con calidad” de éste plan (PND) establece los pilares en que éste habrá de sustentarse y los objetivos rectores que, a través de estrategias y líneas de acción, orientarán el rumbo en los próximos años.

Las obras de la presa que contempla el presente Proyecto, se enmarca dentro de los lineamientos del Programa al mejorar la calidad, acceso, eficiencia y cobertura de los servicios de transporte y comunicaciones; contar con la infraestructura y los servicios, con altos niveles de seguridad, con tranquilidad y confianza; así como impulsar el federalismo mediante la descentralización de responsabilidades, funciones y recursos a los estados y municipios.

El Proyecto es compatible con las políticas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo, de acuerdo al eje cuatro de sustentabilidad en especial los siguientes aspectos:

ESTRATEGIA 6.3 Promover el establecimiento y respeto de un marco jurídico garante del desarrollo sustentable de actividades económicas.



El Marco jurídico ambiental requiere una revisión a fin de dotar a la gestión ambiental de los instrumentos necesarios para hacer cumplir la garantía de un medio ambiente sano y la protección a los recursos naturales. Para ello se trabajará de manera coordinada con el Poder Legislativo y los diversos sectores de la sociedad, en un proceso de análisis y adecuación de los textos legales que rigen en la materia.

El plan reconoce además...”la existencia de múltiples retos a enfrentar respecto de la ampliación y modernización de la infraestructura, así como en la prestación de los servicios de comunicaciones y transportes, por lo cual, se debe consolidar una infraestructura adecuada que facilite la diversidad y calidad de los servicios, en la búsqueda de mejores niveles de desarrollo, bienestar y equidad.

III.3.2. Programa Nacional Hídrico 2007-2012

El PNH 2007-2012 señala que con el objeto de lograr una mayor efectividad en la aplicación de los recursos destinados a la administración del recurso hídrico, la Comisión Nacional del agua promoverá la descentralización de funciones , programas y recursos hacia los gobiernos estatales y municipales.

También señala como objetivos rectores, entre otros, el incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potables, la promoción del manejo integrado de cuencas y acuíferos, mejorar la productividad del sector agrícola, así como la consolidación de la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura del agua.

III.3.3. Plan Estatal de Desarrollo 2006-2012 del estado de Sonora.

Trabajar por un Nuevo Sonora es una convocatoria abierta e incluyente para que todos los sonorenses se sumen a un esfuerzo colectivo a fin de lograr que Sonora se ubique a la vanguardia de la justicia social, la promoción del desarrollo sustentable, la participación democrática, la seguridad y la justicia.

El estado de Sonora será líder nacional en generación de empleos, crecimiento sostenido y desarrollo económico sustentable a través del desarrollo tecnológico y de la innovación que incrementen la competitividad de las unidades económicas y generen un entorno atractivo y facilitador de negocios.



Así, en su eje rector No. 4 para un Sonora competitivo y sustentable, destaca aplicable al proyecto las siguientes estrategias y objetivos:

Estrategia 4.1. Infraestructura productiva

Potenciar la infraestructura física, legal y educativa, para abrir oportunidades de negocios y cooperación, como prioridad de las políticas públicas del desarrollo económico.

Objetivos Estratégicos:

4.1.1. Impulsar la infraestructura de apoyo al desarrollo, como lo es la infraestructura carretera, aeroportuaria, portuaria y de comunicaciones, así como el desarrollo y fortalecimiento de parques industriales para garantizar a la población el acceso a los servicios y a las actividades económicas.

Estrategia 4.3. Compromiso con el futuro

Impulsar el desarrollo económico y social con responsabilidad ambiental y con compromiso hacia las nuevas generaciones.

Objetivos Estratégicos:

- 4.3.1. Integrar la conservación del capital natural del estado de Sonora con el desarrollo social y económico.
- 4.3.2. Inducir la instrumentación de tecnologías más limpias y amigables con el medio ambiente en el ámbito doméstico, industrial agrícola y de transporte en el estado de Sonora.
- 4.3.3. Impulsar el manejo sustentable de los recursos naturales a través de proyectos productivos.
- 4.3.4. Incorporar criterios de sustentabilidad en la política social, que busquen la preservación del patrimonio natural de las familias y sus comunidades.
- 4.3.5. Promover el desarrollo de prácticas de gestión ambiental que contribuyan a la competitividad y crecimiento económico.
- 4.3.6. Fomentar la participación del sector privado en la incorporación de prácticas de ecoeficiencia en sus actividades productivas y en el desarrollo de la infraestructura ambiental.
- 4.3.7. Propiciar el desarrollo ordenado, productivo y corresponsable, así como la recuperación de los suelos estatales con criterios de sustentabilidad, para aprovechar eficientemente su potencial y vocaciones productivas.
- 4.3.8. Evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos de Sonora.
- 4.3.9. Generar un cambio positivo y proactivo en la participación individual a través de una cultura de la promoción para el cuidado, preservación, reuso y pago del agua.

III.4. Áreas de interés especial

III.4.1. Áreas naturales protegidas

En el Estado de Sonora existen áreas naturales que han sido propuestas al Gobierno del Estado de Sonora a través del Sistema SANPES por su gran importancia para la conservación de los recursos naturales aunque únicamente dos han sido catalogadas como tales y publicados los decretos correspondientes, las cuales se hallan muy alejadas de la zona de influencia del proyecto.

El área natural protegida más cercana al proyecto, es el Área de Protección de Flora y Fauna "Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, la cual se localiza en dirección sur y en sentido opuesto al flujo natural de las corrientes hidrológicas; el vértice más cercano en línea recta se encuentra a mas de 25 Km del área del proyecto. Dicha ANP catalogada como tal, y publicado el decreto correspondiente el 19 de julio de 1996, el 27 de noviembre de 2002 se ingresó en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, sin embargo su Programa de Manejo aun se encuentra en etapa de revisión.

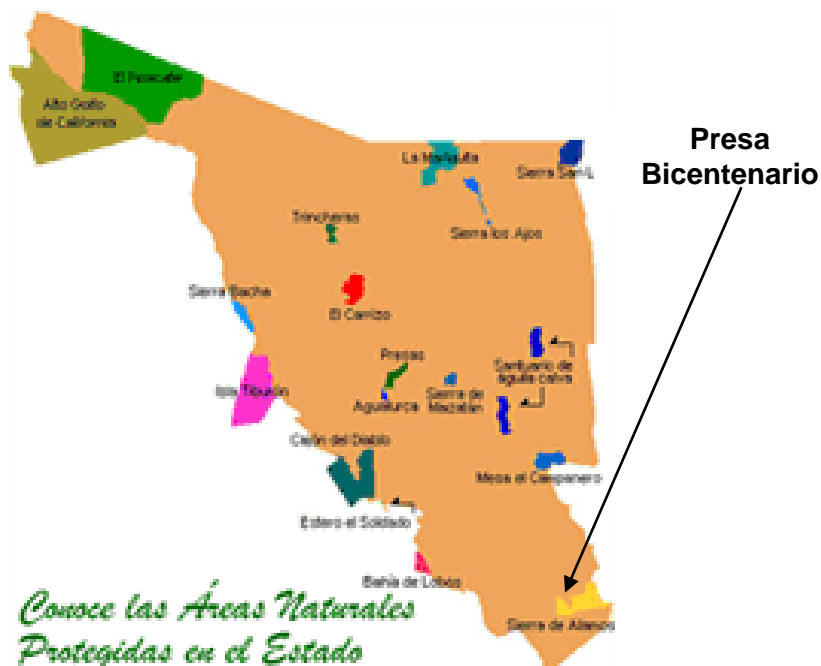


Figura III.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) del Estado de Sonora, de competencia Federal y Estatal, decretada y propuestas.

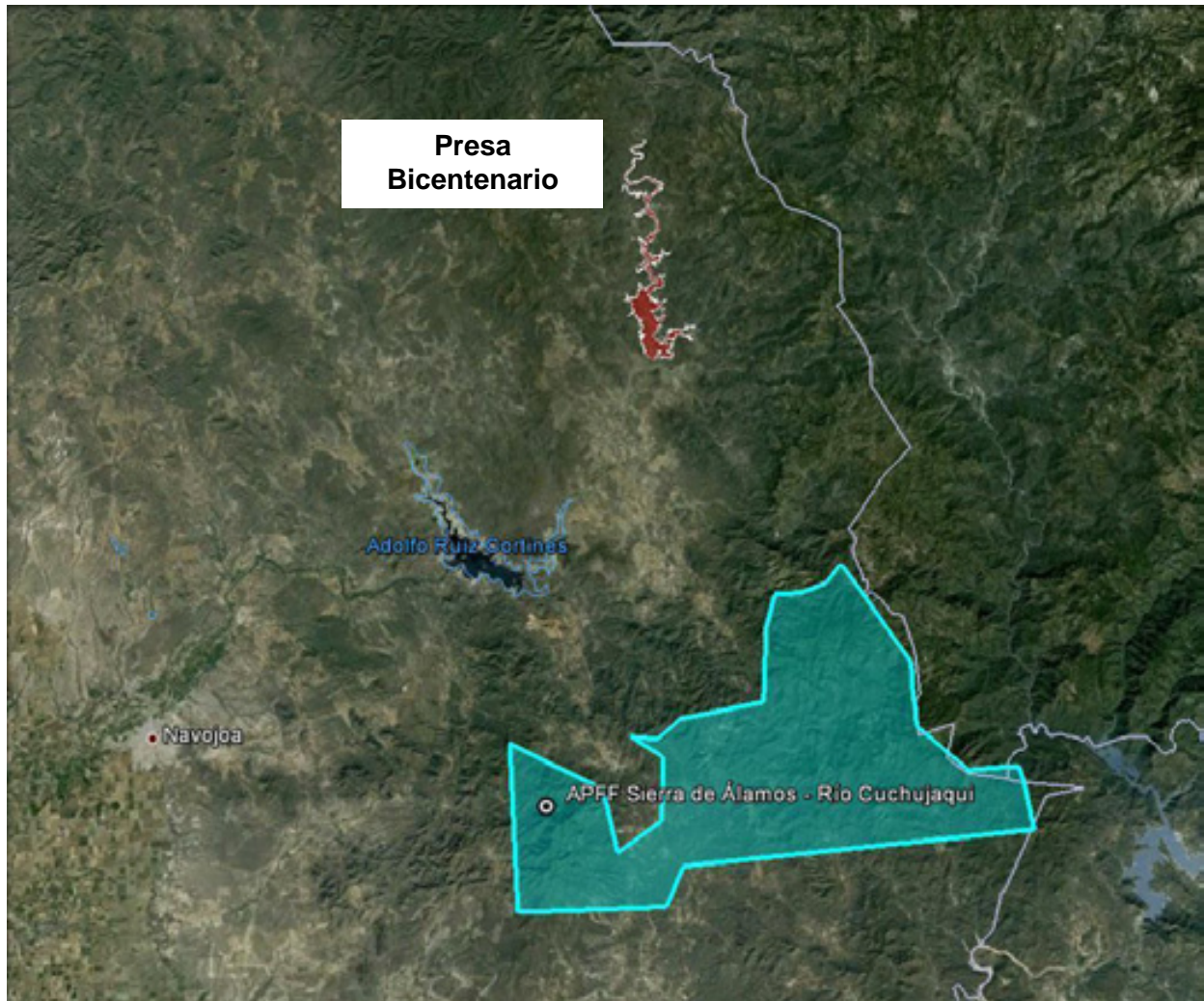


Fig. III.2. Ubicación del Área de Protección de Flora y Fauna “Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, con respecto al proyecto de la presa Bicentenario

Las áreas naturales protegidas decretadas y propuestas en el estado de sonora se muestran en las siguientes tablas.



Tabla III.1. Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, cercanas a la presa Pilares

Nombre del ANP	Categoría	Superficie (ha)	Decreto	Ecosistemas	Distancia aprox a la Presa (km)
Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	Zona Protegida	934 756	15-JUN-93	Esta área natural protegida cuenta con Matorral xerófilo, matorral inerme, vegetación de dunas costeras, ecosistema marino y estuarino. Se localiza en las aguas del Golfo de California y los municipios de Mexicali, Baja California, de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, Sonora.	810
El Pinacate y Gran Desierto de Altar	Reserva de la biosfera	714 556,5	10-JUN-93		860
Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	Área de Protección de Flora y Fauna	92 889,69	19-JUL-96	<p>Esta APFF presenta una riqueza biológica extraordinaria, dándose una mezcla de comunidades vegetales como son la Selva Baja Caducifolia, el Matorral Espinoso Sinaloense y el Bosque de Pino y Encino, con cerca de 1 100 especies de plantas repartidas en 566 géneros y 148 familias (lo que representa el 67% de las familias conocidas para el país, según Rzedowski, 1991). Tomando en cuenta los cálculos más conservadores para Sonora, de un número superior a las 2 000 especies (Castellanos, 1992), el APFyF representaría el 55% del total de las plantas presentes en el estado; y con respecto al país (aproximadamente 36 000 especies) representaría el 3% de la diversidad florística presente.</p> <p>En el APFyF se registran 557 especies de vertebrados que representan el 23% de la riqueza del país (2 425 especies) y el 62% con respecto a las 900 especies registradas para Sonora. Se distribuyen de la siguiente manera: 14 son especies de peces, 20 son especies de anfibios, 72 son especies de reptiles, 351 son especies de aves (incluyendo nativas y migratorias) y 100 especies de mamíferos. Del grupo de los crustáceos se tienen registrados al langostino de agua dulce y el cangrejo de río en las aguas del Río Cuchujaqui. De esta manera es considerada como un área con alta prioridad científica y de conservación.</p>	45
La Elenita - Río San Pedro	Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre	107 000	Propuesta a la Federación	Presencia de comunidades vegetales que van desde el pastizal semidesértico hasta el bosque de pino. Cuenta con la presencia de al menos 262 especies de vertebrados, de los cuales 64 se encuentran bajo alguna categoría de protección. También con la presencia del observatorio astronómico Guillermo Haro en la cima de la Sierra La Mariquita. Dentro del área de reserva ha sido redescubierta una población de perrito de la pradera a quien se le había considerado extirpado del Estado, además de la presencia de oso negro, puma, búho manchado, halcón peregrino y águila real entre otras. Tiene una gran belleza escénica, y cuenta además con tres importantes cuencas como son: Río Sonora, Río San Pedro y Arroyo Cocóspera.	820



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

Sierra Bacha	Área de protección de Flora y Fauna Silvestre y Acuática	28 031	Propuesta a la Federación	Incluye un macizo granítico con una altitud máxima de 700 msnm, formado por dos cordilleras: al norte la Sierra Cirio y al sur la Sierra Tordilla. Sierra Bacha forma parte de la subdivisión del Desierto Sonorense denominada Costa Central del Golfo con matorral mediano principalmente con plantas de tallo suculento. Como un rasgo importante de esta área destaca la presencia de especies altamente localizadas que solamente ocurren en la península de Baja California como cirios y ocotillos, entre otras. En relación a la fauna de este lugar, en Sierra Bacha se pueden localizar poblaciones importantes de Borrego Cimarrón y Venado Bura. Es además un sitio con relevancia histórico-cultural por ser parte del patrimonio de la Tribu Seri.	760
Isla Tiburón	Reserva de la Biósfera.	120 800	15-MAR-63	Alto grado de naturalidad del ecosistema. Cuenta con una gran diversidad de especies de flora (321 sp. de plantas vasculares) además de la presencia de taxa endémicos de las islas. En cuanto a fauna, tan sólo la isla San Esteban está considerada como la que contiene el mayor índice de endemismos de todas las islas del Golfo. Hay 217 especies de peces de litorales (90 % de las registradas para estos ambientes en el Golfo). Se han reportado 16 especies de mamíferos terrestres y 9 marinos sin contar los quirópteros. También 9 de éstos son endémicos y 14 listados en alguna categoría de protección. Culturalmente las dos islas resguardan un importante legado de la tribu Seri.	490
"Ajos-Bavispe	Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre	184 908	el primero de fecha 30 de junio de 1936, 9 de septiembre de 1939	La RFN y RFS Sierra de los Ajos-Bavispe área fue decretada el 30 de junio de 1936, la fracción I se encuentra en la sierra "Pilares de Teras" y parte de la "Sierra del Tigre"; la fracción II la sierra "Pilares de Nacozari"; la fracción III sierra de "San Diego" y parte de la "Sierra del Tigre", la fracción IV comprende las sierra de "Los Ajos", "Buenos Aires" y "La Púrica" y la fracción V comprende la "Sierra la Madera". Comprende los municipios de Cananea, Bacoachi, Fronteras, Nacozari de García, Villa Hidalgo, Huasabas, Moctezuma, Cumpas, Bavispe y Bacerac. Se encuentra al noreste del Estado de Sonora, a 27 kilómetros de la línea fronteriza con los E.U.A., a 36 kilómetros al sureste de la Ciudad de Cananea. Posee varios tipos de vegetación, que son: Matorral desértico, pastizal natural, chaparral, bosque bajo y abierto de encino, bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque de galería y bosque de pinos.	650
"Sierra San Luis	Zona de Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Acuática.	59 000	Propuesta a la Federación	Comprende el extremo Norte de la Sierra Madre Occidental y un gradiente altitudinal que va de los 1 300 a los 2 520 msnm. Forma parte de dos cuencas hidrológicas: la del Río Yaqui en Sonora y la del Río Casas Grandes en Chihuahua. Cuenta con la presencia de cuatro comunidades bióticas: Bosque Montañoso de Coníferas Madrense, Bosque Madrense Siempreverde, Pastizal de Planicies y Pastizal del Gran Bolson. Además de Presencia de 157 especies de plantas, 395 especies de animales de las cuales 70 están bajo alguna categoría.	750



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

Cajón del Diablo	Área Natural Protegida	147 000	14-SEP-37	Incluye ecosistemas terrestres y marinos, además de sistemas insulares. La importancia ecológica del área radica en la diversidad de especies de fauna terrestre y acuática, entre las que se han contado 249 de aves, 67 mamíferos, 41 reptiles, 8 anfibios y 283 peces. De éstas al menos 70 especies en alguna categoría de protección, 14 spp. de peces endémicos del Golfo y 3 spp. de reptiles endémicos de Isla Pedro Nolasco. Presencia de áreas con vegetación diferente a los alrededores y con elementos claramente tropicales (Cañón de Nacapule).	295
Bahía de Lobos	Área de Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Acuática	27 113	Propuesta a la Federación	Destacan la presencia de 3 especies de mangle, vegetación de dunas costeras, vegetación halófila y matorral sarcocaula. Constituye el cuerpo lagunar más grande del estado y es un sitio importante de reproducción, crianza y desarrollo de especies de fauna terrestre y acuática. Área de aprovechamiento de bajo impacto de recursos pesqueros de donde dependen 750 familias de la tribu Yaqui.	680

RB= Reserva de la Biosfera
 PN= Parque Nacional
 PMN=Parque Marino Nacional
 RF= Reserva Forestal
 ZPF= Zona Protectora Forestal
 SD= Sin Dato

Tabla III.2. Áreas Naturales Protegidas de competencia Estatal, cercanas a la presa Pilares

Nombre del ANP	Categoría	Superficie (ha)	Estado/Mpio	Decreto d/m/a	Ecosistemas
Zona Protectora Forestal Abelardo Rodríguez Luján-El Molinito	ZSCE	92 800	Hermosillo	Por el Gobierno de Sonora el 3 de Febrero 1994. Decreto 5-JUN-96	Es imprescindible su recuperación y restauración para preservar los ecosistemas del área, siendo este cuerpo de agua la principal fuente de agua potable para la población de Hermosillo. Mediante el decreto Presidencial esta área se consideró Zona Protectora Forestal de la Ciudad de Hermosillo.
ANP Sierra Mazatán	ZSCE	12 814	Mazatan	Propuesta al gobierno del estado	Esta área se distingue por ser un macizo montañoso aislado que cuenta con una población disyunta de encino, rodeada de matorral subtropical y planicies semidesérticas. Posee también una pequeña población de Palma de la virgen (<i>Dioon tomasellii</i>) que además de estar listada como una especie en peligro de extinción, esta área representa parte de la distribución más norteña. Dentro de la fauna se encuentra además el monstruo de gila, la tortuga del desierto, el venado cola blanca, el guajolote silvestre y el puma. Área muy cercana a la ciudad de Hermosillo lo que la coloca como un importante potencial para el desarrollo de programas de uso público controlado como una alternativa de diversificación económica de los pobladores de Rancho Viejo, Pueblo de Álamos y Mazatán y proporcionaría a los habitantes de Hermosillo y áreas aledañas de un espacio natural propio para realizar actividades de recreación responsable, campismo, educación ambiental, turismo ecológico, etc.



Trincheras	ZSCE	18 217	Trincheras	Propuesta al gobierno del estado	Área de gran importancia y representatividad en el desarrollo de la Cultura "Trincheras". Forma parte además de la cuenca del Río Magdalena por lo que posee gran relevancia ecológica.
Rancho El Carrizo	ZSCE	55 106		Propuesta al gobierno del estado	Pastizal de Sábana del Desierto Sonorense. Cuenta con la presencia de la Codorniz Mascarita que es una especie en peligro de extinción. Cuenta además con la presencia de 42 especies de mamíferos (10 en alguna categoría) entre los que destacan por ser de interés cinegético el venado bura, el venado cola blanca y el jabalí, 87 especies de aves (13 protegidas), 40 especies de reptiles y 9 de anfibios.
Mesa Del Campanero- Arroyo El Reparó	ZSCE	43 500		Propuesta al gobierno del estado	Forma parte del corredor biogeográfico de la Sierra Madre Occidental y de la Cuenca del Río Yaqui y Mayo. Es una muestra representativa de los ambientes de montaña, en donde confluyen elementos de selva baja caducifolia (neotropical) y elementos de los bosques mixtos de pino-encino (neártico). Asimismo es un área que alberga especies de flora y fauna que actualmente se encuentran bajo alguna categoría de protección, entre las que destacan: el guayacán, hierba del agua, encino de hoja larga. Sobre fauna: la cotorra serrana, el trogon elegante, la guacamaya verde, la chachalaca, la salamandra de Yécora, la cascabel de montaña y lagartija de las cuevas. Históricamente fue hábitat del lobo mexicano, oso negro y del carpintero imperial, actualmente extintos.
Centro Ecológico Agua Lurca	ZSCE	4 655	Hermosillo	Propuesta al Gobierno del Estado	Región representativa del Semi-Desierto Central Sonorense. Área que aún conserva en buen estado sus atributos naturales y que se encuentra aledaña a la Ciudad de Hermosillo, con lo cual se dotaría a la misma de una zona natural y principal pulmón. Presencia de al menos 250 especies de plantas entre las que destacan palo fierro, viejitos, papelillo, entre otras. Existen al menos 4 especies de aves listadas como amenazadas y cinco especies de reptiles (Crotalidae) bajo protección especial

ZPE= Zona de Protección Ecológica
 AV= Área Verde
 ZSCE=Zona Sujeta a Conservación Ecológica
 RE= Reserva Ecológica
 ACE= Área de Conservación Ecológica
 PE= Parque Ecológico

III.4.2. Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad (RTP).

De acuerdo a la clasificación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el área que pretende ocupar el proyecto no se encuentra dentro de alguna región terrestre prioritaria. La región terrestre prioritaria más próxima al área del proyecto es la RTP-31 al Sur del área de estudio.

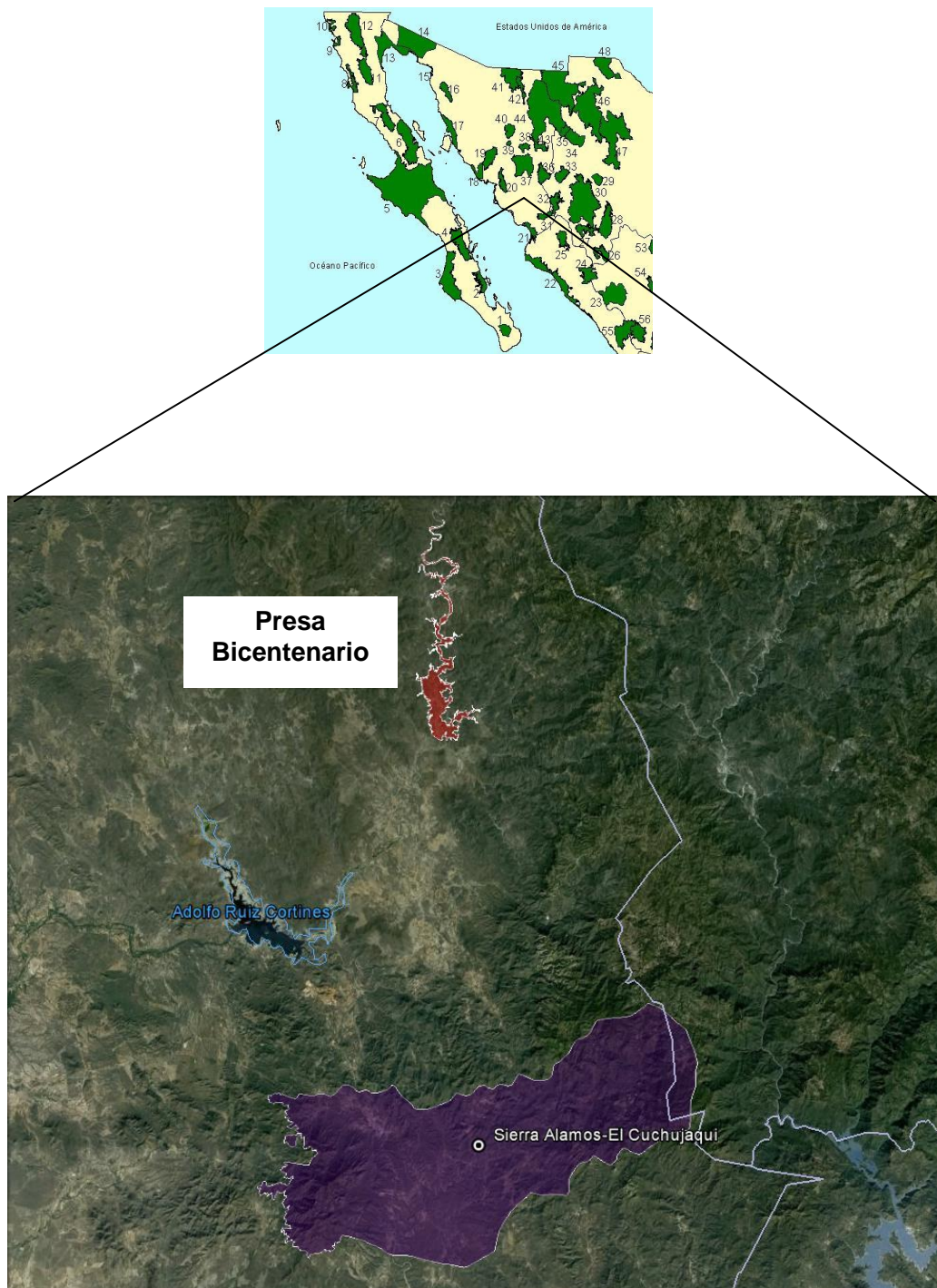


Figura III.3. Regiones Terrestres Prioritarias y la ubicación del proyecto.
Fuente: CONABIO, 2008.



La RPT-31 llamada Sierra de Alamos-Cuchujaqui fue considerada prioritaria en virtud de constituir un gradiente altitudinal de diversos tipos de vegetación, desde selva baja caducifolia hasta bosques de pino-encino, así como por su riqueza faunística de especies clave (puma, jaguar, ocelote y leoncillo). Hay una gran abundancia de bosques de galería de *Taxodium mucronatum* así como una gran diversidad geológica y de suelos. Corresponde en parte al ANP Sierra Álamos-río Cuchujaqui, decretada en 1996. Destaca la presencia de un gran número de elementos tropicales, representados junto con otros de carácter holártico. La región de Álamos es conocida por la confluencia entre los límites septentrionales de muchas especies tropicales.

En virtud de que esta región corresponde en parte a un área decretada como ANP bajo la categoría de área de protección de flora y fauna, se tomó de referencia el límite de ésta incorporando, además, la cuenca alta del río Cuchujaqui, geoforma que se incluyó tomando en consideración la altimetría y las divisorias de aguas. La siguiente figura muestra su ubicación, respecto a la presa Bicentenario.

III.4.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad (RHP).

El área del proyecto queda inmersa en la RHP río Mayo #17, la cual abarca parte de los estados de Sonora y Chihuahua, y tiene una extensión de 14,895.44 Km². La Región Hidrológica prioritaria Río Mayo presenta algunas problemáticas ambientales como la modificación del entorno por construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego; explotación forestal y construcción de carreteras; desmontes y desvío de corrientes. También se tiene problemas de contaminación por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros en los altos; uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, desechos domésticos y descarga de aguas residuales; descarga de químicos, metales y pesticidas en los sistemas lagunares. Además, los recursos acuáticos se han visto afectada por la introducción de especies como el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), bagre (*Ictalurus punctatus*), lobina negra (*Micropterus salmoides*), tilapia azul (*Oreochromis aureus*) y rana (*Rana catesbeiana*).

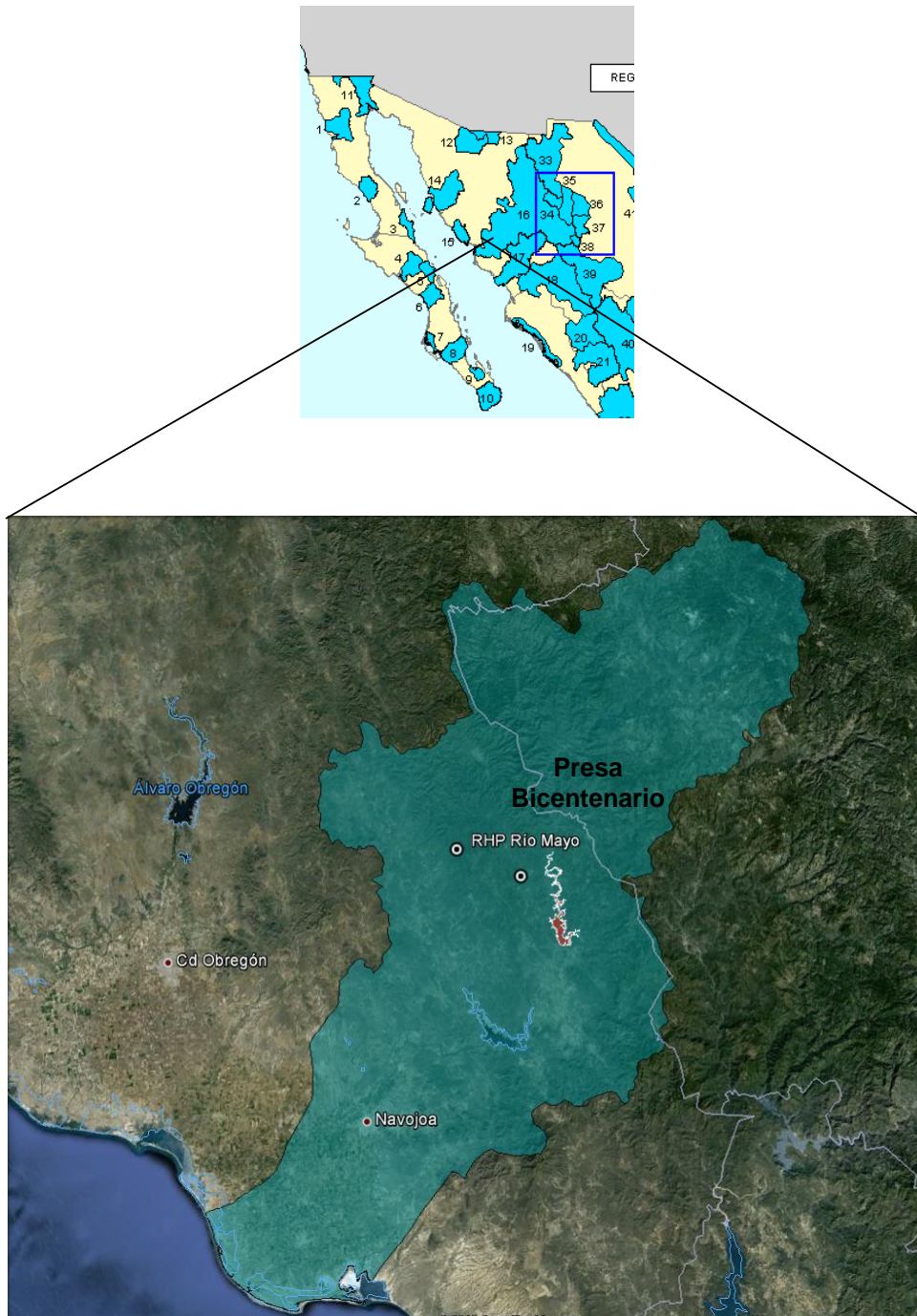


Figura III.4. Regiones Hidrológicas Prioritarias y la ubicación del proyecto.
Fuente: CONABIO, 2008.



III.4.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

De las AICAS establecidas por la CONABIO, el área del proyecto queda en la parte sur del Área #40 denominada Álamos-río Mayo, la cual tiene un extensión de 238,124.96 ha.

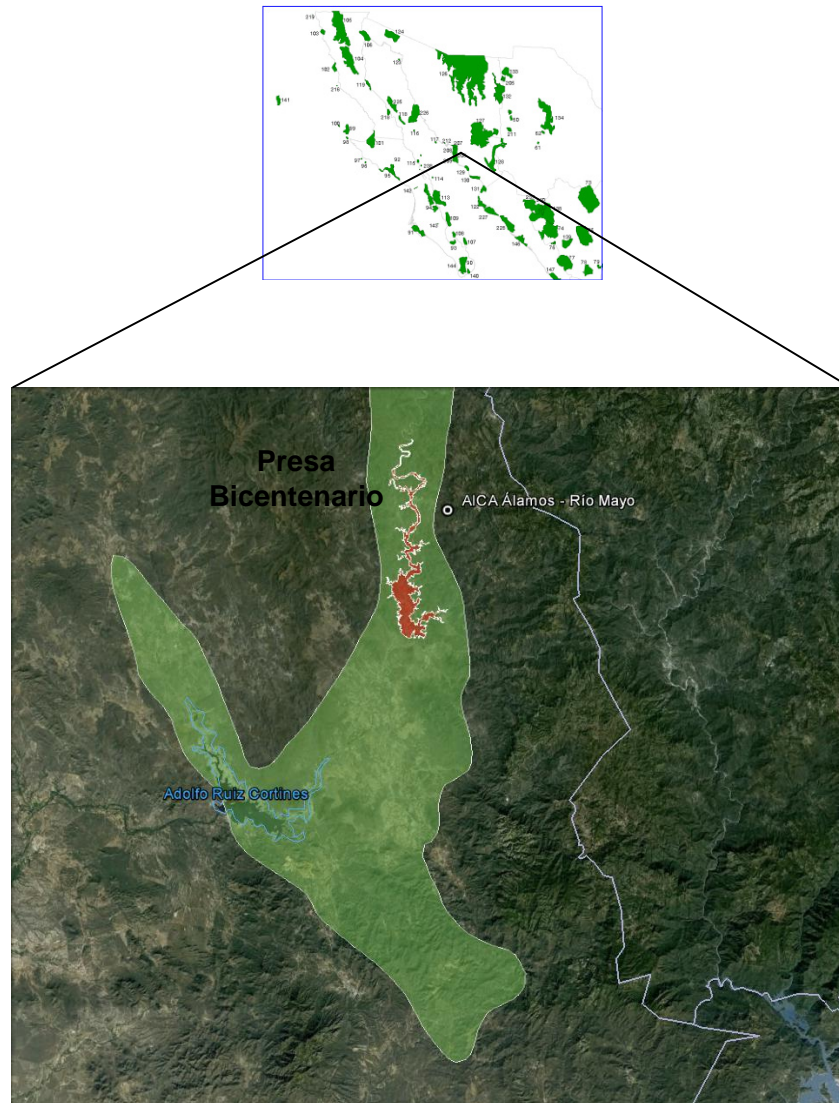


Figura III.5. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves y la ubicación del proyecto.

Fuente: CONABIO, 2002.

III.5. Análisis de los instrumentos normativos

Los instrumentos normativos a los cuales se sujetará el proyecto son los Reglamentos y Normas en materia de Protección Ambiental, cuya observancia será obligatoria en cualquier etapa de su ejecución para lograr una adecuada vinculación entre la legislación vigente y la ejecución del Proyecto, adicional al cambio de Uso del Suelo, también en materia de residuos,



emisiones a la atmósfera generadas por la maquinaria, vehículos y equipos durante la construcción. La siguiente Tabla muestra el instrumento normativo que regula al proyecto y la vinculación con el desarrollo del proyecto.

Tabla III.1. Vinculación del proyecto con leyes y reglamentos aplicables.

Instrumento normativo	Disposición legal	Vinculación con el proyecto
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	<p>Art. 4...Párrafo quinto... Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.</p> <p>Art. 25. ...Párrafo sexto... Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado.... Cuidando su conservación y el medio ambiente.</p> <p>Art. 27. ...Párrafo segundo... La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad las modalidades que dicte el interés público.... para lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.</p>	<p>En apego a lo anterior, el proyecto considera las medidas necesarias para establecer adecuadas medidas de mitigación para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.</p> <p>En nuestra Constitución se expresa claramente que todos las personas tienen derecho a tener un medio ambiente que les permita desarrollar satisfactoriamente, pero a la vez marca la pauta para que haya un desarrollo sustentable de las regiones, esto se presenta teniendo una infraestructura eficaz y segura, tomando las medidas que se asientan en la legislación ambiental actual.</p>
Ley General de Vida Silvestre	<p>En la presente ley, se especifica en el Art. 4º que es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre, y prohíbe cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la nación.</p> <p>Art. 56 La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad en la NOM ...</p> <p>Art. 61. La Secretaría elaborará las listas de especies y poblaciones prioritarias para la conservación y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación.</p>	<p>El proyecto contemplará el desarrollo de un programa de protección de fauna con la finalidad de establecer medidas eficientes de protección de este grupo.</p>
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	<p>El art. 117, donde indica que se podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales mediante una serie de estudios, donde demuestren que la obra no compromete la biodiversidad, ni provocará la erosión de los suelos, el deterioro del agua y su captación. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.</p> <p>Art. 118. Los interesados en el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, deberán acreditar su regulación.... en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.</p>	<p>En este aspecto, a pesar de que ya existen caminos locales, se observa que habrá cambio de uso de suelo en el proyecto, por lo tanto corresponde un cambio de uso de suelo de acuerdo a los lineamientos legislativos actuales.</p>
Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	<p>Art. 121 Referente a la información que debe contener el estudio técnico justificativo, al que se hace referencia en el artículo 117 de la Ley; además de los artículos 122, 123, 124, 126 y 127, que indica el proceder de los trámites a realizarse para la autorización de cambio de uso de suelo..</p>	<p>El promovente promovente ingresa el estudio técnico Justificativo para cambio de uso del suelo, paralelo al manifiesto de impacto ambiental.</p>
Ley de Aguas Nacionales	<p>Título 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. Art. 85 En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley. Art. 86 bis 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales... Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>El proyecto se sujeta a la presente Ley de acuerdo a la descripción del análisis sectorial del proyecto</p>



Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos	Art. 18.- Relativo a la clasificación de residuos sólidos urbanos..., de conformidad con los Programas Estatales y Municipales. Art. 19.- Los residuos de manejo especial...: Art. 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos... se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas.	Los residuos descritos en el Cap II del proyecto serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán colectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario.
Código Penal Federal	Libro segundo, Título décimo Tercero. Falsedad Capítulo V. Falsedad en declaraciones judiciales y en informes dados a la autoridad Art. 247. Se impondrá de dos a seis años de prisión y multa ...; II.- Al que examinado por la autoridad judicial...tergiverser documentación o testimonio para establecer la naturaleza o particularidades de orden técnico o científico.	Por esta razón especificada en la fracción II, corresponde el escrito que se firma como responsable de la veracidad de la información.
Ley General del Equilibrio ecológico y la Protección al Ambiente.	En la Sección VI de la Ley, existen preceptos con carácter jurídico, obligatorio y general, para cierto número de acciones. Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental....I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, ...	El proyecto se vincula con la LGEEPA, por ser una obra que requiere evaluación en materia de impacto ambiental.
Reglamento de LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental	Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabos algunas de las siguientes obras ...: ...Proyectos hidráulicos....	Las obras del proyecto involucran superficie con cobertura natural de selva baja caducifolia mayormente por lo que resulta aplicable el estudio de impacto ambiental modalidad particular.

Actualmente no existe una normativa específica que rija el proceso constructivo de presas en el aspecto de impacto ambiental; sin embargo, existen algunas normas vinculadas, algunas de observancia general para todos los sectores, razón por la que se aplican al presente proyecto, principalmente en lo referente a la tolerancia de contaminantes en las aguas residuales y a la protección de especies nativas de flora y fauna silvestre.

De las normas que se encuentran relacionadas con el sector se pueden citar aquellas relacionadas con la maquinaria de construcción, y en las que se establecen 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 diesel como combustibles y que se utilizará para la propulsión de vehículos automotores, así como los referentes a las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de residuos sólidos.



Tabla III.2. Vinculación del proyecto con leyes y reglamentos aplicables.

NOM	Disposición legal	Vinculación con el proyecto
NOM-059-SEMARNAT-2010	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.	En el desmonte y despalme del proyecto, se contempla la ejecución de los programas de protección de especies vegetales y de fauna.
NOM-060-SEMARNAT-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.	No se llevará a cabo ningún aprovechamiento forestal; pero si habrá un retiro de vegetación principalmente aquella en protección y de suelo fértil, los cuales tendrán un aprovechamiento posterior en zonas de revegetación y en bancos de material.
NOM-027-SEMARNAT-1996	Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte.	El programa de conservación de suelos contempla el aprovechamiento de suelo orgánico obtenido en el despalme y luego utilizado en reforestación.
NOM-041-SEMARNAT-1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	En el sitio del proyecto se desplazaran los vehículos, y por lo tanto habrá emisiones de gases en la zona, por lo que se deben de tomar en cuenta el mantenimiento y verificación de los vehículos a gasolina a utilizar en la obra
NOM-045 - SEMARNAT 1996	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible	La maquinaria que es utilizada en las obras del proyecto usa como combustible el diesel, por lo que se manifiesta que contará con un buen mantenimiento para estar dentro de la normativa
NOM-079-SEMARNAT-1994.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción, sobre todo cuando trabajen cerca de poblaciones, para que no se exceda la norma.
NOM-126-SEMARNAT-2000	Que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos	Aplica al existir un programa de rescate de flora y fauna, mismo que se llevara a cabo previo al inicio de los trabajos
NOM-138-SEMARNAT-SSA -2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y especificaciones para caracterización y remediación.	Esta situación se podría presentar pues la maquinaria puede presentar derrames propiciados y accidentales, por lo que se aplican las medidas de remediación especificadas en la presente norma.



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

Inventario Ambiental

El sistema ambiental del proyecto fue demarcado considerando diversos factores, entre los que se encontraban las particularidades de cada una de las obras que se planea desarrollar, en especial el vaso de la presa, asociando además las obras que la componen, entre ellas las obras de desvío, obra de tma, vertedor de demasías, entre otros.

Lo anterior involucrando las características del medio natural y la interacción de las actividades previstas con el entorno natural. La hidrología es el elemento del entorno natural de mayor importancia para delimitar el sistema ambiental, así también los elementos biológicos climáticos, fisiográficos geológicos, edafológicos, tipos de vegetación y las implicaciones socio-ambientales del proyecto.

IV.1 Delimitación del área de estudio

El desarrollo del proyecto se ubica dentro del municipio de Álamos, el cual se encuentra situado en el sureste del estado de Sonora. Su cabecera lo comprende la localidad de Álamos localizada en el paralelo 27°01' de latitud norte y a los 108°55' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich; a una altura de 520 metros sobre el nivel del mar.

El municipio cuenta con una superficie de 6,947.47 km², su cabecera concentra una población para el año 2000 de 8,034 habitantes la cual representa el 31.94% del total del municipio de Álamos y el 1.13 % del total de la población en el Estado de Sonora. Asimismo sus residentes ubicados en localidades de 2,500 habitantes o más la compone el 31.90% del total de la población, siendo una región donde la mayoría de las personas se encuentran dentro de contextos rurales.

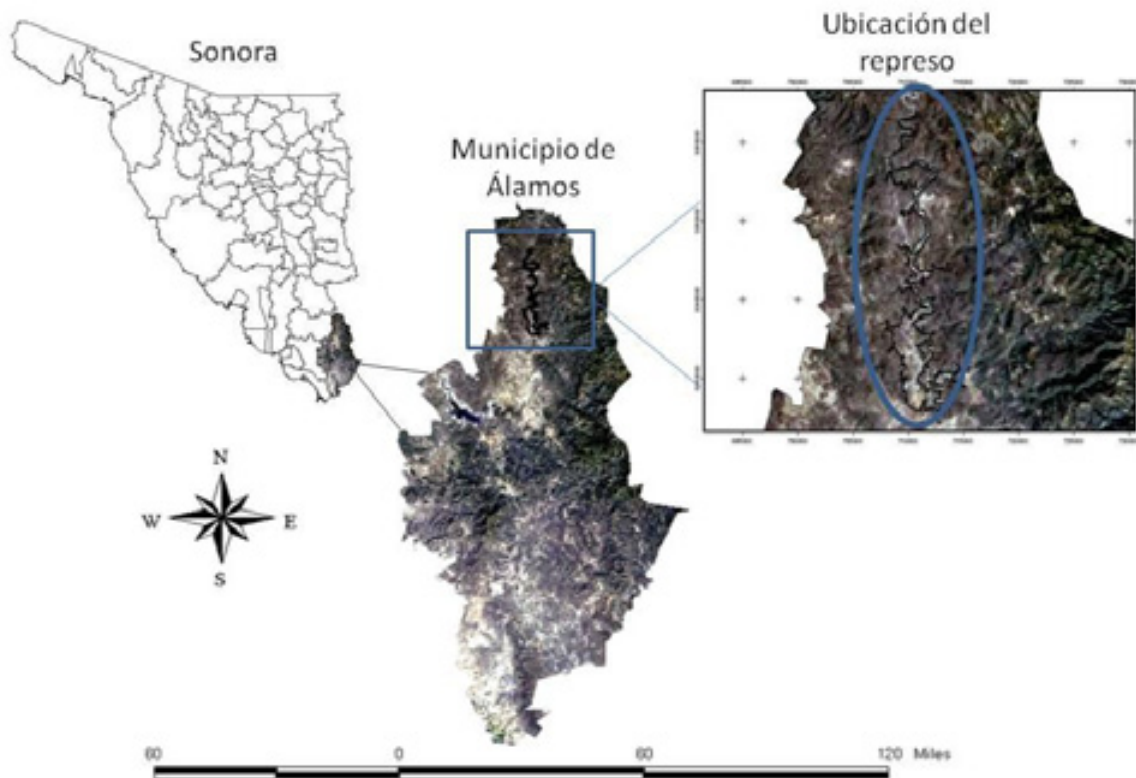


Figura IV.1. Ubicación del proyecto en el contexto regional

Las cuencas por las cuales atraviesa el proyecto son las siguientes: por un lado el área de interés se ubica dentro de la cuenca del Rio Mayo y por otra en menor proporción dentro de la cuenca del Arroyo Guajaray.

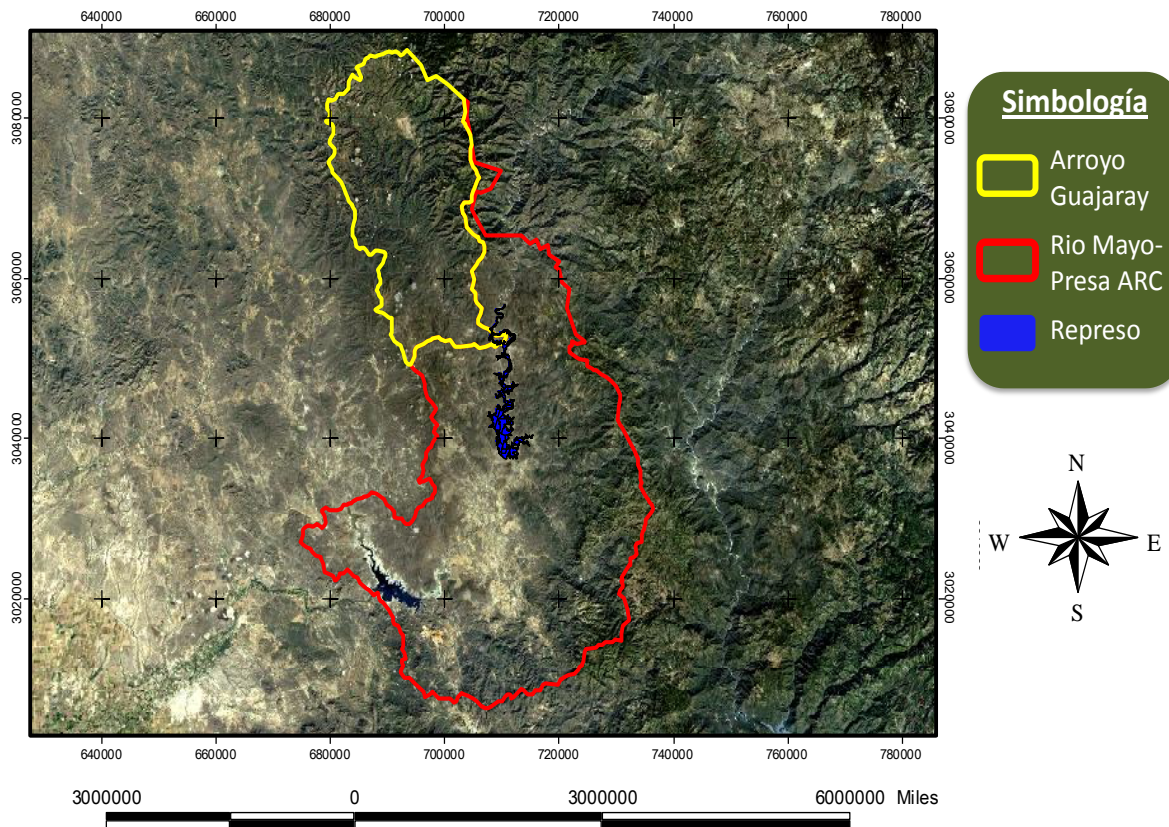


Figura IV.2. Subcuenca involucrada.

El contexto del proyecto al cual pertenece cada una de las localidades a analizarse posteriormente se dirige hacia el aprovechamiento de los recursos hídricos en función de las características fisiográficas de la parte alta de la cuenca Rio Mayo y en la parte sureste de la del Arroyo Guajaray.

Regiones COPLADES a la que pertenece el municipio para la realización del proyecto.

De acuerdo con la regionalización realizada por COPLADES el municipio de Álamos se encuentra dentro de la región Sierra Sur. Cabe destacar que el COPLADES se caracteriza por ser organismo dirigido hacia la formulación, actualización, instrumentación y evaluación de los planes estatales de desarrollo, integrando a nivel local las acciones de los distintos niveles de gobierno dentro de una participación intersectorial.



Distribución y ubicación de núcleos poblacionales cercanos al proyecto y de su área de influencia.

Dentro del municipio de Álamos se encuentran 318 localidades distribuidas a lo largo del límite municipal presentando una dispersión en función de los rasgos fisiográficos que comprenden las características geofísicas de la región. Dicha dispersión alcanza la cercanía con los sistemas hidrográficos, muy vinculada a las actividades económicas predominantes de la población.

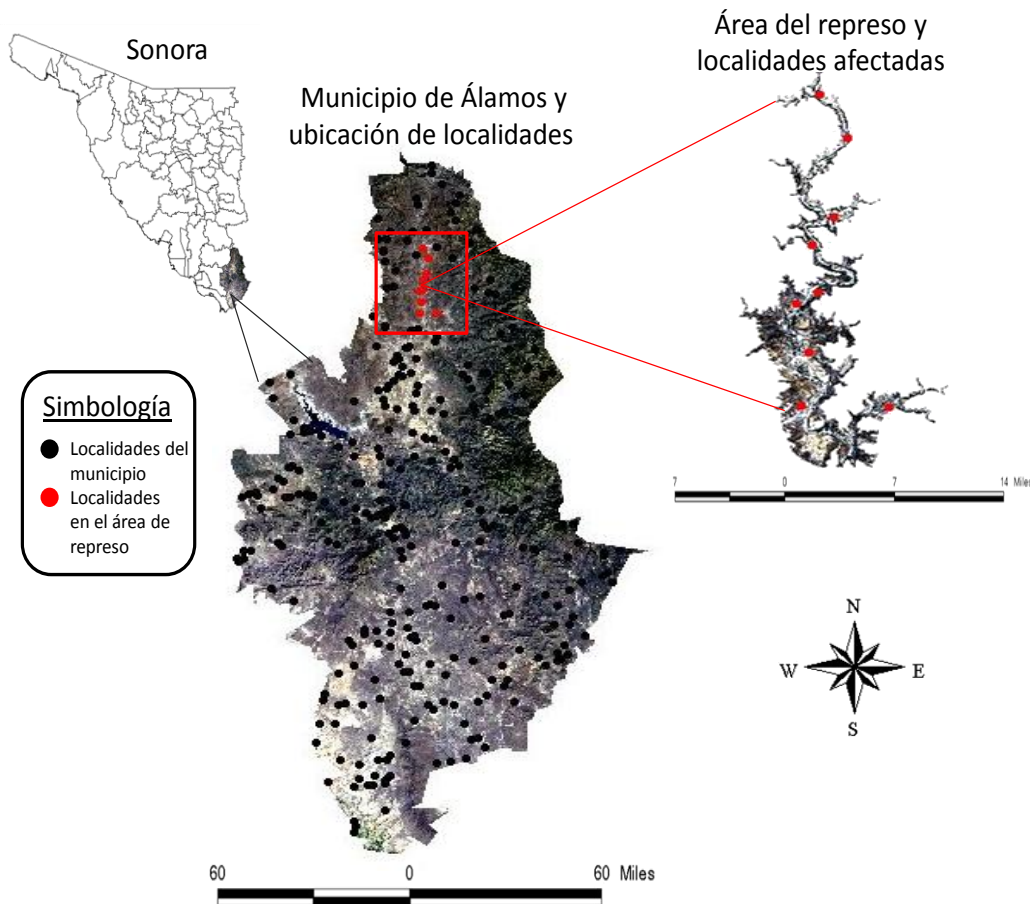


Figura IV.3. Distribución poblacional donde se ubica el proyecto.

No obstante, dentro del área del proyecto se localizan nueve localidades las cuales tienen un alcance del área del repeso. Su densidad poblacional oscila en los distintos periodos de registro, presentándose localidades con un mínimo de habitantes² y otras que sitúan a varias personas dentro de sus comunidades.

² De acuerdo con la metodología de INEGI para definir localidades, se estima como mínimo una persona que habite en un asentamiento para indicar una localidad habitada o activa.



Las localidades que a continuación se presentan corresponden a las que tienen un alcance más próximo según el temático de integración territorial de INEGI dentro del área del embalse, y que están señaladas en rojo en la figura anterior donde se pueden apreciar un total de nueve localidades.

Localidades dentro del área

- Las Choyitas
- Las Garzas
- Miramar
- Mochibampo
- Chorijoa
- Mesa Colorada
- Setajaqui
- La toma de agua
- Cochuhuerito

Cada una de las localidades presenta atributos distintos en relación con la disponibilidad de servicios, población, densidad entre otros aspectos. Por tanto es necesaria una caracterización detallada de la región para poder abordar a manera específica cada uno de los elementos que caracterizan a las localidades del área de estudio.

Tabla IV.1. Regionalización del proyecto

Cuenca	Subcuenca	Sup involucrada de la presa (ha)	Provincia biogeográfica		División florística mexicana		Tipos de vegetación					Provincia herpetofaunística		Provincia mastrogeográfica	
			Sierra Madre Occidental	Sonorense	Planicie costera del Noroeste	Costa Pacífica	Selva baja caducifolia	Selva baja espinosa	Agricultura de temporal	Pastizal cultivado	Asentamiento y áreas sin veg aparente	Mexicana del Oeste	Sierra Madre Occidental	Sinaloense	Sierra Madre Occidental
RH9 Sonora Sur, Cuenca A Rio Mayo	Subcuenca Río Mayo-Adolfo Ruiz Cortínez	2534.02	5902.57	2534	2829.19	2758.8	2569.9	3039.34	3040.48	3054	3046.3	1780.96	753.06	2433.61	100.41
	Subcuenca Arroyo Cedros	519.98	0	519.98	224.81	295.17	484.1	14.66	13.52	0	7.7	519.98	0	519.98	0

Más adelante, en el apartado de diagnóstico ambiental, se describe a detalle los componentes de estas unidades, consideradas en la descripción del sistema ambiental regional. La figura IV.1 muestra el arreglo de las subcuencas que componen las unidades ambientales. En la descripción del sistema ambiental se desglosan los rubros ambientales, por las unidades que lo componen.

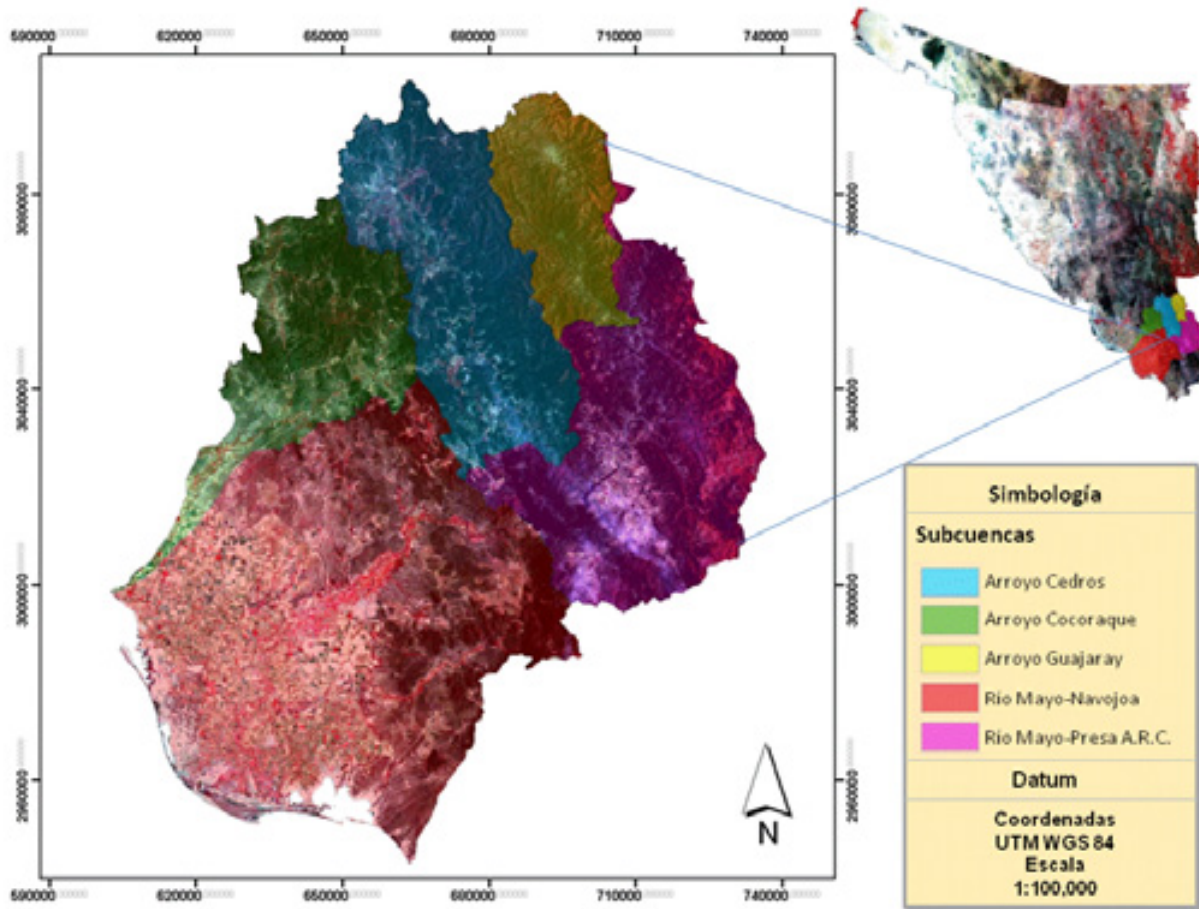


Figura IV.4. Regionalización de la presa Bicentenario por subcuencas.

IV.2.1 Aspectos abióticos.

IV.2.1.a Clima

La descripción del clima se realizó con base en la información disponible de las estaciones meteorológicas ubicadas en un radio de 30 kilómetros alrededor del sitio a desarrollar y que integran el Sistema Meteorológico Nacional (SMN) perteneciente a la Comisión Nacional del Agua (CNA) en las oficinas de la Gerencia Regional Noroeste "Región II" y se complementó con la base de datos "Eric II" Extracto Rápido de Información Climatológica V. 2.0, Editado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.



La Comisión Nacional del Agua, en la Gerencia Regional Noroeste “Region II” cuenta con información de cuatro estaciones meteorológicas, pertenecientes al Sistema Meteorológico Nacional cuyas características se listan en la Tabla IV.1.

Tabla IV.2 Estaciones meteorológicas cercanas al área del Proyecto

Estación	Latitud (N)	Longitud (W)	Altitud (msnm)	Distancia al sitio del Proyecto
Adolfo Ruiz Cortines	27° 13' 40"	109° 06' 20"	144	6.8 km.
Minas Nuevas	27° 03' 34"	109° 00' 23"	480	6.2 km.
Álamos	27° 01' 45"	108° 56' 38"	389	17.5 km.
Tres Hermanos	27° 11' 49"	109° 11' 47"	85	11.4 km.
Las Panelas	27° 24' 43"	108° 52' 36"	162	30.0 km.

La estación “Adolfo Ruiz Cortines” (Mocúzarit), cuenta con datos de precipitación, evaporación y temperaturas máxima, mínima y media para un registro de 44 años en el periodo de 1956 a 2001, quedando sin registro los años de 1960 y 1961; la estación de “Minas Nuevas” cuenta con datos de precipitación y temperaturas máxima, mínima y media para dos periodos los cuales comprenden un total de 32 años, siendo el primero de 1963 a 1978 y el segundo de 1987 a 2002; no registrándose datos para los años comprendidos entre 1978 y 1987, a la par de no contar con registro alguno de evaporación. La estación “Álamos” cuenta con registros de temperatura media, máxima y mínima y precipitación total para el periodo de 1961 a 1984, quedando sin registros los años 1966, 1968 y 1979. La estación “Tres Hermanos” cuenta con registros de temperatura media, máxima y mínima, precipitación total y evaporación total en el periodo de 1966 a 1989 sin embargo existe ausencia de datos los últimos 5 meses de 1980, los tres primeros de 1981 y en 6 meses de 1988.

En cuanto a la estación “Las Panelas” el período de datos registrado es de 42 años en el periodo de 1961 a 2003, no contando con datos para el año 2002 y señalando que los datos registrados son de precipitación, evaporación y temperaturas media, máxima y mínima.

Tipo de clima.

En el sitio del proyecto no se cuenta con una estación meteorológica para realizar la descripción del tipo de clima del área, por lo que se utilizaron los datos de la estación “Adolfo Ruiz Cortines” por ser considerada como representativa de las condiciones meteorológicas del área del proyecto dada su cercanía, semejanza en altura sobre el nivel del mar y fisiografía.

En la Tabla IV.3 se enumeran los parámetros estadísticos obtenidos de la estación “Adolfo Ruiz Cortines” para determinar el tipo de clima de acuerdo a la clasificación de Wladimir Köppen, modificada para reflejar mejor las características climáticas de la República Mexicana por Enriqueta García:



Tabla IV.3 Parámetros estadísticos para la estación Adolfo Ruiz Cortines

Temperatura media anual	24.7 °C
Temperatura media del mes más frío	18.2 °C (enero)
Temperatura media del mes más calido	30.6 °C (junio)
Precipitación media anual	558.1 mm
Precipitación media del mes más seco	2.6 mm (mayo)
Precipitación media del mes más húmedo	163.0 mm (agosto)
Porcentaje de lluvia invernal	7.79%
Régimen de lluvias	verano El mes de máxima precipitación cae entre mayo y octubre
Clasificación de tipo de clima de acuerdo a condiciones de humedad para lluvias de verano Clima Seco (B) = {P(cm) < 2T(°C) + 28} Clima Calido húmedo (A) o templado húmedo (C) es {P(cm) ≥ 2T(°C) + 28} Donde P = precipitación en centímetros y T = Temperatura en grados centígrados (2(24.7)+28)=77.4 / 55.81 < 77.4	Grupo de Clima: Seco (B)
Para separar tipo BW (muy árido) de BS (seco o árido) para lluvias de verano se debe cumplir la relación Si P(cm) ≥ P, donde P esta representada por (2T+28)/2, el tipo es BS si no es BW 55.81 ≥ 38.7	BS
Los BS ₁ tiene un cociente P/T mayor de 22.9 y el BS ₀ menor (558.1/24.7)=22.59	Seco (BS ₀)
Clasificación de climas secos de acuerdo a temperatura	Muy calido (h´) Temperatura media anual mayor de 22°C y la temperatura promedio del mes más frío mayor a 18°C
Clasificación de climas secos de acuerdo a régimen de lluvias	De verano con porcentaje de lluvias invernal entre 5 y 10.2% (w)
Oscilación anual de temperatura media mensual = 12.4 °C	Extremoso (e), oscilación entre 7 y 14 °C

Descripción del clima: BS₀(h´)w(e) prevaleciente en el sitio: Clima Seco muy calido, con lluvias en verano y escasa precipitación invernal, extremoso

El tipo de clima del área del proyecto presenta diferencias de acuerdo a la cartografía del INEGI 2000 ya que al aplicar las formulas para descripción de clima del sitio del proyecto existe diferencia en el subtipo de clima y en la clasificación de subgrupo de acuerdo a temperatura.

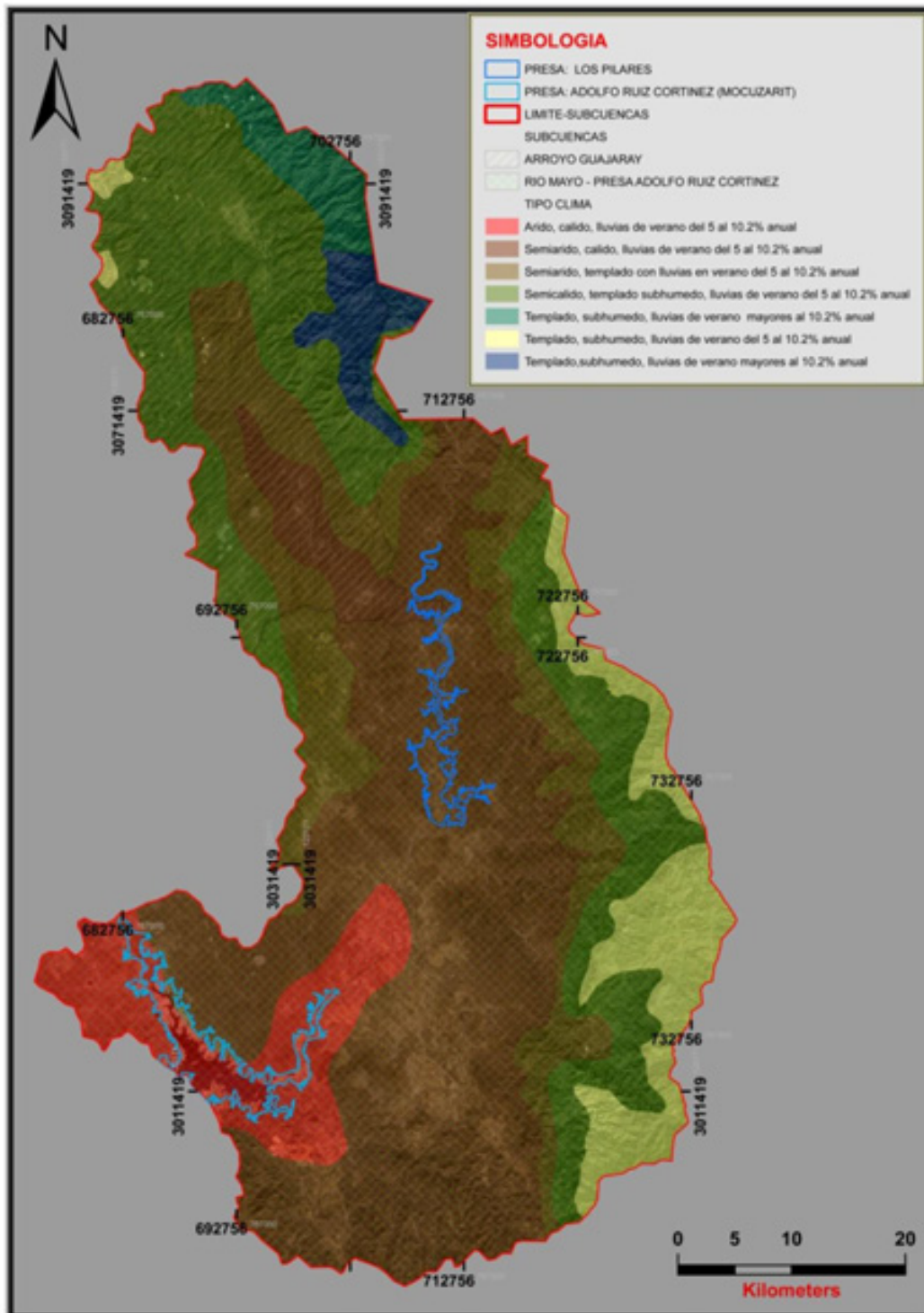


Figura IV.5. Tipos de Climas en el proyecto

*Temperatura promedio mensual y anual.*

La Tabla IV.4, muestra las temperaturas medias anuales y mensuales de las estaciones meteorológicas cercanas al proyecto y en las cuales se pudo contar con registros de más de 20 años, aunque no existen registros continuos en todas las estaciones.

Tabla IV.4 Temperatura media mensual y anual (°C) de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto .

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
“Adolfo Ruiz Cortines”	18.2	19.2	21.0	23.9	27.2	30.6	30.1	29.2	29.1	26.7	22.5	18.9	24.7
Minas Nuevas	16.9	18.2	19.6	22.4	25.9	28.8	27.8	26.9	26.4	24.1	20.2	17.2	22.9
Álamos	18.6	19.2	20.4	22.3	24.8	28.2	28.0	27.5	26.6	24.5	21.6	18.9	23.4
Tres Hermanos	18.8	19.8	21.2	23.9	26.4	30.8	31.5	30.5	30.3	27.6	23.0	19.7	25.3
Las Panelas	18.5	20.4	21.5	24.6	28.1	32.0	30.2	29.3	29.1	26.7	22.3	19.0	25.1

Fuente: SMN-CNA, Periodo de 1956 a 2001 para la estación meteorológica “Adolfo Ruiz Cortines” (S/D en 1960 y 1961), de 1963 al 2002 para la estación meteorológica Minas Nuevas (S/D de 1978 a 1987), de 1961 a 1984 para la estación meteorológica Álamos (S/D en 1966, 1968 y 1979), de 1966 a 1989 para la estación meteorológica Tres Hermanos y de 1961 a 2003 para la estación meteorológica Las Panelas (S/D para 2002)

El rango de temperaturas promedio anual para las estaciones cercanas al proyecto va de los 22.9°C en la estación Minas Nuevas a los 25.3°C en la estación Tres Hermanos, siendo los meses más calidos junio y julio y los más fríos diciembre y enero.

En general la tendencia de las temperaturas promedio mensual en las estaciones cercanas al proyecto se mantiene a lo largo del año y son ligeramente menores las temperaturas en las estaciones de Minas Nuevas y de Álamos ya que estas se encuentran a una mayor altura sobre el nivel del mar y localizadas al pie de la Sierra de Álamos.

Temperaturas mínimas y máximas mensuales

Las temperaturas extremas mensuales se muestran a continuación en la Tabla IV.5, para la estación “Adolfo Ruiz Cortines”.

Tabla IV.5 Temperaturas extremas mensuales y extremas anuales de la estación meteorológica “Adolfo Ruiz Cortines” (°C).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Mínima	2.0	0.1	4.0	4.0	9.0	12.0	17.0	16.5	16.0	11.0	3.5	1.0	0.1
Máxima	39.0	41.0	40.5	41.5	46.0	45.0	43.5	42.0	42.5	43.0	40.0	40.0	46.0

Fuente: SMN-CNA, Periodo de 1956 a 2001 para la estación meteorológica “Adolfo Ruiz Cortines” (S/D en 1960 y 1961)

La temperatura más baja registrada para la estación ocurrió en el mes de febrero de 1956 registrándose 0.1 °C y la más alta en mayo de 1958 con 46°C.

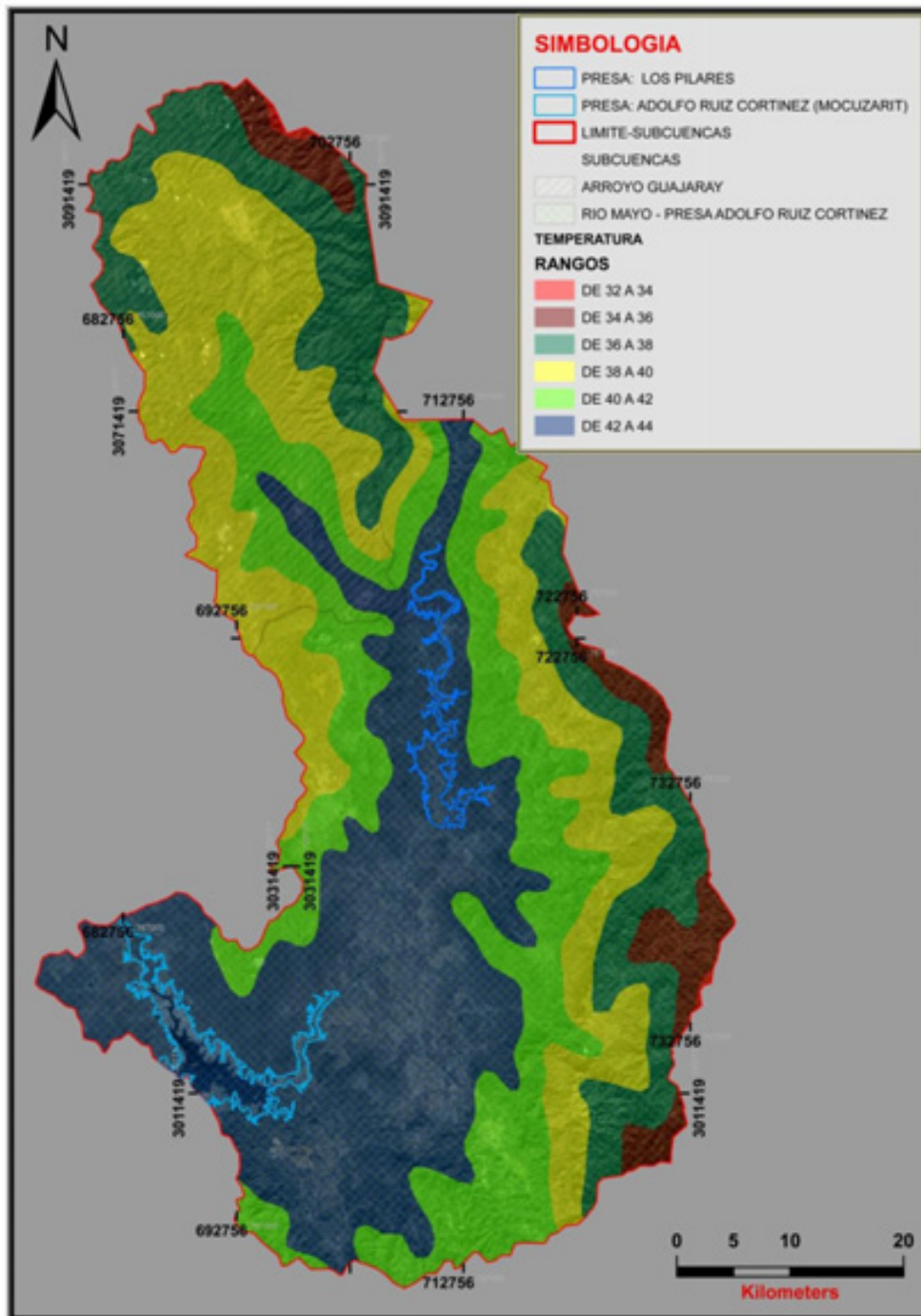


Figura IV.6 Temperatura media mensual (°C) de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto.



Precipitaciones promedio mensuales y anuales (mm).

De acuerdo a la información obtenida del SMN-CNA en relación con la precipitación para las estaciones cercanas al proyecto se observa que las estaciones ubicadas al oeste del proyecto (“Tres Hermanos” y “Adolfo Ruiz Cortines”) reciben una precipitación promedio anual menor de 560 mm. Las estaciones que se ubican al sur y sureste (“Minas Nuevas” y “Álamos”) reciben una precipitación promedio anual entre 600 y 700 mm y la estación “Las panelas” que se ubica al noreste es la que recibe mayor precipitación promedio anual con más de 700 mm (Ver Figura IV.7 y Tabla IV.6). Todas presentan un régimen de lluvias de verano, siendo los meses de julio, agosto y septiembre los meses con mayor precipitación (Ver Figura IV.7). En general los meses con menor precipitación son abril y mayo con una precipitación promedio mensual menor a 7 mm.

Tabla IV.6 Precipitación promedio mensual y anual de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto (mm).

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
“Adolfo Ruiz Cortines”	19.2	15.2	9.1	4.7	2.6	21.7	145.3	163.0	94.3	38.9	13.6	34.0	558.1
Minas Nuevas	18.3	25.5	11.0	4.3	4.2	40.3	187.0	196.2	109.1	41.3	26.1	43.9	610.4
Álamos	31.5	14.8	10.7	1.4	3.3	27.0	182.8	199.2	89.6	58.0	25.9	39.6	683.1
Tres Hermanos	15.7	14.5	9.0	6.2	4.7	18.9	152.0	164.7	104.9	27.9	14.4	26.4	511.9
Las Panelas	26.6	24.4	11.3	4.7	7.0	40.3	203.9	183.3	110.7	43.6	23.4	45.4	719.4

Fuente: SMN-CNA, Periodo de 1956 a 2001 para la estación meteorológica “Adolfo Ruiz Cortines” (S/D en 1960 y 1961), de 1963 al 2002 para la estación meteorológica Minas Nuevas (S/D de 1978 a 1987), de 1961 a 1984 para la estación meteorológica Álamos (S/D en 1966, 1968 y 1979), de 1966 a 1989 para la estación meteorológica Tres Hermanos y de 1961 a 2003 para la estación meteorológica Las Panelas (S/D para 2002)

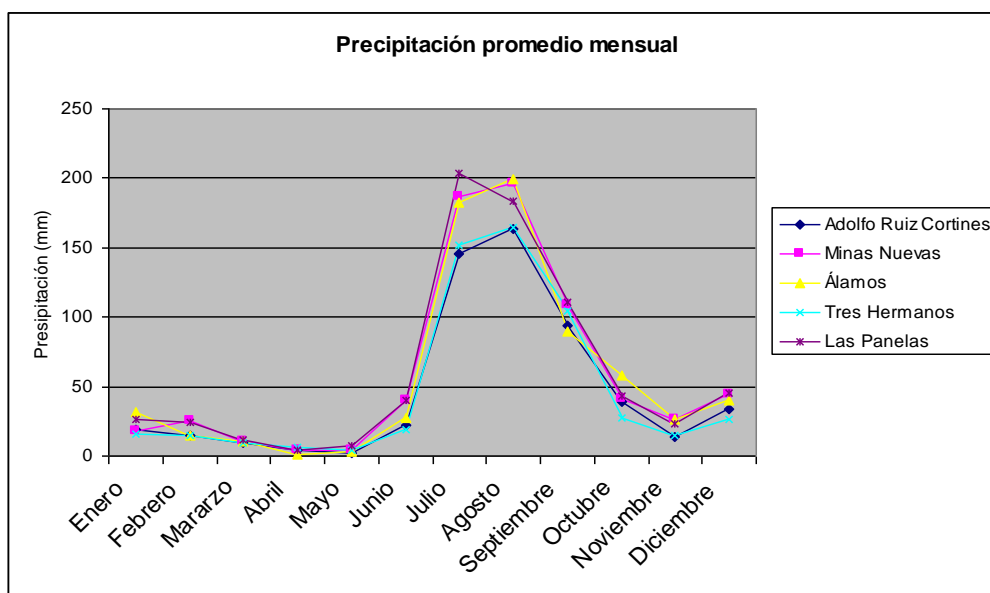


Figura IV.7 Variación de la precipitación media mensual (mm) de las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto.

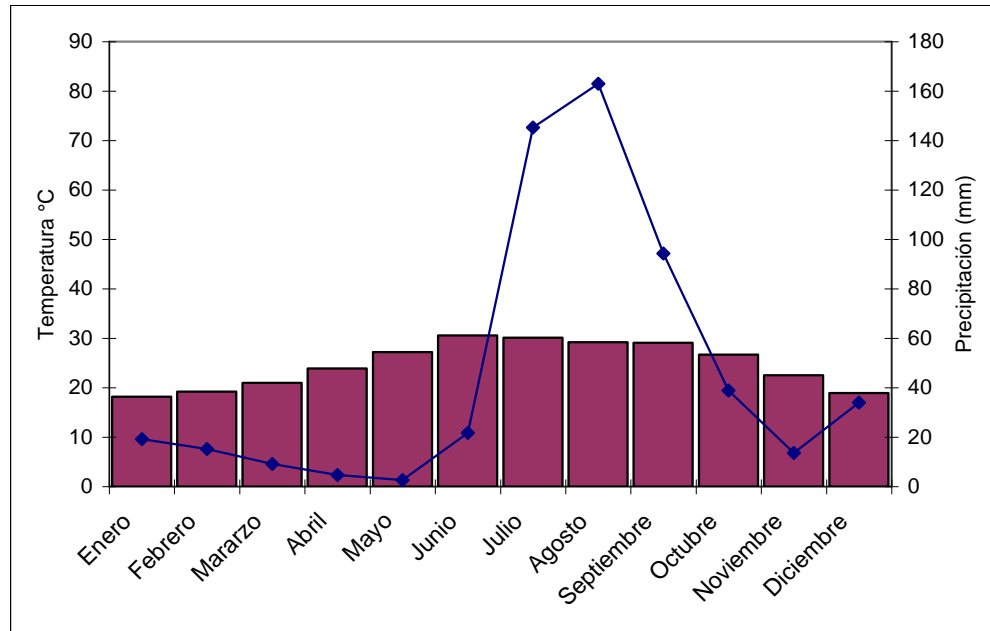


Figura IV. 8 Climograma para la estación "Adolfo Ruiz Cortines"

Lluvia máxima en 24 horas.

Dado que la estación meteorológica "Adolfo Ruiz Cortines" es la que mejor representa las condiciones climatológicas del área del proyecto se procedió a realizar el cálculo para determinar estadísticamente la precipitación máxima esperada en 24 horas en un período de 100 años con base en la información proporcionada por el SMN-CNA, contando con datos de precipitación máxima diaria por 44 años durante el periodo de 1956 al 2001 aunque no todos fueron utilizables. En este período, el mayor registro que se tiene corresponde al mes de agosto de 1958, con una precipitación máxima en 24 horas de 150.5 mm. Dado el período a calcular se consideró más pertinente utilizar una serie anual de máximos.

El análisis de los datos sugirió también que la función de distribución de probabilidad más apropiada era la Gumbel para dos poblaciones. No obstante, también se analizaron las funciones Gamma Incompleta, Gumbel Simple y Log-Pearson tipo III; la que más se ajustó a los datos fue precisamente la función de distribución de probabilidad de Gumbel para dos poblaciones, aunque dicho ajuste no fue perfecto. La ecuación de la función Gumbel para dos poblaciones es:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha_1(x-\beta_1)}} [p + (1-p)e^{-e^{-\alpha_2(x-\beta_2)}}]$$

Donde:

$$p = \frac{N_n}{N_T}$$

$$\alpha_1 \text{ y } \beta_1 =$$

$$\alpha_2 \text{ y } \beta_2 =$$

N_n = No. de años en que la lluvia máxima no se produjo por tormenta ciclónica.

N_T = No. de años totales.

Parámetros de la población no ciclónica.

Parámetros de la población ciclónica.



$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S}$$

σ_y se obtiene de tablas de probabilidad y S es la desviación estándar

$$\beta = \bar{x} - \mu_y / \alpha$$

x es la media y μ_y se obtiene de tablas de probabilidad.

Los datos utilizados para calcular el evento de precipitación máxima en 24 horas para un período de 100 años se muestran en la Tabla IV.7, en la que se presenta también el período de retorno de los eventos de lluvia máxima en 24 hrs registrados en la estación. El período de retorno se determinó con la fórmula: $Tr=(n+1)/m$

Donde: Tr= período de retorno en años
 n= número de eventos en la serie
 m= número de orden del evento, arreglados en forma decreciente.

Tabla IV.7 Evento de precipitación máxima registrado en 24 horas por año.

Numero de evento	Año	Evento máximo registrado (mm)	Período de retorno
1	1958	150.5	38.00
2	1959	127.0	19.00
3	1995	116.5	12.67
4	1972	114.9	9.50
5	1974	110.2	7.60
6	1999	110.0	6.33
7	1957	100.0	5.43
8	1963	83.5	4.75
9	1965	78.0	4.22
10	1966	72.5	3.80
11	1993	72.0	3.45
12	1964	69.5	3.17
13	1990	67.0	2.92
14	1984	65.3	2.71
15	2000	64.0	2.53
16	1982	63.4	2.38
17	1971	60.9	2.24
18	1983	58.3	2.11
19	1967	56.0	2.00
20	1975	55.8	1.90
21	1980	55.7	1.81
22	1976	55.5	1.73
23	1996	55.0	1.65
24	1991	54.0	1.58
25	1962	52.0	1.52
26	1973	49.7	1.46
27	1978	49.5	1.41
28	1987	49.0	1.36
29	1992	48.0	1.31
30	1981	47.5	1.27
31	1969	44.5	1.23
32	1985	43.5	1.19
33	1977	42.3	1.15
34	1979	41.0	1.12
35	1970	40.0	1.09
36	1956	38.0	1.06
37	1998	37.0	1.03



En total se utilizaron los datos de 37 años y con ellos se construyó la gráfica de precipitación máxima en 24 hrs, contra período de retorno que se muestra en la Figura anterior. Posteriormente se determinó la probabilidad de ocurrencia de eventos de diferentes períodos de retornos (T) de interés.

Tabla IV.8. Probabilidad de ocurrencia (F(x)) de distintos períodos de retorno.

T (años)	F(x)
2	0.5
5	0.8
10	0.9
15	0.933
20	0.95
25	0.96
50	0.98
100	0.99

Con la función de Gumbel para dos poblaciones, se determinó la magnitud de estos eventos. La función arrojó como resultado que una lluvia máxima en 24 horas con un período de retorno de 100 años correspondería a una precipitación de 162.3 mm.

Tabla IV.9. Magnitud de eventos resultante en diferentes periodos de retorno

Período de retorno (años)	Magnitud del evento (mm)
2	57.5
5	91.5
10	112.5
20	128.7
25	133.6
50	148.2
100	162.3

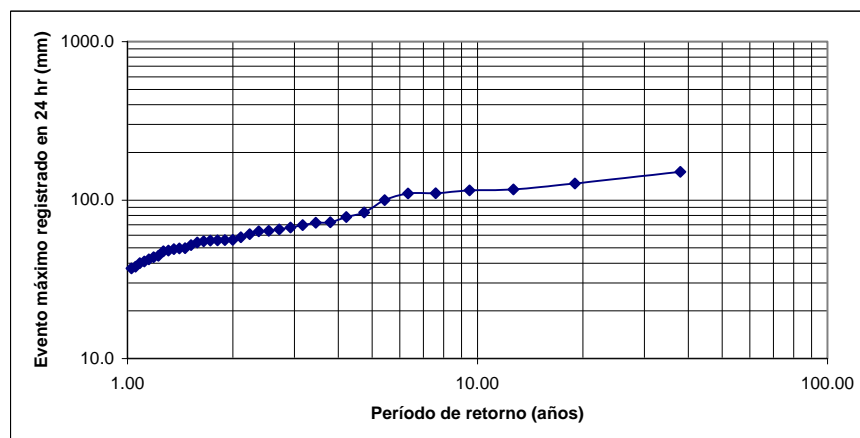


Figura IV. 9 Precipitación máxima en 24 hrs contra período de retorno para la estación "Adolfo Ruiz Cortines"

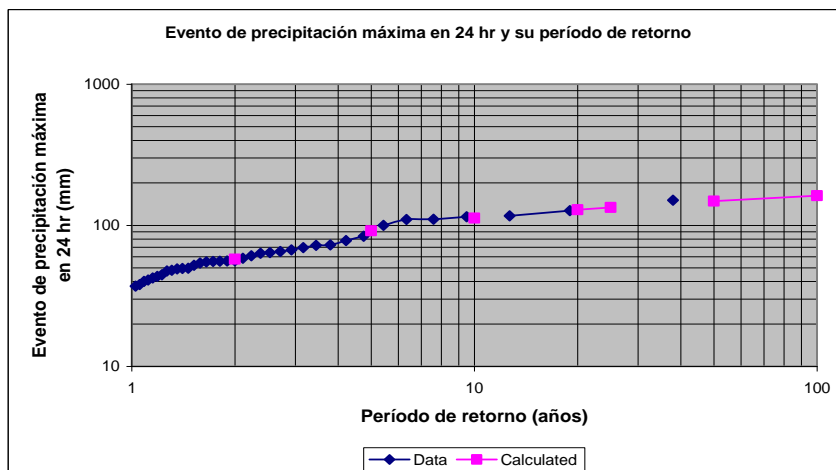


Figura IV. 10. Precipitación máxima en 24 hrs, calculada con base a la función Gumbel para dos poblaciones para diferentes períodos de retorno.

Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual.

En las estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto no se cuenta con registro de vientos, sin embargo en la carta de efectos climáticos Ciudad Obregón, escala 1:250,000, tanto para el período noviembre-abril, como para mayo-octubre marca una dirección de viento regional dominante hacia el Noreste. Para mayores datos se utilizó la información de vientos del Sistema de Información Agroclimática, mantenido por Fundación Produce Sonora, PIAES, INIFAP y SAGARPA; el cual consta de una red de estaciones meteorológicas con registro continuo de los siguientes parámetros:

- Temperatura (promedio, máxima y mínima)
- Humedad relativa (promedio, máxima y mínima)
- Presión Vapor (máxima y mínima)
- Humedad Hoja
- Radiación Solar y Radiación Solar Máxima
- Evapotranspiración
- Viento (velocidad, dirección, máxima y desviación estándar)
- Lluvia

La red se encuentra dividida en Regiones: COSTA DE HERMOSILLO, REGION DE PESQUEIRA, REGIÓN DE CABORCA, VALLE DEL MAYO, REGION FUERTE MAYO, VALLE DEL YAQUI, VALLE DE GUAYMAS y VALLE DE SLRC. Las estaciones más cercanas al sitio del proyecto son las de Huatabampo y El Júpare, en la región VALLE DEL MAYO; siendo la estación El Júpare la estación de referencia más cercana al proyecto y a partir de la cual se obtuvo la información. Los detalles de la estación son los siguientes:

- El Júpare: Latitud: 26.8 / Longitud: -109.7 / Altitud: 11 /Inicio de operación: 2002-01-15

En cada estación, la información puede ser consultada en tiempo-real o a partir de registros por día, hora o cada 10 minutos. La figura siguiente muestra el registro de parámetros



meteorológicos extraídos de esta estación, que comprendió del 2006 al 2009. Se reportan frecuencia, diagramas de velocidad media por frecuencia (viento reinante) y diagramas de velocidad máxima cuadrática (viento dominante).

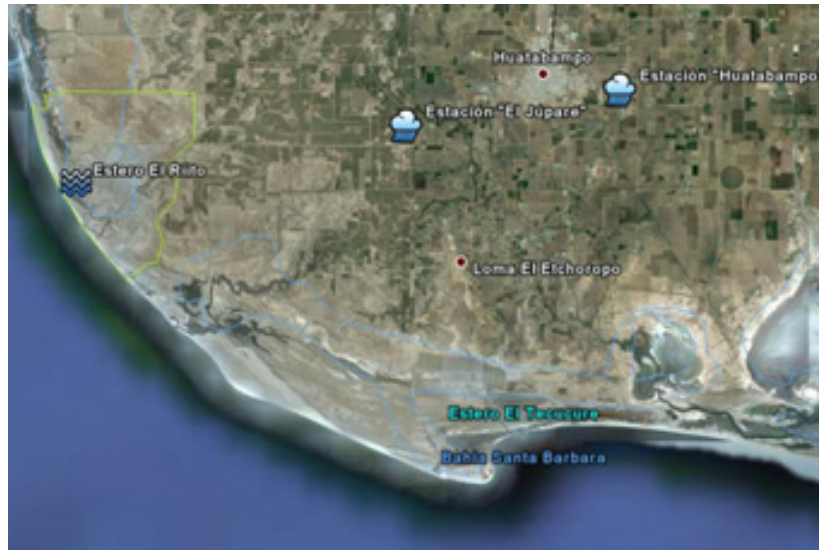


Figura IV.11 Ubicación de la estación meteorológica "El Júpate".

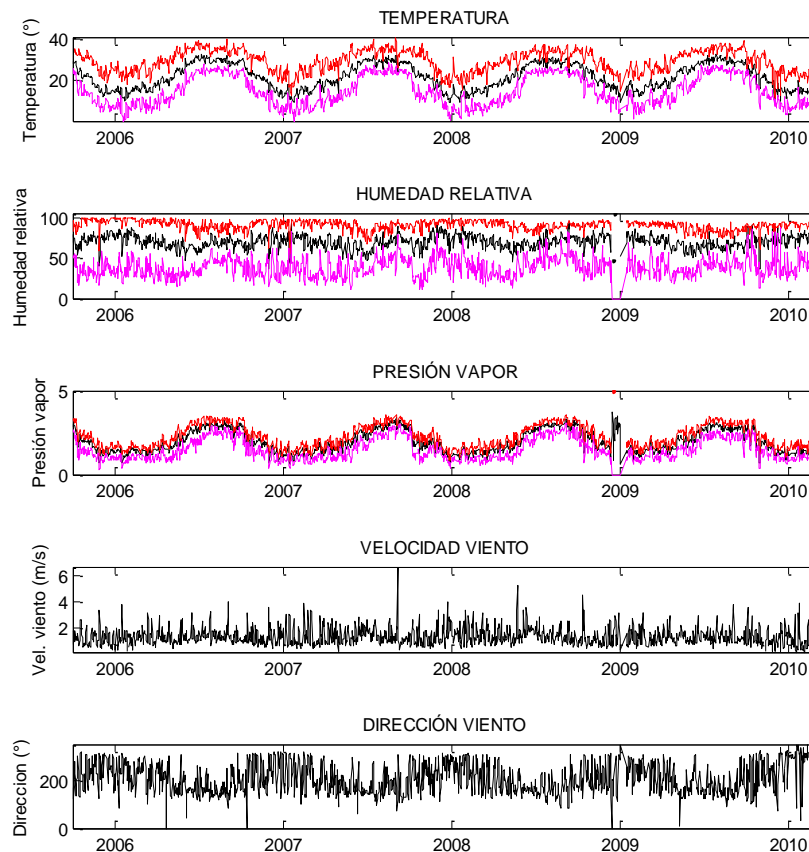


Figura IV.12 Registro histórico de parámetros meteorológicos en estación El Júpate.



Viento reinante

Para la obtención del viento reinante, se tomó la serie completa de los cuatro años y se analizó para cada mes. Los resultados del análisis para los vientos reinantes se resumen a continuación donde se observan el número de eventos (frecuencia), los valores de velocidad máximos, mínimos y promedio, para la dirección del viento reinante mensual, estacional y multianual, respectivamente.

En la Tabla siguiente se muestran diagramas de velocidad media por frecuencia (en porcentaje) para el análisis de todos los meses, producto de la máxima frecuencia multiplicada por la velocidad media en la dirección correspondiente. En éstos se puede inferir una variación periódica, pero de tipo estacional. En los meses correspondientes a la estación invernal (Diciembre, Enero y Febrero), los vientos tienen una dirección WNW y W, con predominancia al WNW, mientras que en los meses de verano (Junio, Julio y Agosto), la dirección del viento es SSE-ESE, con una predominancia al SE.

Tabla IV.10 Series de vientos reinantes por mes, estación y anual para el periodo 2006-2009. Las velocidades están expresadas en m/s, referidas a una altura de 10 metros. La convención utilizada es la meteorológica (de donde proviene el viento).

	Mes	Dirección del viento	Frecuencia	Velocidad máxima	Velocidad mínima	Velocidad promedio
INVIERNO	Diciembre	292.5 (WNW)	37	3.90	1.00	2.10
	Enero	292.5 (WNW)	24	3.30	0.90	2.13
	Febrero	247.5 (WSW)	19	1.90	0.60	1.30
PRIMAVERA	Marzo	157.5 (SSE)	18	2.90	0.40	0.90
	Abril	157.5 (SSE)	20	1.30	0.60	0.90
	Mayo	135.0 (SE)	35	3.30	0.60	1.40
VERANO	Junio	157.5 (SSE)	42	2.80	0.80	1.40
	Julio	135.0 (SE)	51	2.90	0.60	1.60
	Agosto	135.0 (SE)	45	2.70	0.80	1.40
OTONO	Septiembre	157.5 (SSE)	22	1.70	0.50	1.00
	Octubre	157.5 (SSE)	22	2.10	0.50	1.00
	Noviembre	225.0 (SW)	18	2.60	0.50	1.10
ESTACIÓN	INVIERNO	292.5 (WNW)	77.00	4.00	0.90	2.12
	PRIMAVERA	135.0 (SE)	69.00	3.30	0.60	1.30
	VERANO	135.0 (SE)	133.00	3.60	0.60	1.63
	OTOÑO	157.5 (SSE)	58.00	2.10	0.50	0.90
	ANUAL	135.0 (SE)	262	4.0	0.30	1.42

La tabla anterior muestra el análisis de vientos reinantes por meses, estaciones y multianual. En el caso del análisis mensual se observa que el viento reinante con mayor incidencia se presenta en Julio, con 51 eventos. Lo anterior es confirmado con el análisis por estaciones, que da como resultado un mayor número de eventos en verano (133), en ambos casos con una dirección de 135°. Finalmente, el análisis multianual da un viento reinante con 262 eventos en la misma dirección (135°) que los análisis mensual y estacional.



Viento dominante

Para la obtención de estos vientos, se aplicó el mismo procedimiento que para el viento reinante, solo que ahora se obtiene la dirección del viento de mayor intensidad que se presentó en la serie de cada mes, estación y multianual. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** resume los resultados del análisis de la serie de datos 2006-2009.

De acuerdo con dicha tabla, los vientos dominantes en invierno provienen principalmente del cuarto cuadrante, con velocidades máximas entre 3.8 y 4 m/s; mientras que en el resto de estaciones los vientos de mayor intensidad provienen del segundo cuadrante, con velocidades máximas entre 2.9 y 5.3 m/s en primavera, 2.7 a 3.3 ms en verano y entre 3.6 y 6.7 m/s en otoño. El viento dominante anual proviene del ESE con una intensidad de 6.7 m/s. Las figuras siguientes muestran los diagramas respectivos.

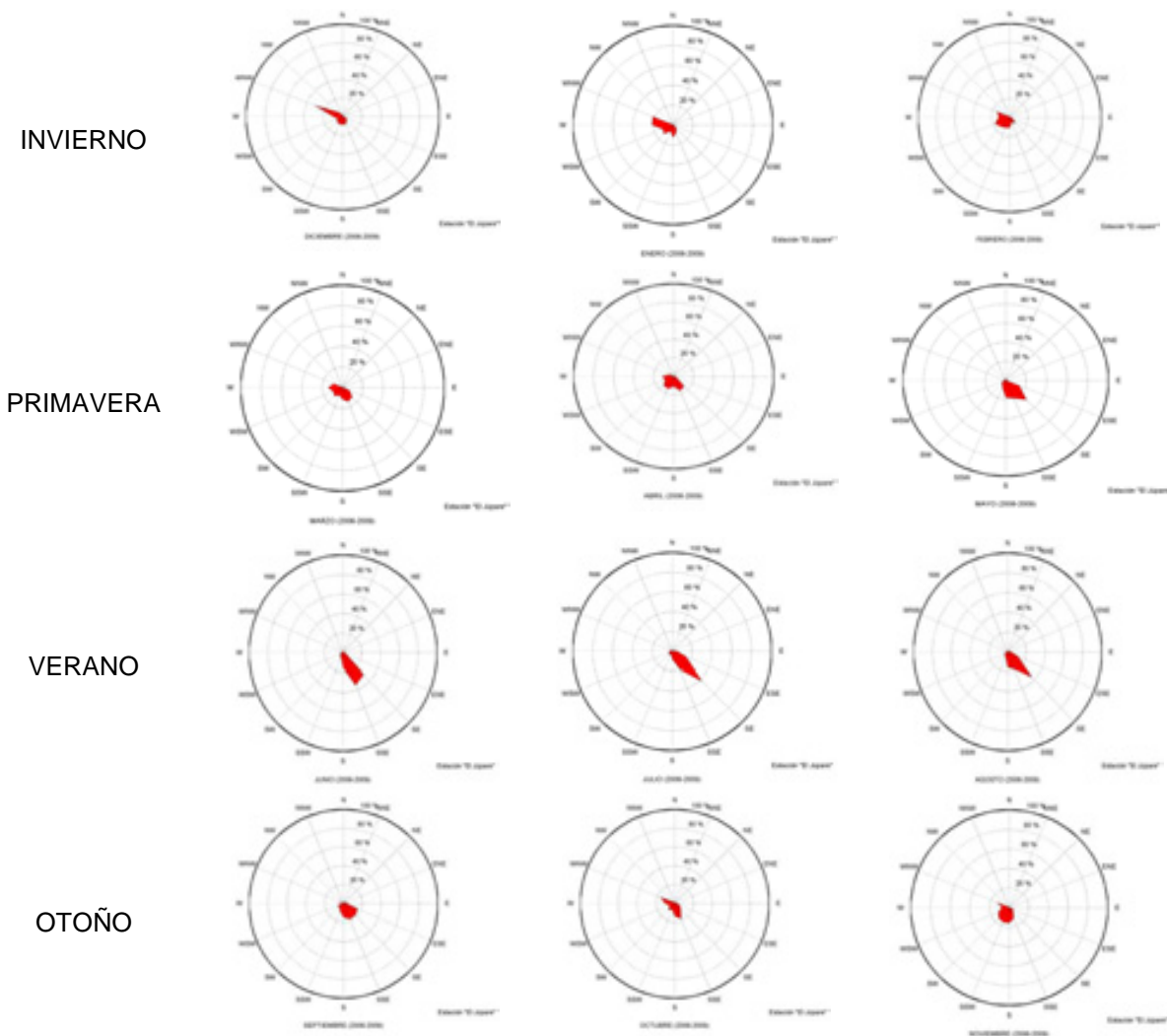


Figura IV.13 Diagramas de velocidad media por frecuencia (%) para cada mes, para la serie 2006 a 2009. La convención utilizada es la meteorológica (de donde proviene el viento).

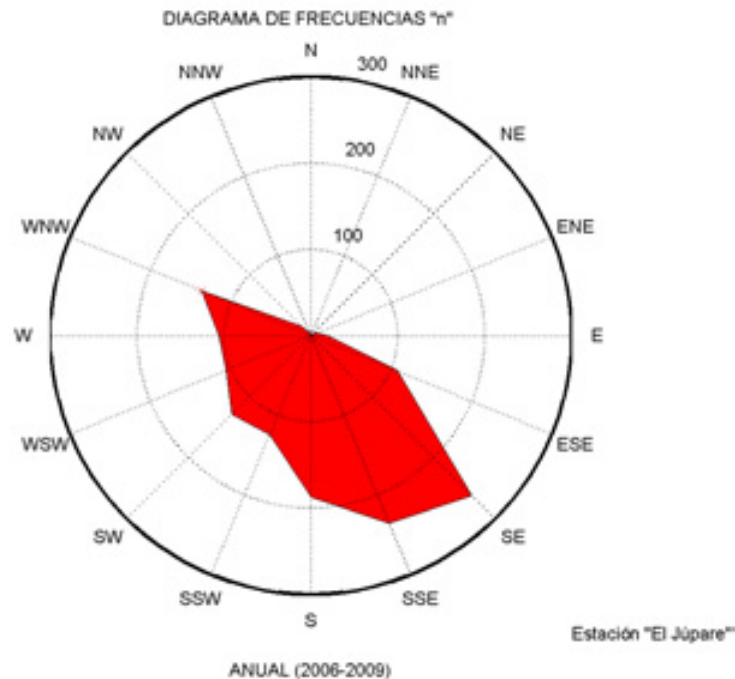


Figura IV.14. Diagrama de frecuencia anual para la serie completa de los años comprendidos entre 2006-2009. La convención utilizada es la meteorológica (de donde proviene el viento).

Humedad relativa y absoluta.

No se cuenta con información al respecto.

Evaporación.

Al comparar la evaporación promedio mensual de los datos obtenidos en la Presa Adolfo Ruiz Corines con la precipitación promedio mensual, se observa que en todos los meses la evaporación promedio mensual excede a la precipitación promedio mensual y los meses de máxima evaporación coinciden con los de menor precipitación, a la par de que la evaporación anual casi triplica la precipitación promedio anual.

Tabla IV.11. Evaporación promedio mensual y anual de la estación meteorológica “Adolfo Ruiz Cortines” (mm).

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
“Adolfo Ruiz Cortines”	118	144	217	282	343	345	248	209	189	189	143	111	2,542

Fuente: SMN-CNA, Periodo de 1956 a 2001 para la estación meteorológica “Adolfo Ruiz Cortines” (S/D en 1960 y 1961)



Fenómenos meteorológicos extremos.

En cuestión de granizadas, se registra un total de 0.25 eventos anuales lo que correspondería a un evento cada cuatro años y el mes que presenta mayor ocurrencia de eventos es septiembre. Para el área de estudio no se cuenta con estadística sobre la intensidad e impacto en las actividades económicas de la zona ya que la magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño.

Los días con niebla promedian 13.44 eventos/año, y siendo mas frecuentes en enero con ocurrencia de 2 eventos.

Las tormentas eléctricas son un fenómeno mas común ya que se registran 19.68 eventos al año. Los meses que presentaron mayor frecuencia de ocurrencia de este evento son los meses de junio y julio con más de 6 eventos/año.

Perturbaciones Atmosféricas Tropicales.

Los arreglos desorganizados de nubes y tormentas de truenos, es a lo que se le denomina perturbación atmosférica tropical. La clasificación de las perturbaciones atmosféricas tropicales, según la magnitud de la velocidad del viento, está dada en tres grandes grupos (Frías, 1988). El primer grupo es el de la depresión tropical (TD), cuyas magnitudes de viento presentan un máximo de 40 km/hr. Otro grupo son las tormentas tropicales (TS), las cuales presentan magnitudes desde los 40 km/hr hasta los 120 km/hr (Frías, 1988); y por último, los huracanes (HN), los cuales presentan velocidades mayores a los 120 km/h. Estos últimos se clasifican a su vez según la escala de Saffir-Simpson, como se presenta a continuación.

Tabla IV.12. Escala de Huracanes Saffir-Simpson. Tomado de Lutgens 2001.

Categoría	Presión central (mb)	Velocidad del viento (Km/hr)	Marea de tormenta (m)
1	≥ 980	119-153	1.2-1.5
2	965-979	154-177	1.6-2.4
3	945-964	178-209	2.5-3.6
4	920-944	210-250	3.7-5.4
5	<920	>250	>5.4

Un huracán, tiene un radio de impacto de aproximadamente 62.5 millas náuticas (Fig. IV.15). Esta zona es de impacto directo, sin embargo un huracán que pasa a mayor distancia, también tiene un efecto sobre la zona, debido al apilamiento de agua producido por las corrientes de aire. Con la finalidad de tener un panorama amplio de los huracanes que afectan a la zona del proyecto, se muestra en la Figura IV.16, los huracanes que han pasado hasta 125 millas náuticas de un determinado sitio en la costa de Sonora.

Las figuras IV.17-IV.20 muestran la ubicación y categorías atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California para distintos periodos a partir del año de 1971 hasta el año 2008. Asi mismo la Fig IV.21. muestra el histograma de frecuencia para la serie de 1955 al 2003.

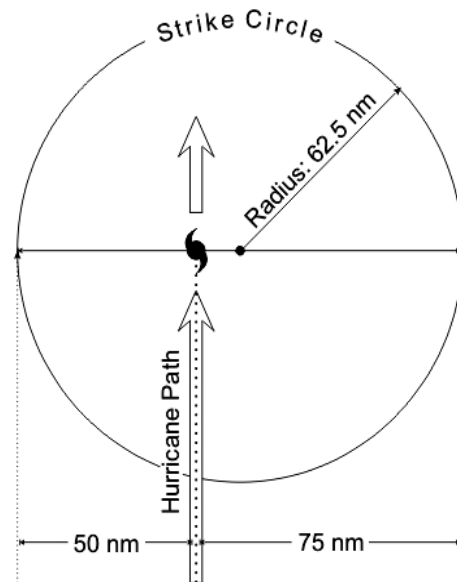


Fig. IV.15 Diagrama explicativo del radio de impacto de un huracán.

Las figuras siguientes presentan las perturbaciones atmosféricas históricas que han tenido un efecto sobre el Golfo de California, durante los últimos 40 años. .

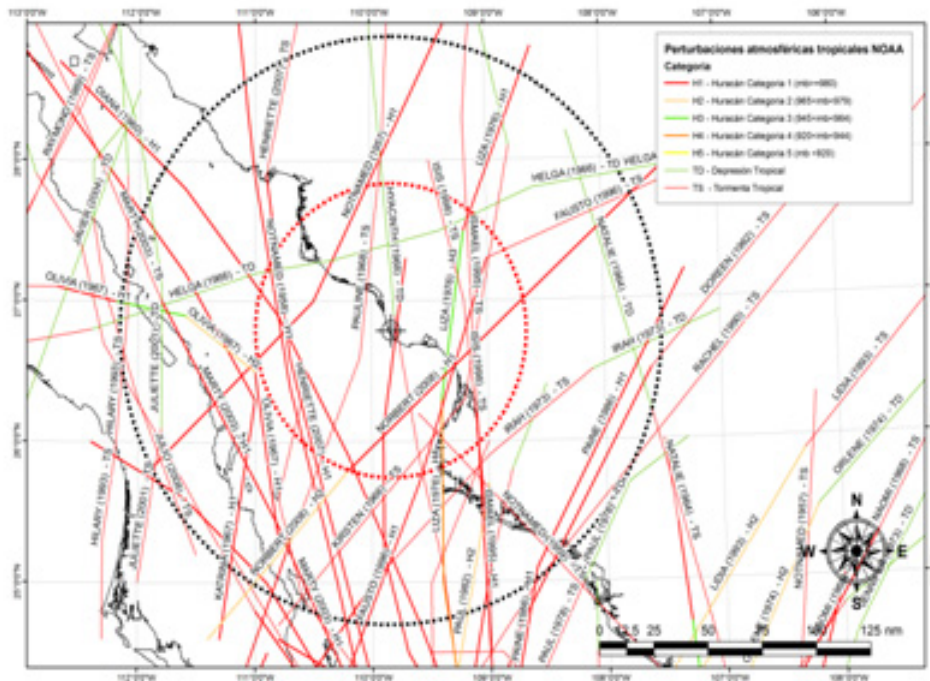


Figura IV.16 Trayectoria histórica de huracanes que han tenido una influencia sobre la región del proyecto entre 1951 y 2008. Los círculos concéntricos muestran el radio de impacto directo (62.5 millas náuticas) e impacto indirecto (125 millas náuticas), respectivamente sobre las costas del estado de Sonora. Clasificación según escala Saffir-Simpson.

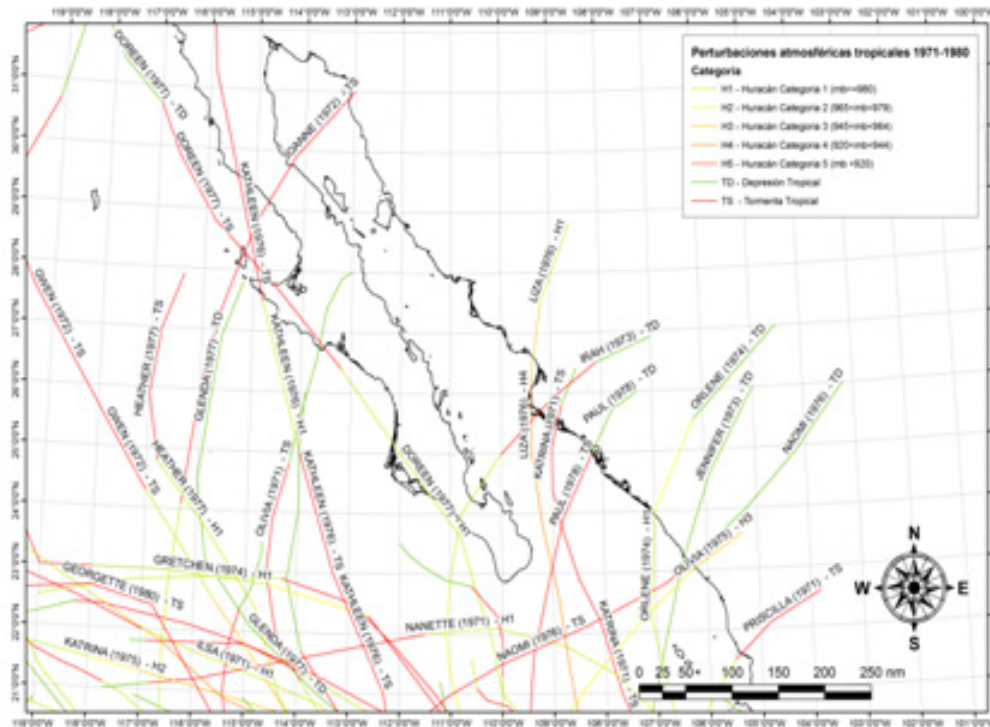


Fig. IV.17 Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California. Período: 1971-1980. Categoría Saffir-Simpson.

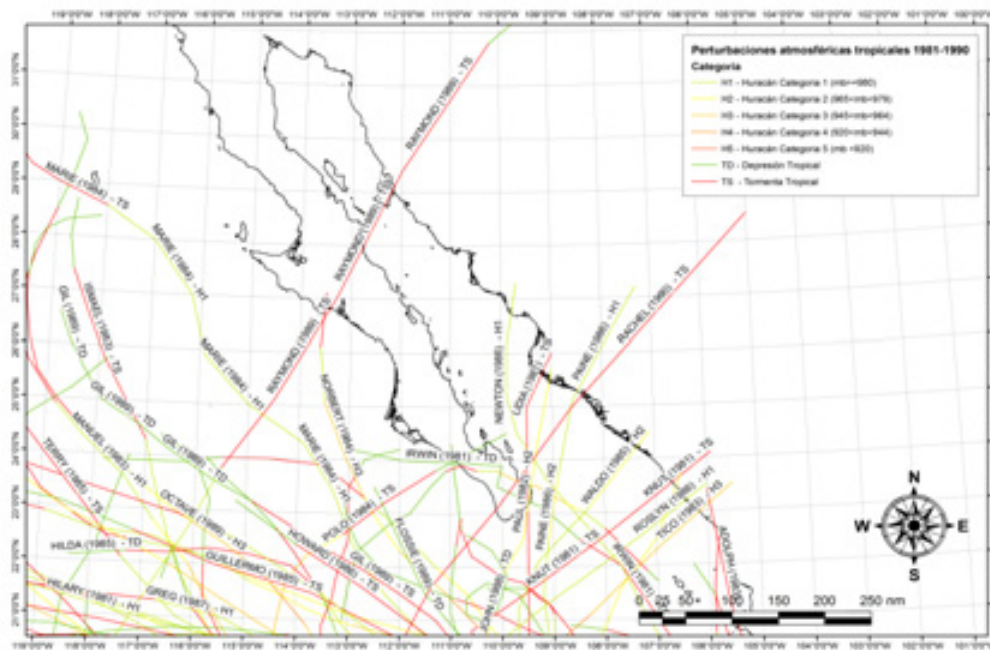


Fig. IV.18 Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California. Período: 1981-1990. Categoría Saffir-Simpson.

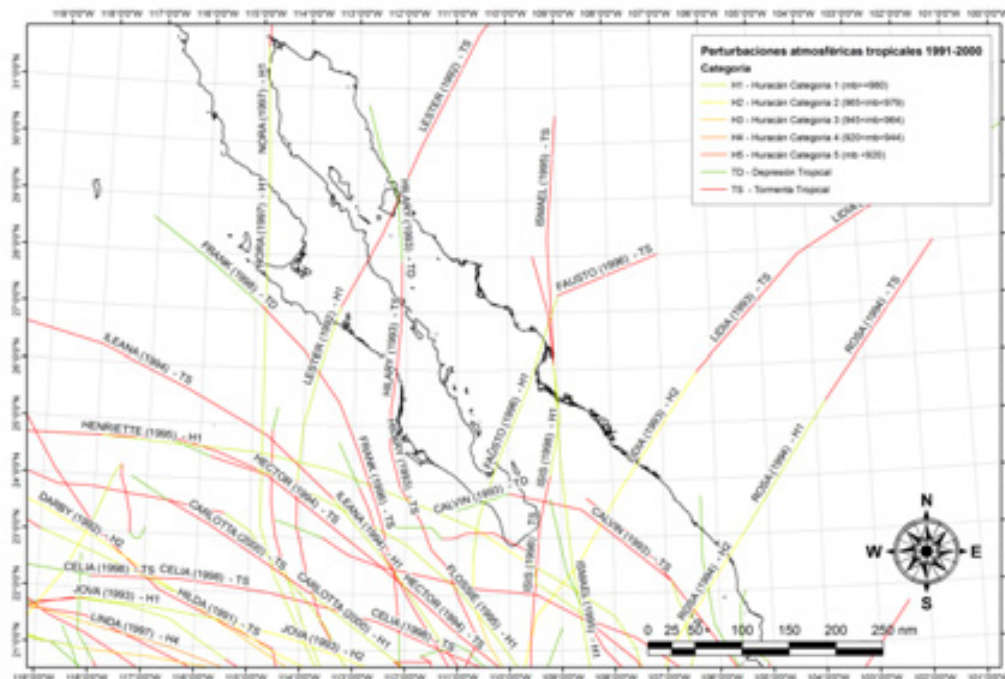


Figura IV.19 Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California. Período: 1991-2000. Categoría Saffir-Simpson.

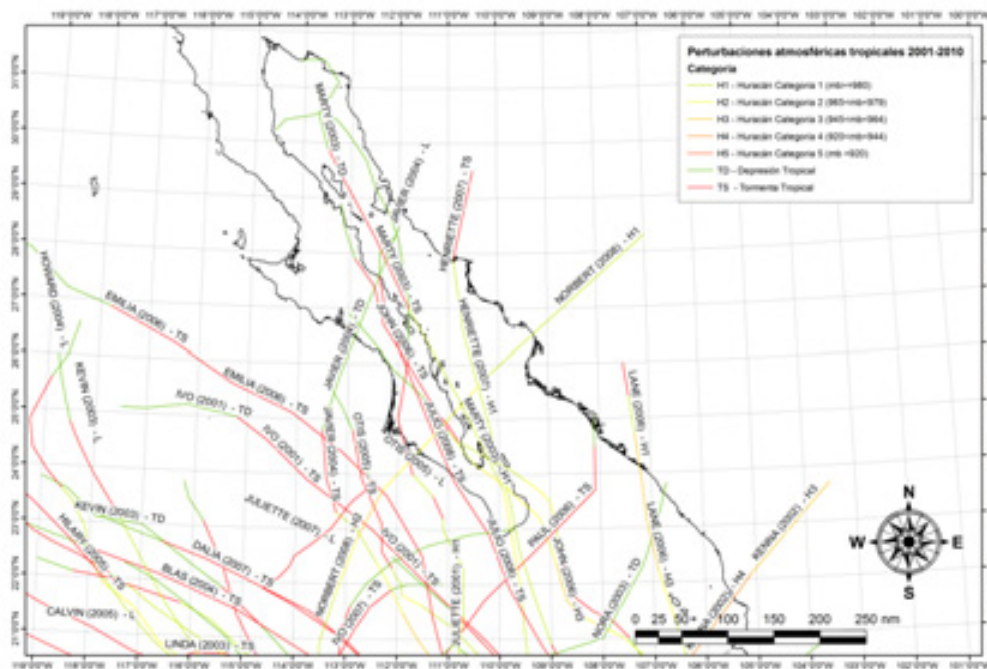


Figura IV.20 Ubicación y categoría de las perturbaciones atmosféricas tropicales en la región del Golfo de California. Período: 2001-2008. Categoría Saffir-Simpson.

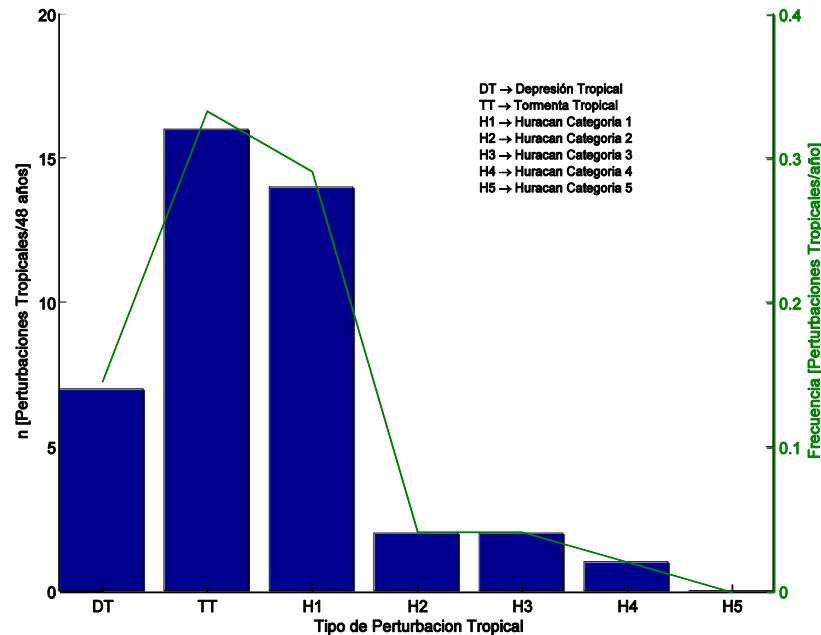


Figura IV.21 Histograma de frecuencia de perturbaciones atmosféricas tropicales y de diagrama de retorno para la serie de 1955-2003.

Para finalizar, se tiene un análisis estadístico de la serie completa de perturbaciones atmosféricas tropicales en el interior del Golfo de California. De este análisis obtenemos que el mayor tipo de perturbación que se ha presentado son las tormentas tropicales. Éstas, tienen un período de recurrencia de ~3 años. Para tiempos de recurrencia de 3 a 5 años se tienen los huracanes categoría uno y las tormentas tropicales. Los períodos de recurrencia de las depresiones tropicales son de poco mas de 6 años, mientras que para los huracanes categoría dos en adelante, los periodos de recurrencia son mayores a los 20 años. En la Tabla siguiente se muestran los periodos de recurrencia de las perturbaciones atmosféricas tropicales.

Tabla IV.13 Recurrencia de las depresiones atmosféricas tropicales que afectan al Golfo de California.

Inicio:	1955	Final:	2009
Tipo de perturbación atmosférica tropical	Ocurrencia	Frecuencia	Recurrencia
Depresión Tropical	8	0.148148148	6.75
Tormenta Tropical	18	0.333333333	3
Huracán Categoría 1	18	0.333333333	3
Huracán Categoría 2	3	0.055555556	18
Huracán Categoría 3	2	0.037037037	27
Huracán Categoría 4	1	0.018518519	54
Huracán Categoría 5	0	0	0



Calidad del aire.

No existen registros para el área de parámetros para medir la calidad del aire. Por otro lado, en época de secas, el tránsito de vehículos genera polvo y partículas suspendidas; sin embargo se trata de comunidades pequeñas; por lo que no puede decirse que se trate de contaminación propiamente.

IV.2.1.b Geología y geomorfología

Geología Regional

El proyecto está localizado en la parte Sur del Estado de Sonora, caracterizado con rasgos geológicos complejos. Las rocas de mayor edad en esta región corresponden a un cuerpo gneissico, de edad Precámbrica, que aflora en la sierra de San Francisco, localizada en el límite entre los estados de Sonora y Sinaloa. Sobreyaciendo discordantemente al basamento cristalino metamórfico se encuentra una sucesión sedimentaria de supuesta edad Carbonífera en cuya composición litológica predominan las rocas calizas fosilíferas, pedernal, pizarras y las cuarcitas.

Existen tres conjuntos de rocas distintos que constituyen la columna mesozoica del Sur del estado de Sonora y el Norte de Sinaloa. Uno de estos conjuntos está conformado por rocas riolíticas feldespáticas, de edad incierta pero probablemente jurásicas, que han sido sometidas a procesos de metamorfismo regional. Otro conjunto de rocas del mesozoico se compone de rocas cretácicas marinas fosilíferas con intercalaciones de margas y lutitas, con horizontes de yeso. El tercer conjunto presente en la región pertenece a un cuerpo batolítico de edad Laramídica que petrológicamente corresponde generalmente a granodiorita con fases de granito, diorita, monzonita y tonalita.

La columna del Terciario está representada por varios paquetes principalmente volcánicos y sedimentarios. El Terciario Inferior se constituye por andesitas con zeolitas, areniscas tobáceas y brechas basales. Es sobreyacido discordantemente por una sucesión riolítico-ignimbrítica de edad Oligocénica que conforma los rasgos fisiográfico-geológicos distintivos de la Sierra Madre Occidental y que es seguida, a su vez, por depósitos continentales clásticos y epiclásticos de diversas edades, constituidos por conglomerados, areniscas tobáceas, gravas y areniscas con diaestratificación. La parte superior de la columna terciaria está compuesta por rocas volcánicas y piroclásticas ácidas que generalmente muestran una actitud horizontal a subhorizontal. En algunos lugares de la región, éstas son seguidas por lavas y brechas basálticas, andesitas basálticas, andesitas y latitas.

Finalmente, el Periodo Cuaternario está representado por gravas, arenas y lodos que forman depósitos de talud o aluviales principalmente.

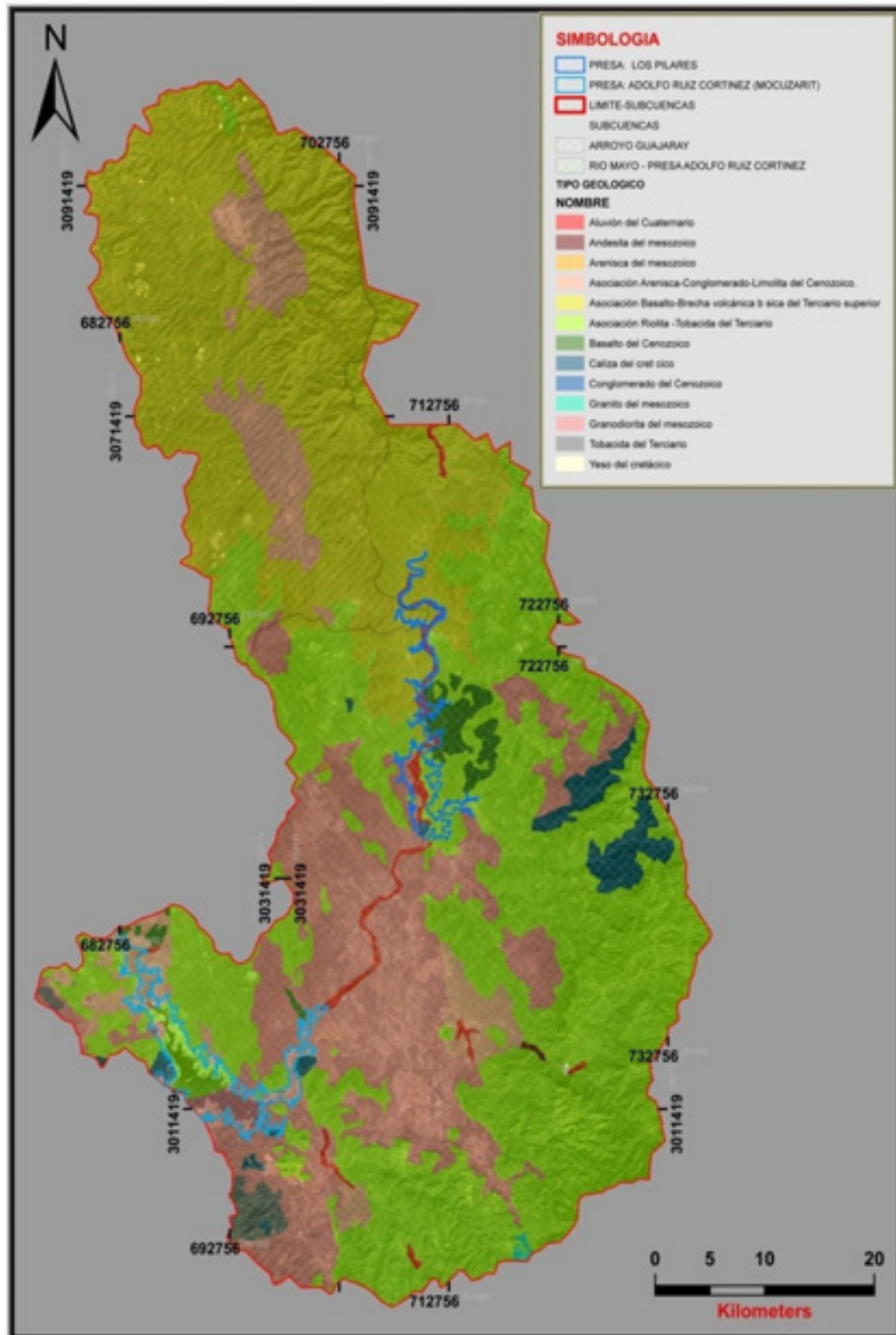


Figura IV.22. Geología del área del proyecto



Esta obra se localiza en las estribaciones SW de la Sierra Madre Occidental de la vertiente del Pacífico, que drena hacia el Golfo de California. En la región predominan rocas metamórficas, eruptivas e intrusivas y sedimentarias, representadas estas por pizarras (complejo Sonobari), granitos, tobas, brechas riolíticas, conglomerado (formación Baucárit) y materiales de aluvión, cuyas edades varían del Cenozoico hasta el reciente. En las partes bajas de los valles se encuentran materiales de aluvión, que algunas veces se encuentran cementados en su parte inferior.

Geología de la boquilla de la presa Adolfo Ruiz Cortines

La boquilla está labrada en un estrechamiento de unos 200 m de altura aproximadamente, estando constituida su margen derecha hasta la elevación 100.00 msnm por granitos compactos y en la parte superficial por pizarras cristalinas de la formación Sonobari. Ambas formaciones están cubiertas por una capa delgada de tierra vegetal y materiales intemperizados

En el cauce del río la formación de granitos está cubierta por un relleno fluvial de gravas y arenas de unos 20° de espesor, como máximo.

La margen izquierda está constituida por la misma pizarra cristalina bastante compacta y se encuentra en discordancia con los granitos que afloran en el cauce del río, lo cual hace suponer que la topografía antigua estaba constituida exclusivamente por pizarras, las cuales fueron intrusionadas por la roca granítica precisamente en la zona del cauce.

En los puertos que cierran el vaso aflora en el de la margen derecha granitos compactos y en la izquierda se tiene una potente capa de granito intemperizado (Tucuruaguay).

Geología del vaso de la presa Adolfo Ruiz Cortines

Queda localizado el vaso hacia aguas arriba de la confluencia del arroyo Quiriego con el río Mayo. Afloran dentro de él las mismas rocas metamórficas (pizarras) y graníticas que forman el fondo del vaso y ambos márgenes del mismo; sobrepuestas sobre estas rocas existen formaciones más recientes como riolitas, tobas riolíticas y conglomerados (Baucárit). Las riolitas y tobas ocupan extensiones muy reducidas y la formación Baucárit cubre extensiones muy amplias.

En el centro del vaso se encontró una serie de manantiales de agua termal (temperatura 60° C) que brotaban de pequeñas fracturas a través del granito, pero que no presentaron ningún problema posterior, por haber quedado ahogados dentro del vaso

La obra se localiza en la zona penesísmica del país, cerca del límite con la zona asísmica. El epicentro más cercano se encuentra a unos 360 km al oriente de la boquilla, en el que se han registrado intensidades del orden de 6.0 a 7.0 según la escala de Richter.



Geología Local

De acuerdo con la Carta Geológica del Consejo de Recursos Minerales G12-B37 (figuras IV.23 y IV.24), el área estudiada en la zona de la boquilla, específicamente el sitio denominado "Los Pilares", se encuentra sobre conglomerados del Terciario Superior (Tms Cgp-Ar) y granodioritas (Ks-Tpa Gd). En el cauce de los arroyos y del río Mayo se presentan "delgados" espesores de aluvión (Qho al), situación que en relación con la litología del macizo rocoso, resulta adecuado con lo encontrado en el levantamiento de campo. Sin embargo, la carta geológica presenta un error para el espolón de la margen izquierda ya que éste está constituido por la unidad conglomerática ya mencionada (Unidad Baucarit).

La litología puntual del sitio "Los Pilares" comprende a rocas ígneas intrusivas (basamento de granodiorita) y volcánicas- sedimentarias (Unidad Baucarit). Esta Unidad está constituida por conglomerados polimícticos (aglomerados sierra madre occidental), los cuales en esta zona presentan intercalaciones de areniscas.

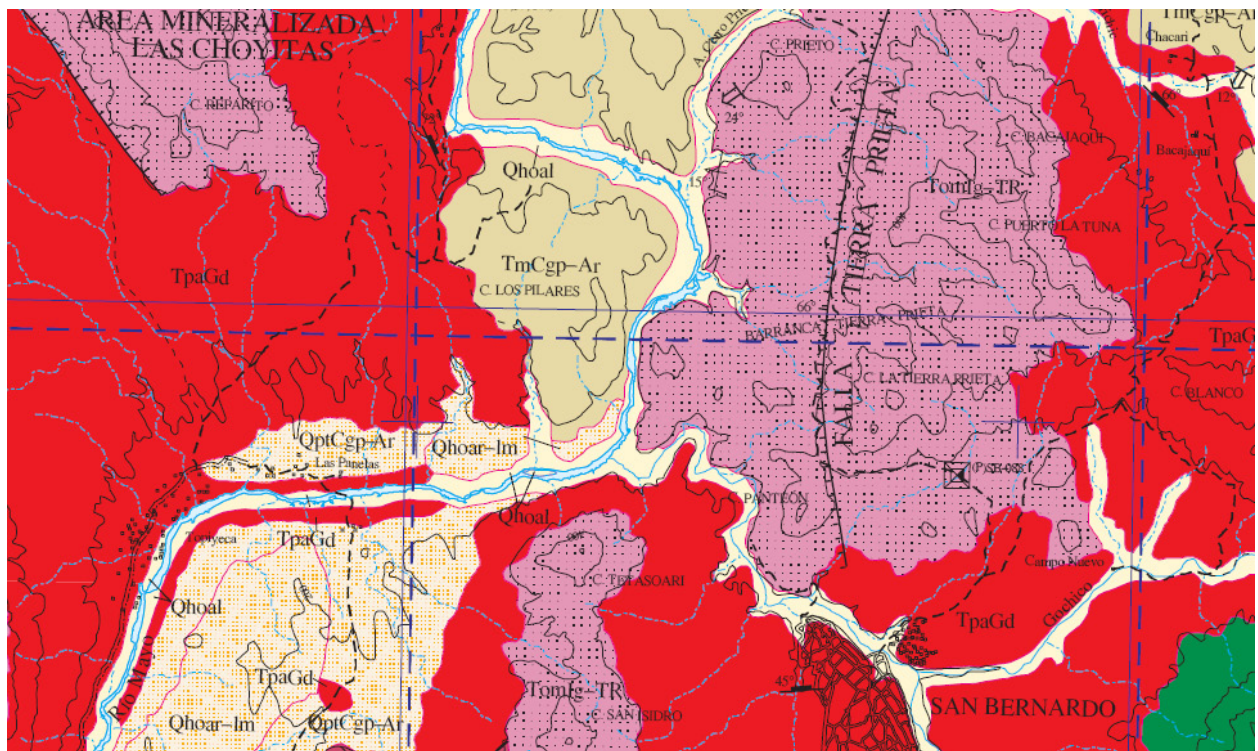


Fig. IV.23. Localización de los sitios de estudio en el plano geológico regional de la carta geológica-minera San Bernardo G12-B37

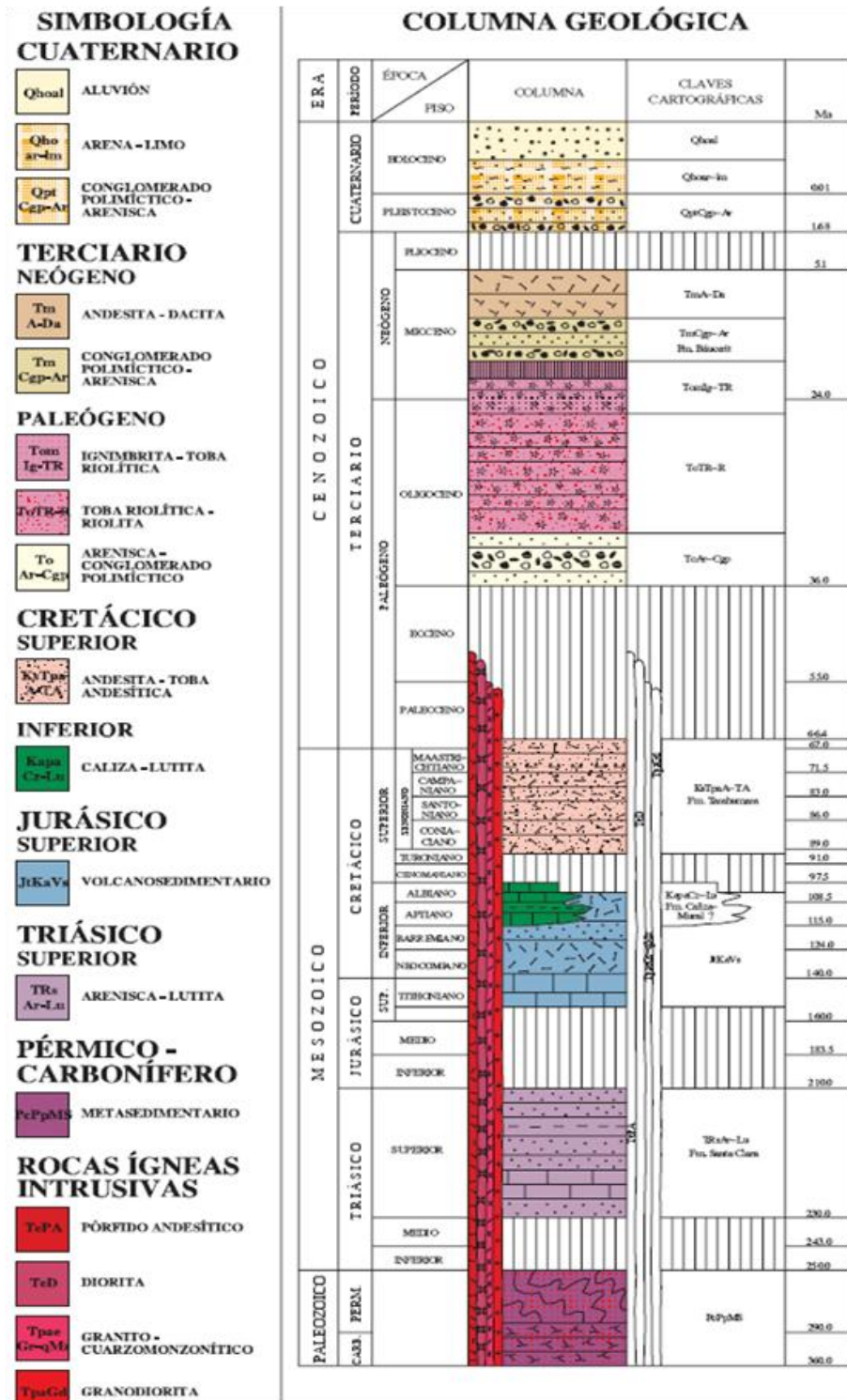


Fig IV.24. Columna estratigráfica regional de la carta geológica-minera Dos Aguas E13-B57



Para evaluar la factibilidad ejecutiva de la obra, se desarrollaron trabajos de geología superficial del sitio consistentes en a) Geología superficial, b) Exploración con dos sondeos con máquina rotaria, c) Estudios Geofísicos, utilizando “Tendidos de Refracción Sísmica” como método indirecto y d) Estudio de Bancos de Materiales para la construcción de la Presa. El resultado de estos estudios está enfocado en (i) la caracterización geológica y geofísica de la zona del cañón donde se localiza la cortina y el sitio del dique, (ii) proponer investigaciones complementarias para conocer a mayor detalle propiedades que puedan o tengan influencia en los métodos y costos constructivos y (iii) estudio de detalle el área donde quedará desplantada la boquilla y la traza donde se contempla la construcción del dique.

Para el desarrollo de los estudios señalados se realizó un levantamiento geológico de la zona. Mediante la utilización de GPS, se censaron más de 100 puntos, siguiendo los contactos litológicos y describiendo las características litológicas y estructurales de la roca y del macizo rocoso siguiendo los lineamientos internacionales. Paralelamente al censo geológico se seleccionaron puntos apropiados para evaluar en forma indirecta la resistencia a la compresión simple, utilizando para ello un martillo de rebote (Schmidt Hammer).

La orientación espacial de las fracturas se midió con una brújula acimutal y en total se tomaron más de 300 datos. La interpretación y discriminación se realizó utilizando diagramas estereográficos y los análisis de densidad polar. Para ello, los datos se agruparon en tres subconjuntos; zona del dique, margen izquierda y margen derecha de la boquilla.

El reconocimiento geológico del área y sus alrededores, puso especial énfasis en las quebradas o escorrentías que nacen en la base de los pilares y descienden por las laderas hasta alcanzar el nivel del río, para verificar su asociación o no a estructuras mayores.

También se tomaron muestras de mano para su detallada descripción litológica y otras para los estudios petrográficos, los cuales se enfocaron en evaluar el % de minerales más duros que el acero, ya que de este parámetro mineralógico depende en un grado la abrasividad y arabilidad del macizo rocoso.

De los resultados de los análisis estereográficos se obtuvieron además los resultados de las características de las discontinuidades tales como: longitud de la traza o área expuesta, forma y aspereza, estado abierto cerrado o sellado. Tipo de relleno y ancho del relleno, así como sus características mineralógicas.

La conjunción y asimilación de los resultados establece la configuración estratigrafía del sitio, el marco geológico de referencia, el modelo geológico del dique y de la boquilla, que junto con la información de la exploración Directa con sondeos de 34m de los tendidos sísmicos posibilitó la interpretación del modelo geológico hasta una profundidad de 35.0 m, así como conocer las propiedades elásticas y dinámicas de los diferentes cuerpos de roca que la componen.

Mediante los resultados de los 22 Tendidos de Refracción Sísmica (TRS), 4 de ellos en el área de la cortina y 18 a lo largo de la traza del dique, se determinó la secuencia estratigráfica del subsuelo mediante la interpretación de la velocidad sónica obtenida en m/s.



La descripción y resultados de los estudios geológicos, petrográficos y de refracción sísmica realizados se incluyen en el Anexo 5 del presente documento.

Estructuras geológicas

La Sierra Madre Occidental abarca la parte oriental de la entidad, está constituida por una gran estructura ígnea orientada noroeste-sureste, presenta gran número de fallas de tipo normal que han formado fosas y pilares tectónicos. Las características estructurales y el depósito casi horizontal de su cubierta ignimbrítica le dan la forma de una extensa meseta. Su flanco occidental, del que se encuentra una parte en Sonora, es más abrupto que el oriental debido al fallamiento que presenta, lo cual originó escarpes.

Para detectar la presencia de mega estructuras asociadas a los rasgos morfológicos del cañón labrado por el río Mayo de posibles estructuras (fallas) que crucen la traza del dique, implicando con ello zonas de debilidad o permeabilidad a través de las cuales el agua del embalse pudiese trasminarse o fugarse, se analizaron las cartas topográficas del INEGI (esc. 1:50,000) e imágenes del Google Earth.

Este análisis se realizó previamente al levantamiento de campo y durante éste, se generó la hipótesis de que algunas de las escorrentías localizadas en el área del dique y en el cañón, podrían estar asociadas a fallas, esto debido a los rasgos morfológicos (disposición paralela de las escorrentías, llamadas localmente como quebradas). Además, como se observa en la carta de COREMI (previamente presentada) existía la hipótesis de la existencia de una mega estructura tectónica, ya que en ella, la litología existente en las márgenes de la boquilla corresponde erróneamente a rocas litológicamente diferentes.

Durante la verificación de campo se detectó que ambas márgenes de la boquilla se encuentran en rocas de La Unidad Baucarit y tentativamente se dedujo que no existe estructura alguna a lo largo del cauce del río. Durante la verificación de campo se recorrieron y observaron los lechos de las quebradas, llegándose a la conclusión de que no están asociados a fallas importantes.

El resultado de este análisis, indica que las escorrentías principales, localizadas en el ámbito del cañón, tienen un rumbo semejante a aquel definido por los sistemas con rumbo NNW-SSE. Estas fracturas verticales o inclinadas tienden a ser erosionadas a través de varios miles de años, y por ende son consecuencia de los efectos del intemperismo y de los procesos erosivos.

También se comprobó que las erosiones pueden llegar a formar cavidades (cuevas de diminutas proporciones) las cuales están asociadas al lavado de las fracturas (óxidos de hierro), y consecuentemente es ahí donde los procesos erosivos tempranamente se manifiestan.

En lo que toca a la formación de “Los Pilares” (Ver memoria fotografica), se constató que ellos a su vez también se deben a los procesos erosivos y que están en todo caso delimitados por planos de fracturas principales y no por fallas importantes que pudiesen a su vez, afectar la traza de la boquilla.



Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de roca y posible actividad volcánica.

La zona no es susceptible de actividad volcánica y no hay evidencia en la región de que esté activo algún proceso. La actividad volcánica más cercana corresponde al Golfo de California donde la actividad sísmica está asociada al sistema que se está desarrollando en el mismo.

Con base en lo reportado por el Servicio Sismológico Nacional (Instituto de Geofísica de la UNAM, 1994), para la República Mexicana, desde 1974 a 1992, el área de estudio puede ser considerada como una zona donde los sismos son raros o desconocidos (asísmica). Aunado a esta información el National Earthquake Information Center Data de la U.S. Geological Survey, publicó las magnitudes de sismos registrados entre las Latitudes 34°-26° N y Longitudes 114°-106° W, las cuales abarcan el Golfo de California y el Estado de Sonora. De esta información se observa que los sismos ocurridos con mayor proximidad al área de estudio son de magnitudes del orden de 3 y 4 en la escala de Richter, donde en los últimos 10 años el Servicio Sismológico Nacional, registra para la región sur del Estado la cantidad de 3 sismos mayores a 6 en la escala de Richter y una cantidad mayor, de valor menor a 6 de la misma escala.

De acuerdo con datos del Servicio Geológico de Estados Unidos en un radio de 100 km del proyecto solo se han presentado dos sismos, uno de 3.6 en el año 2007 y otro de 4.2 en el 2011, los reportes y planos de la localización se presentan en la Figura IV.25.

NEIC: Earthquake Search Results

U. S. GEOLOGICAL SURVEY EARTHQUAKE DATA BASE

```
FILE CREATED: Thu Jan 12 20:19:19 2012
Circle Search Earthquakes= 2
Circle Center Point Latitude: 27.000N Longitude: 108.000W
Radius: 100.000 km
Catalog Used: PDE
Date Range: 1975/01/01 to 2012/01/01
Magnitude Range: 3.0 - 8.0
Data Selection: Historical & Preliminary Data
```

CAT	YEAR	MO	DA	ORIG TIME	LAT	LONG	DEP	MAGNITUDE	IEM NFO TF	DTSVNWG	DIST Km
PDE	2007	09	07	085906.01	26.73	-108.09	10	3.6 mbGS	30
PDE-W	2011	08	01	040159.80	26.97	-107.61	10	4.2 MDUNH	38



Circular Search
Center Point Latitude: 27 Longitude: -108
Radius: 100 km (0.899928 degrees)
Magnitude Range: 3 to 8
Date Range: 1975 1 1 to 2012 1 1
Number of Earthquakes: 2

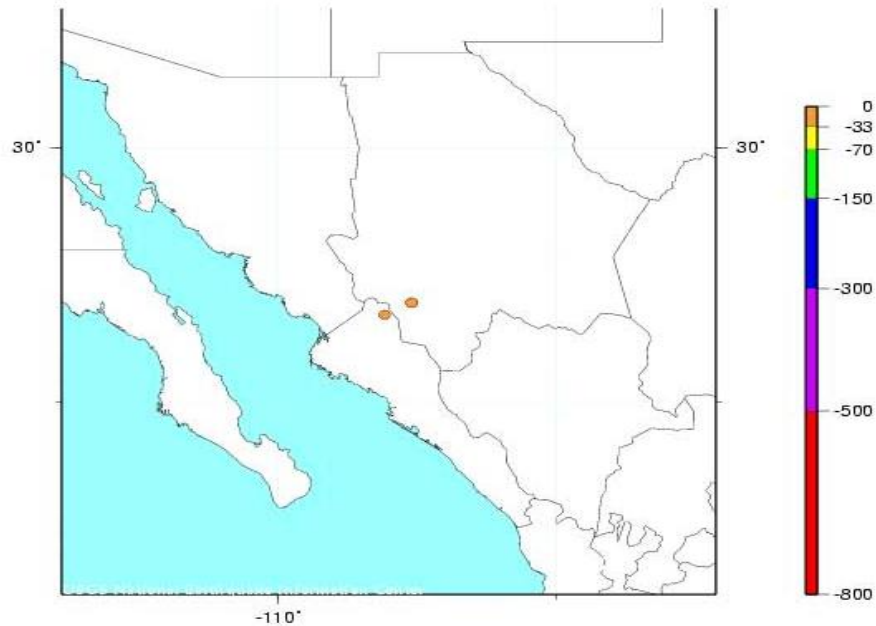


Figura IV. 25 Localización de sismos de magnitud entre 3-5 en la escala Richter, ocurridos en los últimos años, en un radio de 100 km cercanos al área de estudio.

Cabe mencionar que el Sistema Sismológico Nacional en su cartografía de regionalización sísmica de la República Mexicana, ubica el área de estudio dentro de la Zona B, la cual es una zona intermedia donde se registran sismos de baja frecuencia.

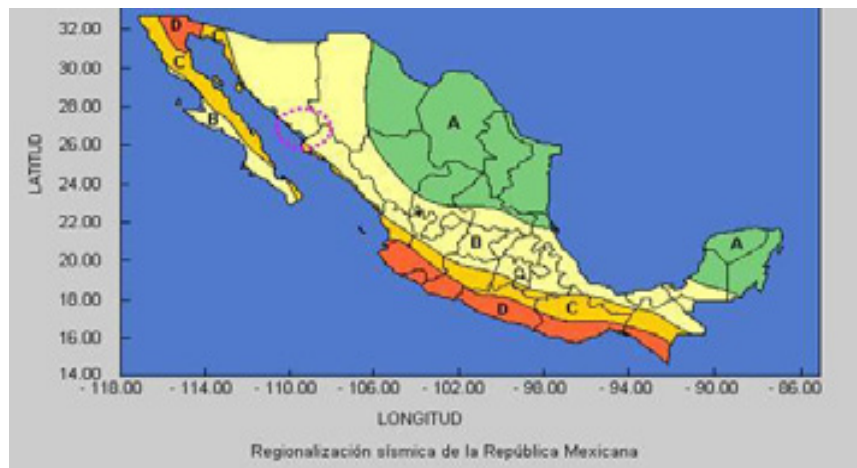


Figura IV.26 Ubicación del proyecto en la regionalización sísmica B



Por otra parte, el proyecto se ubica en una zona donde, en caso de sismos se esperaría una aceleración máxima del suelo entre 0.4 y 0.8 m/s^2 , de acuerdo a la Figura IV.27:

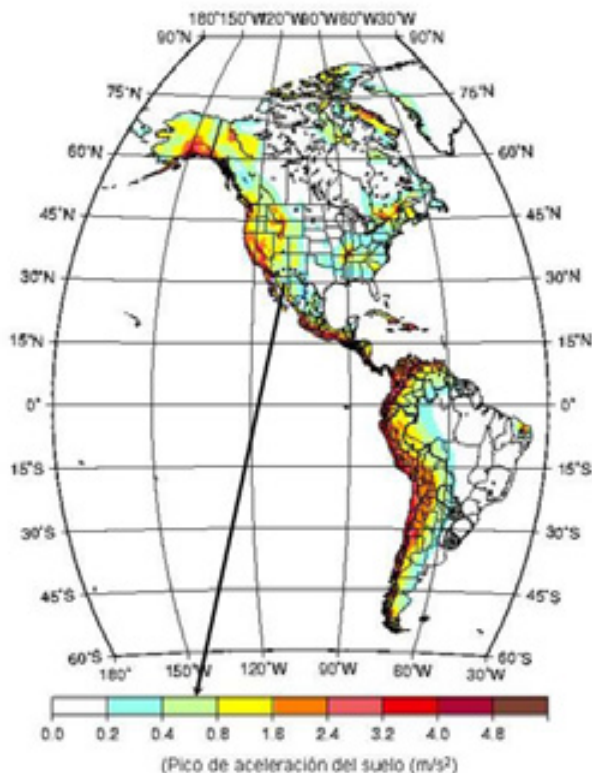


Figura IV. 27 Aceleración máxima del suelo. La región donde se ubica el Proyecto corresponde a la zona verde que representa el rango entre 0.4 y 0.8 m/s^2 de aceleración máxima.

En el estado de Sonora se han registrado leves y algunos casi imperceptibles sismos con epicentro en las profundidades del mar de Cortés o golfo de California, frente al puerto de Guaymas, algunos de estos se han sentido el 20 de noviembre de 1977, 10 de febrero de 1984, 5 de septiembre de 1986, 2, 3 y 11 de octubre de 1992. El 7 y 8 de octubre de 1993 se registraron movimientos terrestres en los municipios de Granados y Huásabas que pusieron en alerta a la población. Entre junio y julio del 2001 se registraron algunos sismos en Granados, descartándose que hayan sido causados por la falla de Bavispe.

De acuerdo con datos del Servicio Geológico de Estados Unidos, el día viernes 23 de febrero del 2007 se presentaron tres sismos; el primero de ellos de una magnitud de 4.3 grados en la escala de Richter y los otros dos de 4.7 grados, con epicentro junto a la costa del estado de Baja California Sur. El siguiente día 24 de febrero, a las 18:18 horas, pudo registrarse otro sismo con una magnitud también de 4.7 grados Richter, y el día 25 ocurrieron otros dos temblores más: a las 08:00 horas y a las 08:03 con magnitud de 5.3 y 5.1 grados en la escala de Richter, de manera respectiva.



Los movimientos telúricos se percibieron levemente en la región del sur de Sonora, cuyo proyecto correspondiente al presente documento se encuentra a más de 100 km de las costas sonorenses.

En el 2009 hubo unos tres o cuatro movimientos que la gente ha sentido y cientos más sólo perceptibles por los pocos aparatos sismógrafos que existen. Uno de los últimos el lunes 3 de agosto con cuatro sismos, el primero a las 10:55 de la mañana, con una magnitud de 5.8 grados en escala de Richter, a una profundidad de 10.3 kilómetros y con epicentro a 104 kilómetros al Oeste-Noroeste de Bahía de Kino; el segundo a las 10:59, que fue el más fuerte, con 6.9 grados, alarmando a los habitantes del poblado Miguel Alemán, Bahía de Kino, a los indígenas seris de Punta Chueca y El Desemboque, y a los de Puerto Libertad, sintiéndose menos en Puerto Peñasco; el tercero a las 11:33 horas con 5 grados; y el último a las 11:40 con 5.9 grados.

Durante el 2010 ha habido una serie de temblores en las Ciudades de Mexicali y Tijuana B, C. que han tenido fuertes repercusiones en el Estado de Sonora, principalmente en la zona limítrofe, sobre todo en San Luis Rio Colorado, el más grande de ellos se presentó el día 4 de abril a las 3.40 pm registrándose un sismo de 7.2 grados en la escala Richter con 10 réplicas en Baja California y San Luis Rio Colorado entre los 3.5 y 5.4 grados en la escala de Richter. El 14 de Junio del 2010 en la cercanías a la Cd. de Mexicali se registro un temblor de 5.7 grados en la escala de Richter con fuertes repercusiones en la zona de San Luis Rio Colorado, Sonora, registrándose hasta las 0:00 horas del día 15 de Junio del 2010 un total de 30 réplicas entre los 3 y 5 grados en la escala de Richter.

IV.2.1.c. Suelos

La caracterización edafológica del área se llevó a cabo mediante el análisis de la carta edafológica La Paz, escala 1:1,000,000 editada por el INEGI y la verificación de campo para preparar la presente descripción y el plano de suelos que constituye el arreglo temático de suelos.

Composición del suelo (clasificación de FAO/UNESCO)

En el proyecto coinciden asociaciones de suelos. El terreno presenta una fase química concrecionaria, con clase textural media, de acuerdo a INEGI (1994). La asociación es regosol éútrico asociado a un suelo secundario de regosol calcárico y litosol, con fase textural media (Re+Rc+l/2). En el terreno también se presenta una fase química concrecionaria. Finalmente, al extremo oeste, el suelo presenta la asociación Bc+Lc+Re/2. Aquí, el suelo principal es cambisol crómico, con suelo secundario luvisol crómico y regosol éútrico en tercer lugar y fase textural media. Ver Fig. IV.28.

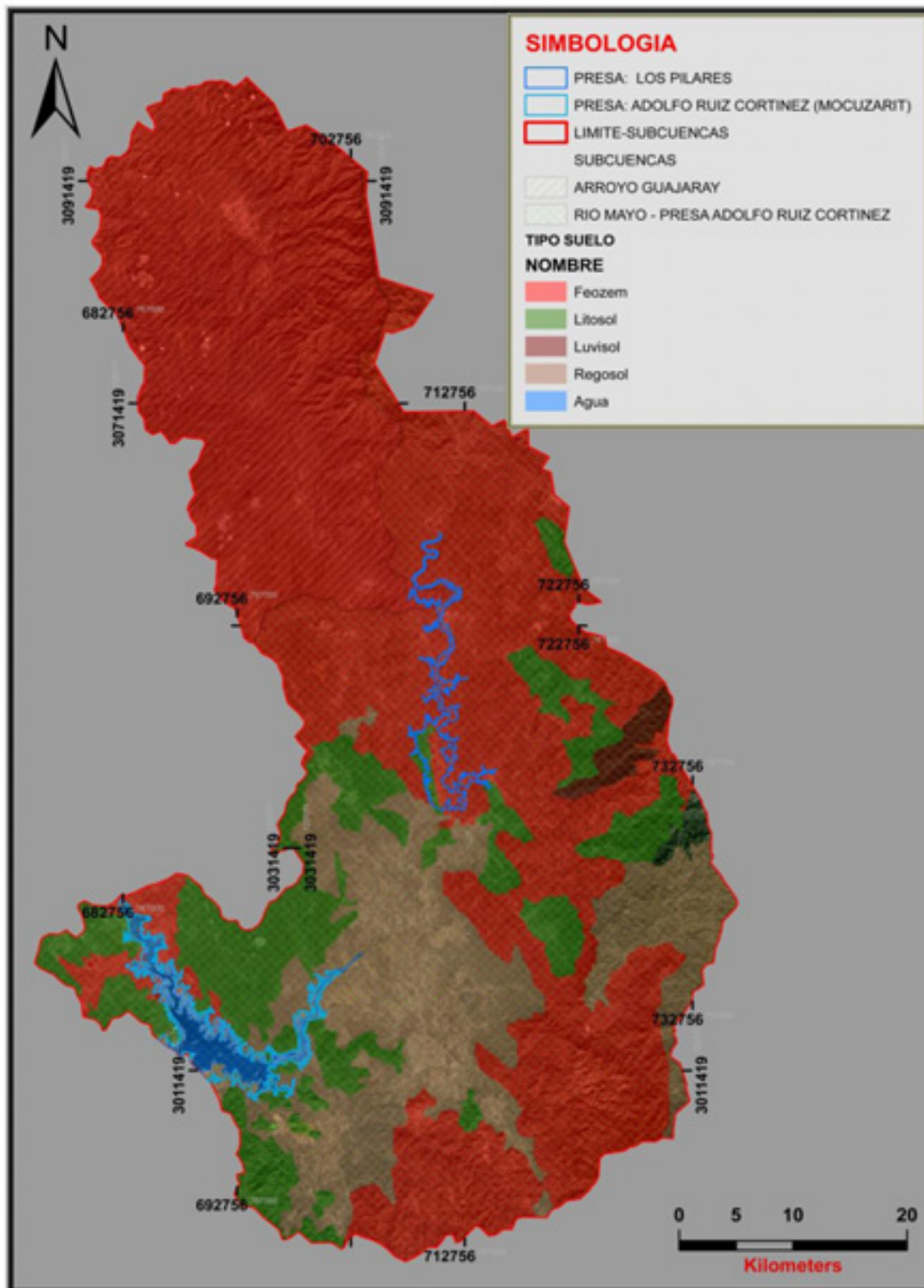


Figura IV.28 Suelos presentes en el sitio del proyecto.



Grado de erosión y estabilidad edafológica

La erosión del suelo está en función del grado de remoción de la cubierta vegetal, la pendiente y las actividades que sobre el terreno se desarrollan. Este tramo del terreno está expuesto a la erosión hídrica por arrastre en los periodos de lluvia y eólica por las tolvaneras y vientos locales, que ocurren en el periodo de secas; en la localidad de Osobampo los pobladores comentaron que si el periodo de secas coincide con un ciclo que no se sembró, se generan polvaredas que afectan las actividades diarias. En la revisión de campo del sitio, se observó que la mayor parte de los terrenos desmontados están desocupados y abandonados, por tanto están expuestos a la erosión.

En cuanto a erosión eólica la región es de vulnerabilidad baja a moderada según la misma fuente. La erosión del suelo se ha estimado mediante la variación espacial de la erosión en el país a través del cálculo de la relación entre la producción de sedimentos y el área de drenaje de sus diferentes subregiones hidrológicas (Martínez y Fernández, 1983). De esta manera, la zona de estudio se incluye en la subregión que se caracteriza por una degradación moderada con una producción media anual de 3-4 ton/ha de sedimentos.

IV.2.1.d Hidrología superficial y subterránea.

Hidrología superficial.

El área donde se desarrollará el Proyecto se ubica en la región Hidrológica **No. 9** (Sonora Sur), Cuenca **A** (Río Mayo). La cuenca del río Mayo Esta cuenca según Dunbier tiene sus límites en una línea que siguiendo las montañas que sirven de parteaguas separan el valle del Río Yaqui y su divisoria del norte y, por el sur limita en su divisoria de aguas con el Río Fuerte. (García Zamacona, en www.conabio.gob.mx)

El Río Mayo es la corriente principal de la Cuenca tiene su origen en la Sierra Madre Occidental en Chihuahua y en sus inicios, sigue su curso al poniente con el nombre de río Conchero, que cambia al de Moris al tomar rumbo sur. Recibe al río Candameña por su margen izquierda a una elevación de 700 m. A partir de esta confluencia el río Moris toma el nombre de río Mayo y discurre con rumbo suroeste; en este tramo las aportaciones importantes provienen del arroyo Colorado por la margen izquierda, y del río Babanori por la margen derecha cambia su rumbo al sur.

La confluencia del río Babanori ocurre a una elevación de aproximadamente 380 m, donde el río Mayo cambia su curso en dirección Sur, cuando entra a territorio sonorenses hasta llegar a la Presa "Adolfo Ruiz Cortines" (Mocuzarit), pasando por la estación hidrométrica San Bernardo, hasta descargar en el embalse de la presa "Adolfo Ruiz Cortines". Después de la presa, el río toma una dirección hacia el oeste desde donde cambia su curso hacia el Suroeste, recorre en total 294 km antes de desembocar en el Golfo de California (CNA, 2002).

La Fig. IV.29. muestra la hidrología a nivel subcuenca de la zona del proyecto.



La Cuenca del Río Mayo es una región ganadera con especializaciones productivas por zonas fisiográficas. En la zona de lomerío de la misma, al norte de Navojoa se ha construido una serie de bordos sobre ríos intermitentes, cuya finalidad principal es el uso pecuario, además de irrigar pequeñas áreas de cultivo y evitar inundaciones en la planicie costera; sobresalen por su capacidad: El verano, La biznaga, Chuculibampo, La Laborcita, Palo Escrito, El Obispo y Cábara.

Características principales de La Cuenca **A** (Río Mayo):

- Área de escurrimiento (en km²): 12,286
- Precipitación media anual en la cuenca (mm): 517
- Coeficiente de escurrimiento (%): 14.1
- Vol. de escurrimiento anual (Mm³) : 861

La Comisión Nacional del Agua tiene en operación 17 estaciones hidrométricas, distribuidas en los principales arroyos y canales de riego. Las estaciones más cercanas al área del proyecto se han mencionado en el apartado correspondiente a Clima de este mismo documento.

Hidrología local

Se recopiló el registro histórico de escurrimientos de la estación hidrométrica 09067 “San Bernardo” y de las extracciones realizadas por la obra de toma de la presa Adolfo Ruiz Cortines, obtenidos por el Sistema de Información de Aguas Superficiales (SIAS) proporcionado por la CONAGUA y por la dirección del distrito de riego.

Se cuenta con registros de las extracciones realizadas a la Presa Ruiz Cortines para el periodo 1955 a 2009, la información se presenta organizada por ciclos de cultivos, los cuales comprenden del mes de octubre al mes de septiembre de cada año. En la tabla N° 1 se presenta dicha información, la cual fue proporcionada por la Jefatura del Distrito de Riego, señalándose con color rojo los ciclos en los cuales la demanda de riego no fue satisfecha. Del total de los 54 ciclos considerados, en 20 de ellos (37%), no se logró satisfacer la demanda de agua del distrito, lo cual plantea un gran reto para lograr un embalse que permita mejorar sustancialmente esta situación. Los compromisos de riego superan con mucho la demanda media que podría satisfacer este embalse.

Con el propósito de sensibilizarnos sobre las características de la demanda se realizó un estudio estadístico de la información, considerando la totalidad de la información, los resultados de los parámetros obtenidos nos indican un valor medio de la demanda por ciclo igual a 808.4 millones de metros cúbicos, con un valor mínimo de 216.0 millones de metros cúbicos y un valor máximo de 1,546.8 millones de metros cúbicos. El rango de variación de la demanda en el periodo registrado alcanza un valor de 1,330.7 millones de cúbicos. Lo cual denota una falta muy grande sobre el control del escurrimiento. Si atendemos a los valores obtenidos para los parámetros cuartiles, podemos observar que en el 50% de los ciclos de riego, los valores de la demanda ha variado entre 643.8 millones de metros cúbicos (1er cuartil) y 985.0 millones de metros cúbicos (3er cuartil), es decir, 25% de los valores demandados han sido inferiores a los 643.5 millones de metros cúbicos y 25% han sido superiores a los 985.0 millones de metros cúbicos. En la figura IV.30 se presenta el histograma de la extracción anual obtenido, agrupando la extracción en intervalos de 50 millones de metros cúbicos.

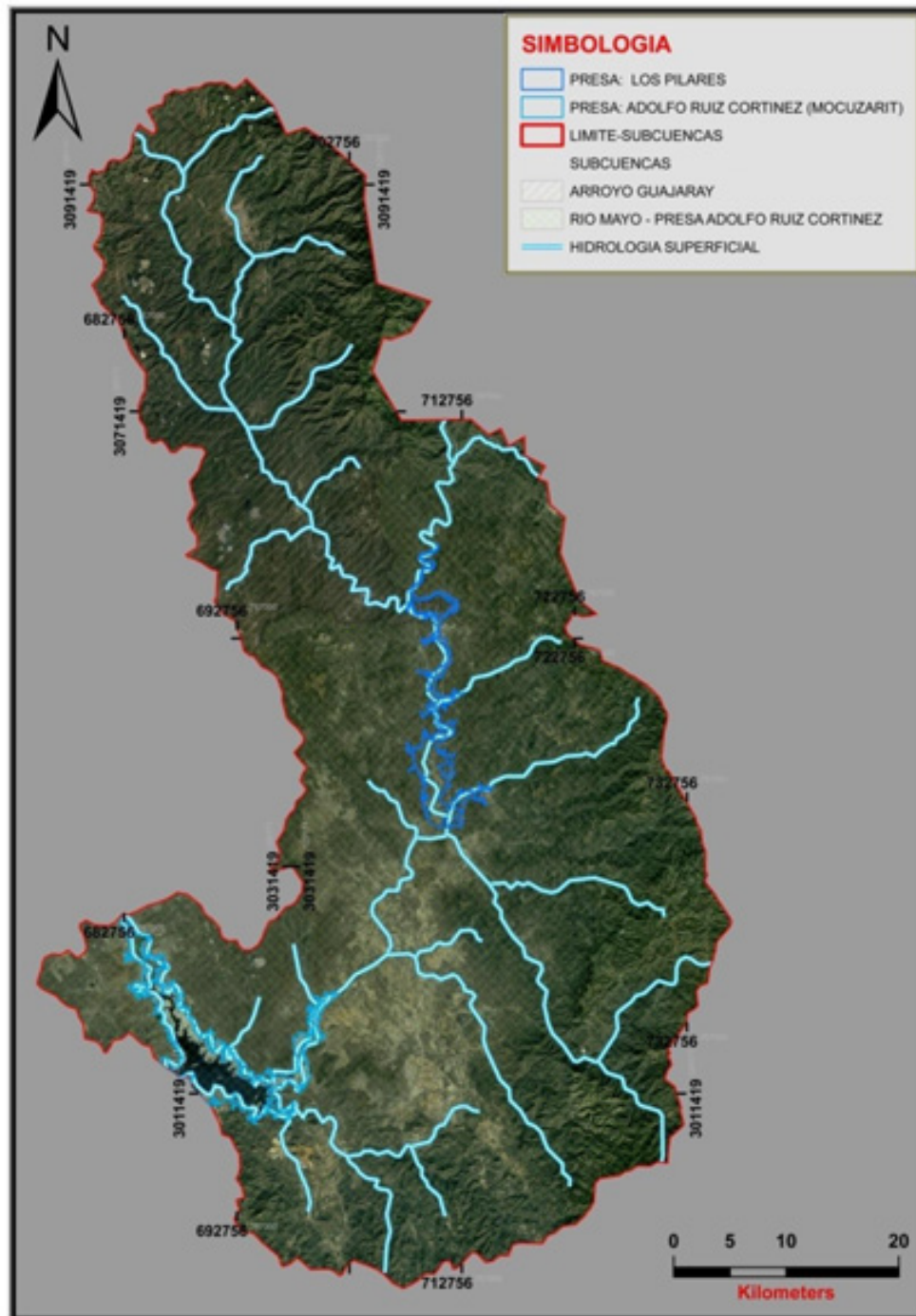


Figura IV.29 Hidrología superficial del proyecto.

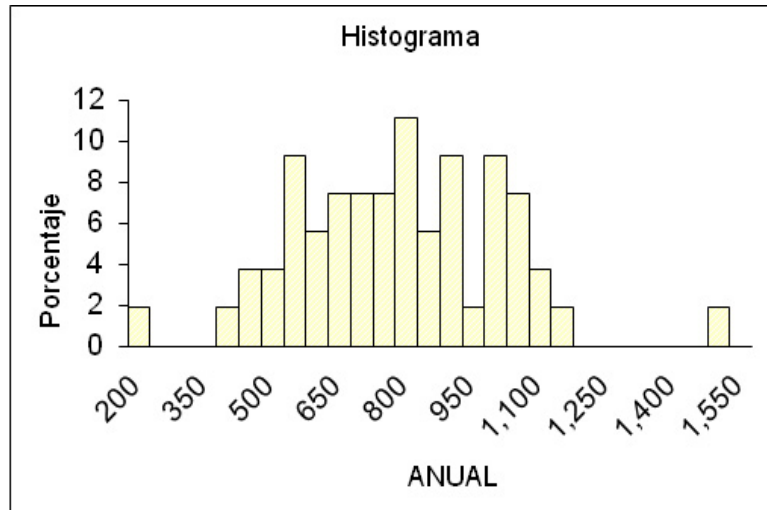


Figura IV. 30. Histograma de extracciones anuales de la presa Ruiz Cortines.

Puede verse claramente que las demandas (extracciones) se concentran en un intervalo que va de los 400 millones de metros cúbicos a los 1,200 millones de metros cúbicos, con una alta concentración de valores alrededor de los 800 millones de metros cúbicos, quedando los valores de extracción de 216.0 y 1,546.8 millones de metros cúbicos, como valores extraordinarios fuera del contexto de la muestra.

Para dimensionar el embalse de la presa Los Pilares, realizaremos la simulación de la operación de su embalse bajo diferentes políticas de demanda de riego, inicialmente consideraremos las descritas anteriormente, las cuales han sido integradas en la tabla IV.14. bajo el nombre de “Demandas propuestas a la Presa Los Pilares”. El conjunto de demandas así planteado varía de los 808.4 millones de metros cúbicos anuales hasta los 999.0 millones de metros cúbicos.

Tabla IV.14. Políticas de demanda de riego posibles para la presa Los Pilares.

Proyecto Río Mayo
Demandas propuestas a la presa Los Pilares
millones de metros cúbicos

Demanda Promedio	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
Extracciones a la presa	42.264	95.598	81.366	89.490	98.853	113.553	56.616	50.284	54.181	45.477	45.062	35.665	808.410
Demanda sin segundos cultivos	34.021	90.737	88.855	110.836	122.345	152.814	75.828	36.900	37.605	26.078	63.965	22.954	862.937
Demandas satisfechas	57.847	113.530	86.600	92.383	119.221	149.214	70.405	51.634	57.398	50.022	56.130	41.469	945.852
Demandas + segundos cultivos	62.529	116.877	87.552	93.226	124.910	154.858	74.311	56.162	61.142	56.681	63.965	46.809	999.021

A partir de la información topográfica obtenida se identificaron las curvas de nivel que originan el vaso de almacenamiento del sitio Los Pilares, estas curvas están proporcionadas a cada 20 m de elevación y van de la 180 a la 240 msnm. La figura IV.31. muestra la carta topográfica



escala 1:50,000 correspondiente al sitio Los Pilares, en dicha figura se observa la superficie de afectación en función de la elevación de la curva de nivel seleccionada para formar el embalse de la presa (ver también plano del embalse en el Anexo 3.).

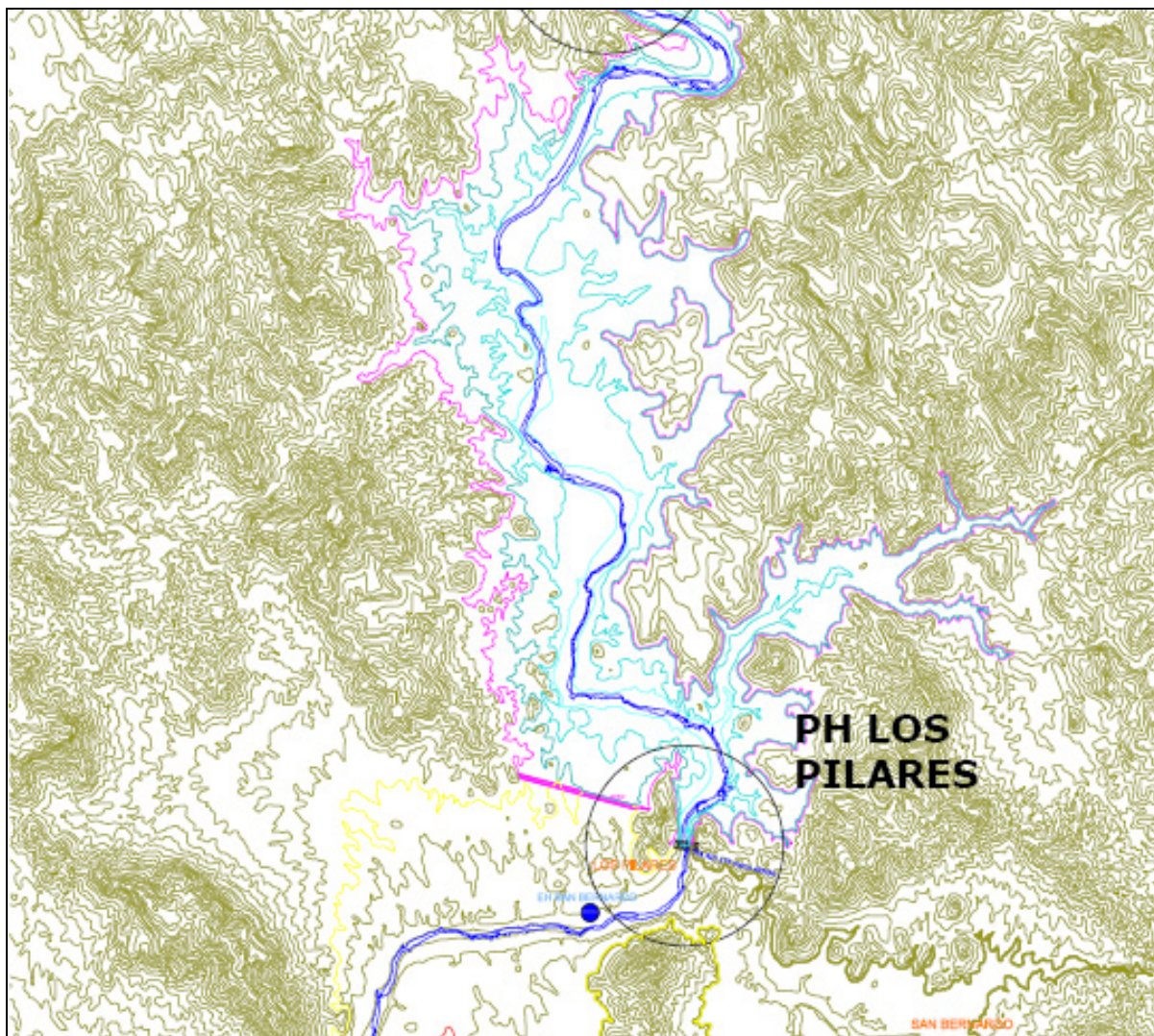


Figura IV.31. Embalse de la presa Los Pilares en función de la altura de cortina.

La curva elevaciones-capacidades del vaso de almacenamiento que formaría la presa Los Pilares se obtuvo a partir de las superficies formadas por cada curva de nivel y la diferencia de elevación entre cada una de ellas. El embalse tendría un desplante en la elevación 165.00 msnm y un nivel máximo de agua en la elevación 232.00 msnm. Los valores de áreas y volúmenes correspondientes al rango de elevaciones mencionados con sus alturas de presa se presentan a continuación, sus correspondientes curvas elevaciones-áreas-capacidades.



Tabla IV.15. Características del embalse en el sitio Los Pilares.

ELEVACION (m)	AREA km ²	ALTURA DE CORTINA m	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO Mm ³
165	0	0	0
180	1.53	15.00	11.49
200	7.66	35.00	103.47
220	19.99	55.00	380.00
240	30.41	75.00	884.09

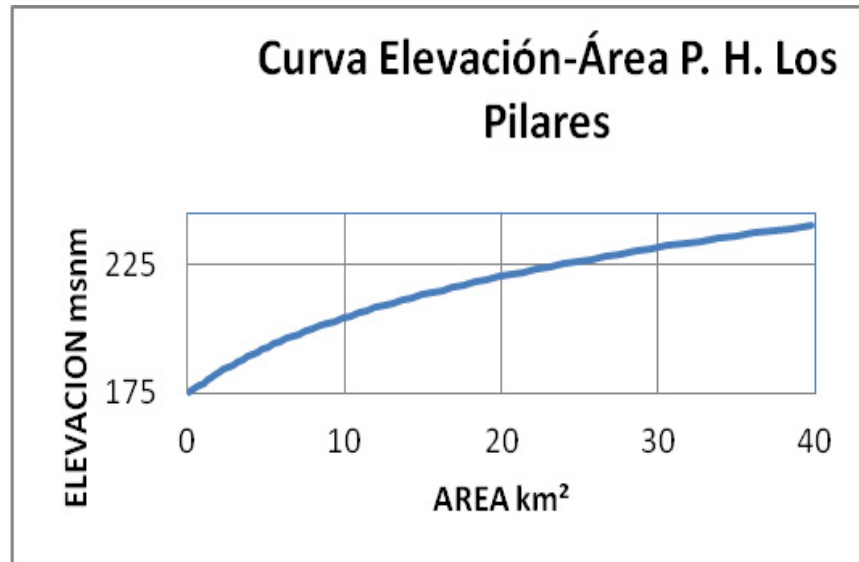


Figura IV.32. Comportamiento de la curva elevaciones áreas del sitio Los Pilares.

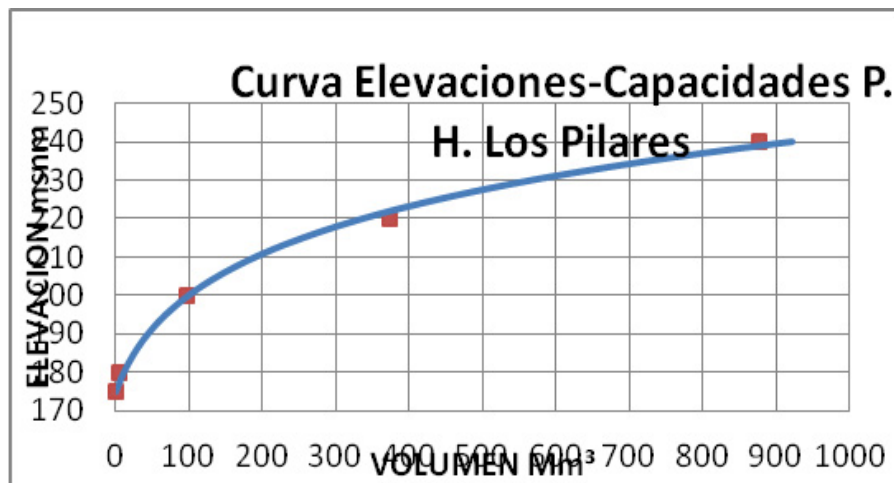


Figura IV.33. Comportamiento de la curva elevaciones capacidades del sitio Los Pilares.

A continuación se presentan una relación de la imagen satelital de la superficie de afectación para diferentes alturas de presa en el sitio de la presa Los Pilares.



Figura IV.34. Imagen satelital que muestra la superficie a inundar para una cortina de 15 m de altura.



Figura IV.35. Imagen satelital que muestra la superficie a inundar para una cortina de 35 m de altura.



Figura IV.36. Imagen satelital que muestra la superficie a inundar para una cortina de 55 m de altura.



Figura IV.37. Imagen satelital que muestra la superficie a inundar para una cortina de 75 m de altura.

El Anexo 5 muestra con detalle los estudios hidrológicos que sustentan el presente apartado.



Dimensionamiento del embalse Los Pilares

Condiciones por simular

El dimensionamiento del embalse Los Pilares se realizó en función de los resultados de la simulación de su operación y de los beneficios que la misma ofrece sobre la operación de la presa Adolfo Ruiz Cortines. Como ya hemos mencionado, el objetivo de la presa Los Pilares es la regulación del escurrimiento y el control de las avenidas, en beneficio de la satisfacción de los planes de riego del Distrito de Riego 038 y de la disminución de inundaciones por las descargas de la presa Mocúzari. Las simulaciones se realizaron bajo las dos condiciones siguientes:

- I. La primera de ellas la denominaremos “Condiciones actuales”, y considera la operación de la presa Adolfo Ruiz Cortines de forma aislada, sin la presencia del embalse de Los Pilares, con dos políticas de extracción:
 - i. La inicial, considerando la política denominada “Extracciones históricas a la Presa”
 - ii. La segunda política propone la denominada “Demandas Satisfechas”
- II. En la segunda condición, denominada “Condiciones Futuras”, se considera la operación del sistema de presas Los Pilares – Adolfo Ruiz Cortines, con tres diferentes demandas,
 - i. La primera suponiendo la política “Demandas Satisfechas”
 - ii. La segunda y tercera, considerando la política “Demandas satisfechas + segundos cultivos” con dos valores de demanda anual, 1,000 Mm³ y 1,025 Mm³.

Para las simulaciones se ha considerado el periodo de registro que va de 1980 a 2005, para el cual se tienen todas las variables para el funcionamiento. Debe mencionarse que al simular la operación de los embalses nos hemos encontrado con un periodo de escurrimientos extremadamente seco, el cual comprende los años de 1988 con 444 Mm³, 1957 con 452.6 Mm³, 2001 con 424.1 Mm³, 2002 con 424 Mm³ y 2003 con un volumen de 532 Mm³.

Estos hechos se reflejan en las diferentes simulaciones realizadas como déficits en la satisfacción de la demanda, provocando índices por alrededor del 5%, considerado como satisfactorio.

En todos los casos los déficits presentados corresponden a estos años; para el resto del periodo, los déficits en la demanda son iguales a cero, lo que nos indica que las políticas de extracción son adecuadas para los escurrimientos normales comprendidos por arriba del 1^{er} cuartil de valores medios anuales (del orden de 600Mm³), pero no lo son para valores de escurrimiento menores, para los cuales deberán aplicarse otros criterios de riego.



Resultados de las simulaciones

Para el caso de la opción “Condiciones Actuales”, como entradas al embalse del Mocúzari se consideraron los escurrimientos del río Mayo en la estación San Bernardo, a los cuales se agregaron los escurrimientos por cuenca propia deducidos del registro de operación del embalse obtenido por la Comisión Nacional del Agua. Los resultados obtenidos con estas demandas al simular la operación del embalse en condiciones actuales se incluyen en la tabla siguiente:

Tabla IV.16. Condiciones actuales de la presa Adolfo Ruiz Cortines

Concepto	Unidad	Extracciones Históricas NAMO 140 msnm	Demandas Satisfechas NAMO 140 msnm
Demanda anual propuesta	Mm ³	808.00	965.00
Extracción media mensual	Mm ³	69.66	74.01
Deficiencias en la demanda	%	4.8	10.9
Elevación media en el vaso	msnm	131.57	128.27
Elevación mediana en el vaso	msnm	133.56	131.30
Elevación más frecuente	msnm	138.20	138.20
Derrames medios anual	Mm ³	129.77	93.41
Derrame medio mensual	Mm ³	10.81	7.78
Potencia media	MW	12.24	12.51
Generación media	GWh	108.94	111.20

Puede observarse en los resultados anteriores que el aumento en la demanda trae consigo un mayor porcentaje de déficit y una disminución en el volumen medio derramado, aunque sigue siendo muy importante su valor. El propósito de estas simulaciones es el de establecer una base de comparación con los resultados de las simulaciones considerando el sistema de presas Los Pilares – Adolfo Ruiz Cortines para evaluar la ventaja de construir la presa Los Pilares.

II. Para el caso de las simulaciones con la política “Demandas Satisfechas”, las entradas de agua al sistema fueron los escurrimientos en la estación San Bernardo para la presa Los Pilares y las salidas de agua de esta presa, adicionada de los escurrimientos deducidos por la cuenca propia, para la presa Adolfo Ruiz Cortines.

Las demandas de agua para cada una de las dos presas es distinta; para la presa Los Pilares se analizaron diferentes políticas de extracciones, buscando una que permitiera regularizar, al menos en parte, el escurrimiento errático del río Mayo, los valores de extracción mensual de agua finalmente considerados. Para el caso de la presa Adolfo Ruiz Cortines se establecieron como demandas de agua para riego, las denominadas en la tabla IV.17. como “Demandas Satisfechas”. En esta política de demanda queda incluida la correspondiente a Extracciones Históricas, utilizada para simular la operación aislada de la presa Mocúzari.



Tabla IV.17. Demandas de la presa Los Pilares.

Mes	Volumen Mm ³
Octubre	120
Noviembre	100
Diciembre	80
Enero	100
Febrero	65
Marzo	70
Abril	20
Mayo	10
Junio	10
Julio	60
Agosto	120
Septiembre	120
Suma	875

Todas las simulaciones del sistema de presas se relacionaron con las elevaciones 220, 225,230 y 235 msnm, consideradas como posibles elevaciones de NAMO para la presa Los Pilares. Los resultados de la simulación del sistema bajo las condiciones expuestas se presentan en la tabla siguiente.

Tabla IV.18 Condiciones de Operación en la Presa Los Pilares

Concepto	Unidad	Elevación del Namó en Presa Los Pilares msnm			
		220.00	225.00	230.00	235.00
Demanda anual propuesta	Mm ³	875.00	875.00	875.00	875.00
Extracción media mensual	Mm ³	75.32	76.46	77.17	76.91
Deficiencias en la demanda	%	21.1	14.8	12.2	10.08
Elevación media en el vaso	msnm	202.22	206.92	211.73	217.25
Elevación mediana en el vaso	msnm	205.15	210.97	215.46	223.04
Elevación más frecuente	msnm	217.60	22.30	227.00	231.70
Derrames medios anual	Mm ³	109.57	92.87	81.02	83.22
Derrame medio mensual	Mm ³	9.13	7.74	6.75	6.93
Potencia instalable	MW	30.00	35.00	40.00	45.00
Potencia media en el periodo	MW	10.38	11.72	13.05	14.44
Generación media	GWh	98.95	109.17	119.97	130.49



Puede observarse, en el caso de la presa Los Pilares, que a medida que el nivel del NAMO se eleva, el control sobre los escurrimientos aumenta, lo cual era de esperar. Este nivel queda limitado por características topográficas y sobre todo por el grado de afectaciones a poblaciones y propiedades.

Si se considera como nivel de NAMO, el correspondiente a la cota 232.00 msnm y se analiza la regulación que este embalse ofrece de los escurrimientos naturales del río Mayo, se observa que es capaz de regular los escurrimientos máximos, presentados durante los meses de julio a octubre, a valores muy por debajo de los registrados, distribuyendo el volumen escurrido en otros meses, permitiendo obtener una salida preestablecida, uniforme y disminuyendo los derrames. Lo anterior puede observarse en la figura IV.38, en la cual se indican las entradas al embalse, (escurrimientos naturales del río Mayo) y las salidas representadas por las extracciones más los derrames.

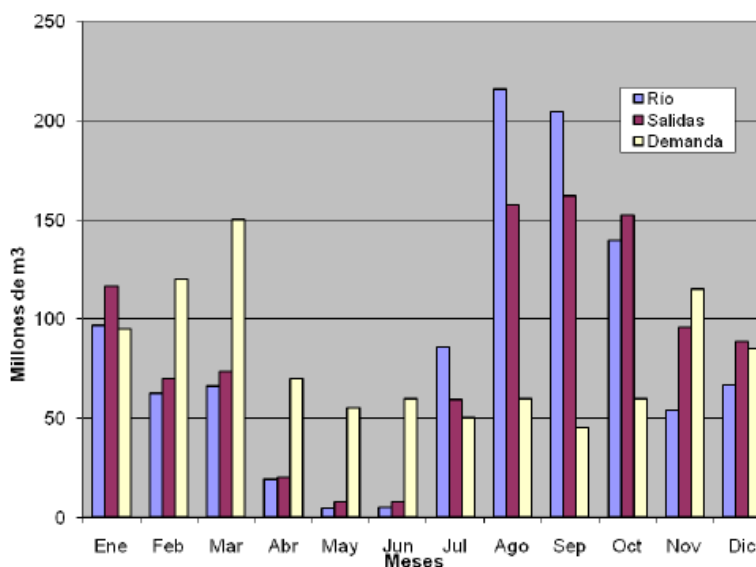


Figura IV.38. Comparación entre entradas y salidas de la presa Los Pilares vs demandas en Moczuri.

Observando ahora los resultados obtenidos en la presa Adolfo Ruiz Cortines, puede concluirse que una vez controlados de alguna manera los escurrimientos en la presa Los Pilares, prácticamente se obtienen los mismos resultados con cualquier nivel de NAMO en la presa Los Pilares, es decir no hay ganancias muy significativas en el comportamiento del embalse, si bien si puede verse que la extracción media mensual aumenta para niveles más altos del NAMO, disminuyendo el derrame medio anual y el medio mensual. No existen cambios importantes en los niveles alcanzados en el embalse ni en los porcentajes de deficiencias obtenidos.

Considerando los resultados obtenidos al simular el comportamiento del embalse de la presa Los Pilares, bajo políticas de demanda supuestas (elaborados en base a las extracciones históricas), y proponiendo niveles de aguas máximas ordinarias (NAMO), desde la elevación 220 hasta la elevación 235, podemos afirmar que la presa Los Pilares tiene un efecto muy favorable en el control de derrames y que en conjunto con el embalse de la presa Adolfo Ruiz



Cortines, permitirán disminuir en gran medida y efectos, los derrames hacia las zonas aguas abajo.

Además se presenta un mejor control de los escurrimientos que se traduce en la posibilidad de sustentar políticas de extracciones para riego con volúmenes medios anuales muy superiores a los 800 Mm³, que se han mencionado como necesarios para garantizar un plan de riego, siendo posible el considerar demandas adicionales para segundos cultivos.

Tabla IV.19. Sistema de embalses Los Pilares – Adolfo Ruiz Cortines. Simulación de la operación.

Concepto	Unidad	A.R.C Aislada NAMO 140.00	Los Pilares - A.Ruiz Cortines	
			Los Pilares NAMO 235.00	A.R.C. NAMO 140.00
Demanda anual propuesta	Mm ³	808.00	875.00	965.00
Extracción media mensual	Mm ³	69.66	76.91	79.06
Deficiencias en la demanda	%	4.8	10.08	8.5
Elevación media en el vaso	msnm	131.57	217.25	129.2
Elevación mediana en el vaso	msnm	133.56	223.04	133.58
Elevación más frecuente	msnm	138.20	231.70	138.2
Derrames medios anual	Mm ³	129.77	83.22	49.79
Derrame medio mensual	Mm ³	10.81	6.93	4.15

Debe insistirse que las políticas de demanda de agua para riego, empleadas para las simulaciones, si bien no corresponden a una política real de riegos, si representan a muchas de las realmente aplicadas permitiendo demostrar las bondades de agregar un control adicional a los escurrimientos del río Mayo por medio del embalse de la presa Los Pilares. Es precisamente este último argumento el que nos permite seleccionar y recomendar como elevación de NAMO para esta presa la elevación 232.00, para el cual se tienen las mayores mejoras en los diferentes índices utilizados.

Embalses y cuerpos de agua cercanos.

Existen dos presas en la Cuenca, una en Chihuahua denominada “Abraham González” y otra en Sonora denominada “Adolfo Ruiz Cortines” o Mocúzarit. La presa “Adolfo Ruiz Cortines”, es el cuerpo de agua más cercano al sitio del proyecto, es la tercera presa en importancia para el estado de Sonora. La presa tiene una capacidad de almacenamiento de 1,386 hm³. Con el agua que almacena se abastece del vital líquido al Distrito de Riego No. 38, Río Mayo, este Distrito comprende parcialmente los municipios de Etchojoa y Navojoa, en él el agua se aprovecha para usos agrícola, pecuario, servicios y uso público urbano.



El área de embalse proyectado de la presa Pilares es de 2,760 ha y se estima que conjuntamente con la presa Mocuzarit se podría asegurar la demanda insatisfecha para la siembra de segundos cultivos en el distrito No.38. El agua de esta presa se aprovecharía también en un futuro para generar energía eléctrica secundaria para la Ciudad de Álamos mediante una planta con capacidad instalada de 9600 KW.

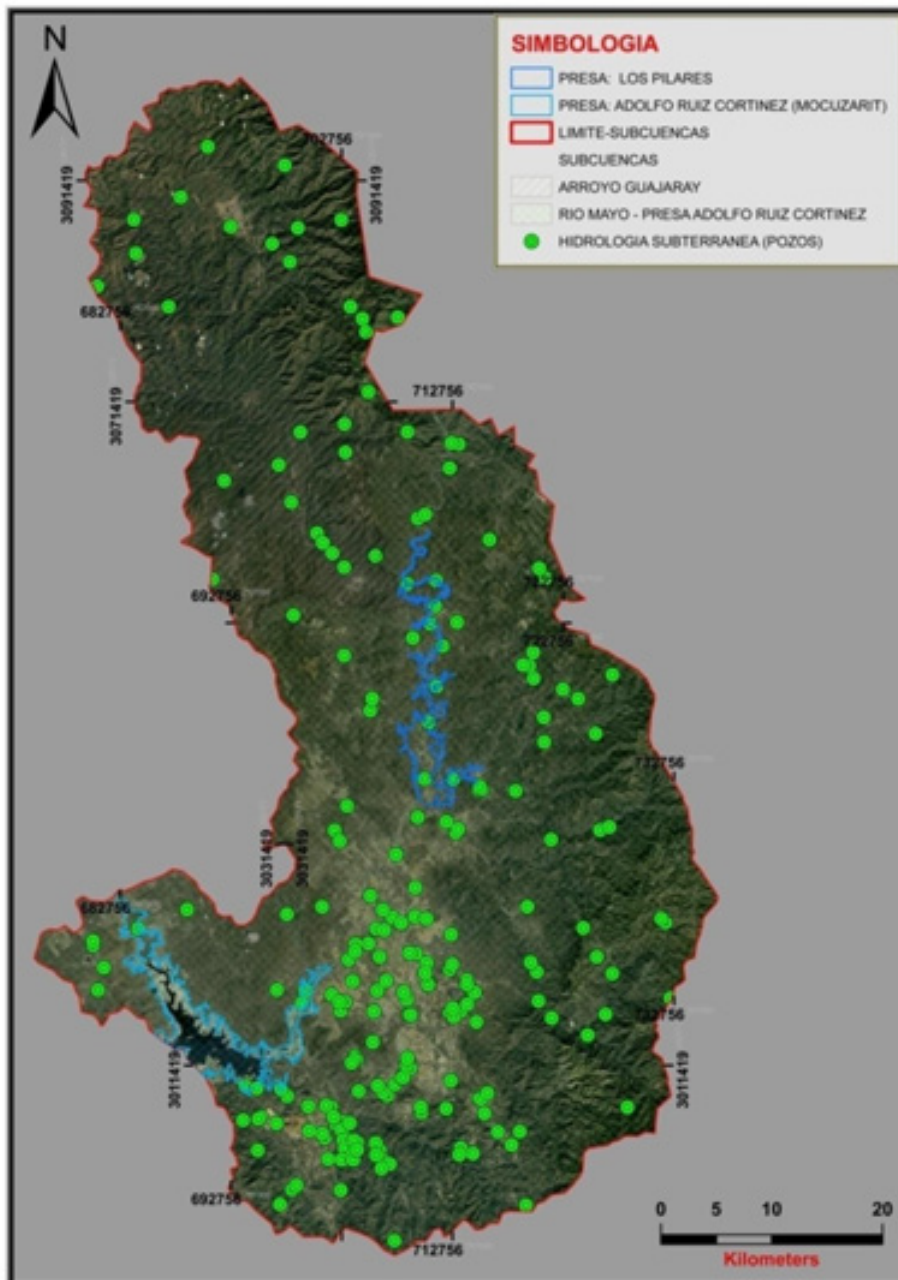


Figura IV.39 Hidrología subterránea del proyecto.



IV.2.2 Aspectos bióticos.

IV.2.2.a Vegetación.

Metodología:

El estudio de la vegetación terrestre en el área de proyecto se realizó en dos fechas distintas, una en junio del 2010 y la otra en julio del 2011 habiéndose muestreado el 3% de la superficie total del embalse, obteniendo datos para el procesamiento y cumplimiento de los términos de referencia específicos de la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector hidráulico, modalidad regional. El trabajo de campo fue prospectivo, sistemático a detalle y de simple observación de aspectos relevantes. Las características revisadas de flora y vegetación se detallan más adelante.

Los tipos de vegetación presentes en el área de estudio fueron identificados con base en la consulta bibliográfica apropiada para la región, como son la clasificación de varios autores en los que se incluyen: Gentry (1942), Rzedowski (1966, 1978, 1981), Rzedowski, J. y Reyna-Trujillo (1990), COTECOCA (1974), Brown (1982), Diario Oficial de la Federación (1996), Martínez (1987), Ackerman et al. (1991), Martin et al. (1998) y la cartografía disponible de INEGI relativa a la temática “Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 clave G12-3, llamada Ciudad Obregón” (INEGI, 1985). A nivel local se empleó el manejo de Ortofotos digitales Escala 1:20,000 clave G12b46byc (INEGI,1994) y la verificación de campo. Se presenta una breve descripción de los tipos vegetativos presentes en el área de influencia para comprender el arreglo florístico. Con especial atención para la descripción general de la vegetación existente, fue realizada la verificación en campo para comprobar la coincidencia de tales arreglos. La descripción del apartado se presenta de lo general (nivel macro) hacia lo particular.

Para obtener el inventario florístico del lugar se realizaron recorridos para incluir aquellas especies de escasa ocurrencia y que probablemente no fueron contabilizadas en los muestreos sistemáticos. El inventario se enriqueció durante la medición de parámetros poblacionales, permitiendo corroborar la información obtenida, así como reforzar la nomenclatura científica cuando se localizaban individuos con mejores estructuras de identificación taxonómica. La identificación de las especies vegetales se realizó en campo, utilizando como material de apoyo la bibliografía indicada para los tipos vegetativos ya citados y por la comparación de formas vegetales con mejores estructuras en sitios del área de influencia del proyecto. El nombre común, en algunas ocasiones, fue proporcionado por los lugareños, principalmente pobladores de las comunidades de influencia, San Bernardo, Piedras Verdes y de la ciudad de Álamos, así como del listado de las Especies Mexicanas de Martínez (1987).

El arreglo de la información incluye el nombre de la familia taxonómica, nombre científico y común para cada una de las especies. Se destaca el arreglo taxonómico de las especies por familia, evidenciando las más representativas en el lugar, asociándolas al tipo de vegetación del área y proporción de parentesco entre las especies.

Para la descripción del perfil vertical de la flora presente en el proyecto, se determinó para cada especie la forma de vida y se empleó la estratificación vertical de Rzedowsky (1978), donde las



formas involucradas son: arbórea, arbustiva, herbácea, cactus y lianas o trepadoras y rastreras o musgos. Se registró el número de especies por estrato y se distribuyeron en porcentaje respecto del total para conocer las proporciones de las formas de vida presentes.

El reconocimiento de los parámetros poblacionales fue realizado para el área de proyecto y zona circundante, donde los recursos bióticos no han sido modificados substancialmente, y tomando en cuenta las áreas que serán afectadas directamente por la ejecución del proyecto. Para lo anterior, se realizó un muestreo cuantitativo de las diferentes asociaciones vegetales presentes en el área de proyecto, utilizando cuadrantes de 0.25 ha cada uno.

Los puntos fueron localizados con un GPS modelo Garmin, utilizando el Datum NAD27 en campo y ubicados en cartografía para su registro y apoyo al diseño del plano temático de vegetación. Los resultados fueron valores de densidad, dominancia y frecuencia total y relativas para determinar el valor de importancia, que consiste en la relevancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra (Müller-Dumbois & Ellenberg, 1974; Franco, 1991).

Derivado del inventario florístico total del sitio, se comparó con la Norma Oficial NOM-059-ECOL-2010 que determina las especies y subespecies de la flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas y raras, así como las sujetas a protección especial, para dar cumplimiento al apartado de especies enlistadas en la Norma, de acuerdo a los términos de referencia.

Así mismo, se identificaron los usos de las especies de acuerdo con información de lugareños y se complementó con el trabajo local de López (1988). Finalmente, para describir el estado de conservación de la flora en el proyecto.

Los sitios de muestreo (predios dentro del vaso de la presa pilares proyectada) y los atributos principales obtenidos se muestran a continuación:

Tabla IV.20 Sitios de muestreo de flora

No de predio	Superficie (ha)	No. De organismos muestreados	Valor de importancia de las especies	Biomasa en volumen /ha (m ³ RTA)	Volumen biomasa del predio (m ³ RTA)	Poste m ³ rta	Leña m ³ rta	Rollo m ³ rta	No Aprov m ³ rta
PREDIO 1	112-10-56.2481	3454	75.21	2.61	292.34	37.96	88.72	16.4	149.26
PREDIO 2	51-95-33.7318	1531	42.76	0.53	27.50	6.68	5.2	5.57	10.06
PREDIO 3	4-02-96.7604	110	13.00	3.60	14.51	0.81	0	0	13.7
PREDIO 4	37-14-37.06	680	4.24	1.38	51.22	7.26	4.39	4.79	34.78
PREDIO 5	00-40-96.8177	117	9.01	1.93	0.79	0	0.22	0	0.57
PREDIO 6	49-65-78.726	1911	61.11	2.50	124.18	22.18	7.28	6.65	88.06
PREDIO 7	27-61-37.936	1134	36.61	1.99	54.81	9.94	20.3	3.31	21.26
PREDIO 8	13-90-64.808	364	17.40	4.43	61.65	2.55	6.72	3.71	48.67



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

PREDIO 9	1-26-44.425	260	16.11	5.13	6.48	0.13	0.85	0.38	5.12
PREDIO 10	40-32-70.105	1439	45.16	2.98	120.68	14.45	29.1	4.07	72.92
PREDIO 11	19-04-10.692	550	24.96	3.66	69.66	4.92	8.57	4.13	52.05
PREDIO 12	56-52-13.277	1605	48.65	1.09	61.51	11.97	17.62	10.64	21.28
PREDIO 13	00-38-46.001	1605	48.65	1.09	0.42	0.08	0.12	0.07	0.14
PREDIO 14	20-88-54.087	665	23.31	2.78	58.06	9.55	5.22	5.4	37.89
PREDIO 15	57-11-72.718	1721	45.93	3.71	212.10	51.22	56.17	0	104.71
PREDIO 16	6-27-47.541	343	22.41	3.10	19.45	0.63	5.33	5.02	8.47
PREDIO 17	46-16-50.164	1549	38.40	3.36	155.27	53.52	43.24	2.19	56.32
PREDIO 18	11-60-61.852	438	17.29	2.50	29.02	3.92	17.26	0.29	7.54
PREDIO 19	44-59-81.689	1636	48.85	2.70	120.41	43.48	28.51	1.59	46.83
PREDIO 20	00-17-58.856	300	17.51	4.38	0.77	0.21	0.20		0.36
PREDIO 21	00-38-73.951	300	17.51	4.38	1.69	0.46	0.44		0.79
PREDIO 22	6-72-44.271	300	17.51	4.38	29.42	8.07	7.56		13.79
PREDIO 23	115-77-85.829	3921	78.62	3.35	387.68	79.12	100.17	8.77	199.63
PREDIO 24	1-25-21.923	923	29.86	4.08	5.10	0.64	1.45	0.05	2.97
PREDIO 25	14-37-41.013	663	27.33	1.89	27.19	4.43		0.24	22.52
PREDIO 26	120-92-56.983	3796	70.98	0.54	64.73	16.54	8.71	23.12	16.36
PREDIO 27	6-77-91.335	305	12.06	2.58	17.46	2.54	7.80	1.69	5.42
PREDIO 28	03-57-03.821	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 29	00-47-52.947	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 30	00-20-80.623	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 31	00-02-96.364	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 32	00-03-32.574	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 33	03-12-35-88.827	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 34	01-58-10.081	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 35	00-34-63.132	688	21.69	1.28	0.44	0.12	0.25	0.07	0.01
PREDIO 36	21-32-55.531	688	21.69	1.28	27.37	7.11	15.64	4.27	0.36
PREDIO 37	00-51-79.783	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 38	3-51-50.521	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 39	6-83-13.032	118	13.64	0.53	3.59	0.51	1.71	1.37	
PREDIO 40	11-64-00.345	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 41	1-81-14.111	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 42	00-85-03.715	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 43	32-32-37.506	868	31.47	1.60	3.84	0.24	1.98	0.15	1.47
PREDIO 44	1-67-74.296	848	30.25	1.56	2.64	0.18	1.40	0.11	0.95
PREDIO 45	18-22-99.993	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 46	2-39-87.512	54	6.91	3.45	8.28	0.84	0.24	7.20	
PREDIO 47	20-80-05.461	498	17.94	0.29	6.07	3.29	0.69	1.39	0.69
PREDIO 48	00-48-68.460	198	17.94	0.29	0.14	0.08	0.02	0.03	0.02
PREDIO 49	2-74-37.580	201	13.82	0.80	2.19	0.27	0.82	1.10	
PREDIO 50	00-62-26.876	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 51	2-90-55.169	130	8.50	1.65	4.79	0.15	3.78		0.87



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

PREDIO 52	00-42-47.351	122	8.10	1.65	0.70	0.02	0.55		0.13
PREDIO 53	5-86-20.686	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 54	1-01-37.597	408	12.32	1.00	1.01	0.22	0.66		0.14
PREDIO 55	00-63-17.983	408	12.32	1.00	0.63	0.14	0.41		0.08
PREDIO 56	00-89-50.78	408	12.32	1.00	0.90	0.19	0.58		0.12
PREDIO 57	5-87-14.164	408	12.32	1.00	5.87	1.27	3.82		0.78
PREDIO 58	00-36-46.485	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 59	13-56-48.714	421	17.34	1.35	18.31	3.22	10.00	1.02	4.07
PREDIO 60	00-64-99.115	182	18.80	0.45	0.29	0.10	0.19		
PREDIO 61	1-78-78.675	51	7.10	0.50	0.89				
PREDIO 62	32-50-59.680	734	19.44	1.19	38.80				
PREDIO 63	18-74-49.948	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 64	3-65-13.790	41	5.73	0.85	3.10				
PREDIO 65	19-23-21.124	755	26.21	1.53	29.33				
PREDIO 66	19-66-92.862	640	23.53	1.48	29.18				
PREDIO 67	6-02-37.209	222	12.57	0.35	2.11				
PREDIO 68	1-53-38.977	199	11.57	0.66	1.02				
PREDIO 69	3-15-77.060	194	11.35	0.01	0.04				
PREDIO 70	4-42-02.335	62	7.64	0.55	2.43				
PREDIO 71	12-23-56.720	450	19.41	1.30	15.91				
PREDIO 72	7-95-84.939	247	13.74	1.33	10.13				
PREDIO 73	5-73-82.983	186	15.07	2.20	12.62				
PREDIO 74	7-74-35.942	139	13.54	1.35	10.45				
PREDIO 75	12-17-32.332	468	22.88	2.13	25.97				
PREDIO 76	8-27-02.722	198	17.00	0.97	7.99				
PREDIO 77	17-46-16.492	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 78	10-68-59.140	251	16.39	0.60	6.41				
PREDIO 79	2-52-16.670	108	12.80	17.85	45.01				
PREDIO 80	00-33-78.191	108	12.80	17.85	6.03	0	0	0	6.03
PREDIO 81	1-22-77.610	119	13.90	0.12	0.15	0	0.12	0.02	0
PREDIO 82	00-59-50.270	119	13.90	1.20	0.71	0	0.6	0.12	0
PREDIO 83	21-58-93.016	1011	23.00	0.71	15.42	4.01	7.71	3.08	0.62
PREDIO 84	27-01-36.787	557	17.83	0.79	21.42	12.35	9.07	0	0
PREDIO 85	16-79-52.244	1020	33.94	1.92	32.25	18.14	4.03	10.08	0
PREDIO 86	10-64-48.028	405	15.13	1.07	11.35	2.48	7.81	1.06	0
PREDIO 87	15-25-61.652	666	20.63	1.81	27.61	3.51	12.51	1.83	9.76
PREDIO 88	14-40-76.437	1242	36.38	0.97	13.98	1.01	10.66	2.31	0
PREDIO 89	47-39-28.800	1341	38.12	1.25	59.24	8.69	22.43	5.06	23.06
PREDIO 90	27-20-57.398	627	22.47	1.11	30.14	2.72	14.15	0.27	13
PREDIO 91	1-70-33.175	257	15.55	0.85	1.45	0.09	0.4	0	0.97
PREDIO 92	67-31-00.213	2629	59.62	1.86	125.32	13.62	41.83	13.46	56.41
PREDIO 93	00-86-17.644	2629	59.62	1.86	1.60	0.17	0.54	0.17	0.72
PREDIO 94	00-39-99.520	2608	59.21	1.79	0.72	0.08	0.24	0.08	0.32
PREDIO 95	1-19-08.370	2608	59.21	1.79	2.13	0.23	0.72	0.24	0.94
PREDIO 96	18-85-17.362	468	17.65	1.63	30.73	3.77	11.31	3.39	12.25
PREDIO 97	34-96-48.336	779	25.25	0.39	13.51	7.15	1.91	0.95	3.5
PREDIO 98	28-96-23.501	781	32.50	1.71	49.60	2.35	36.38	1.45	9.41
PREDIO 99	45-67-38.791	1116	31.15	0.95	43.54	3.65	15.53	16.14	8.22



PREDIO 100	26-72-68.817	975	33.12	1.31	35.08	1.34	18.37	10.02	5.35
PREDIO 101	00-19-95.705	387	16.87	1.32	0.26	0.01	0.18	0.08	0
PREDIO 102	5-09-22.295	350	16.08	0.53	2.67	1.02	0.13	0	1.53
PREDIO 103	71-17-83.110	2743	65.17	0.51	36.40	8.25	5.82	5.18	17.15
PREDIO 104	22-80-13.929	460	15.08	0.84	19.22	1.79	3.42	2.93	11.07
PREDIO 105	12-34-26.917	341	13.55	0.85	10.49	2.62	5.71	2.16	0
PREDIO 106	8-02-45.010	235	17.19	1.60	12.84	0	6.42	6.42	0
PREDIO 107	8-99-65.749	287	17.00	0.93	8.32	0	2.92	1.8	3.6
PREDIO 108	19-11-47.547	873	29.41	1.43	27.40	15.93	5.42	1.91	4.14
PREDIO 109	13-20-60.986	782	32.35	1.53	20.14	5.94	4.62	9.57	0
PREDIO 110	11-24-90.567	399	23.05	1.13	12.66	3.8	4.64	3.94	0.28
PREDIO 111	49-88-81.176	1405	27.37	0.74	36.92	17.13	4.16	9.31	6.32
PREDIO 112	20-80-15.150	1268	31.39	0.97	20.21	6.54	1.49	4.46	7.73
PREDIO 113	00-89-19.652	590	29.05	0.20	0.18	0	0.04	0.04	0.09
PREDIO 114	35-49-68.769	594	16.90	0.63	22.27	2.26	5.16	11.62	3.23
PREDIO 115	92-68-55.232	2543	54.72	1.05	97.00	7.83	13.74	38.99	36.43
PREDIO 116	22-54-25.628	1069	37.66	0.25	5.64	0.16	1.29	0	4.19
PREDIO 117	134-82-52.127	5551	83.96	0.64	86.53	28.26	9.15	9.31	39.81
PREDIO 118	69-34-59.532	PREDIO GUARIJIO	0	0	0				
PREDIO 119	00-20-40.174	433	17.03	1.20	0.24	0.08	0	0.01	0.15
PREDIO 120	00-01-88.411	433	17.03	1.20	0.02	0.01	0	0	0.01
PREDIO 121	00-70-12.918	444	17.42	1.33	0.93	0.33	0	0.12	0.49
PREDIO 122	3-82-20.040	86	6.58	0.95	3.63	0	0.96	2.29	0.38
PREDIO 123	12-23-35.316	517	16.58	0.88	10.81	2.65	2.45	2.04	3.67
PREDIO 124	38-39-44.08	1430	31.09	0.75	28.96	2.4	2.24	8	16.32
PREDIO 125	00-80-98.075	1430	31.09	0.75	0.61	0.05	0.05	0.17	0.34
PREDIO 126	1-04-19.9045	668	18.09	0.45	0.47	0.02	0.07	0.09	0.28
PREDIO 127	00-29-11.252	641	17.49	0.42	0.12	0.01	0.02	0.02	0.07

Tipos de vegetación en el área:

El proyecto está ubicado en el municipio de Alamos, conocido como una región donde está la confluencia de los reinos florísticos Holártico y el Neotropical según Rzedowski (1981), así como al Reino Neotropical, a la Región Caribeña y Provincia Florística Costa Pacífica (Rzedowski, 1978) que otorga al sitio una notable diversidad de especies florísticas.

Según estudios realizados por la CONABIO, el proyecto se ubica dentro de la División Florística de Sierra Madre Occidental (Rzedowski, J. y Reyna-Trujillo, 1990), región que comparte afinidades geográficas de la flora de diferentes regiones del país, en los coeficientes de similitud establecidos entre estas floras, en las áreas de distribución general de las plantas vasculares del territorio y en la concentración de endemismos existentes en la región.

La Fig. IV.40. muestra la distribución de los diferentes tipos de vegetación en la zona del proyecto.

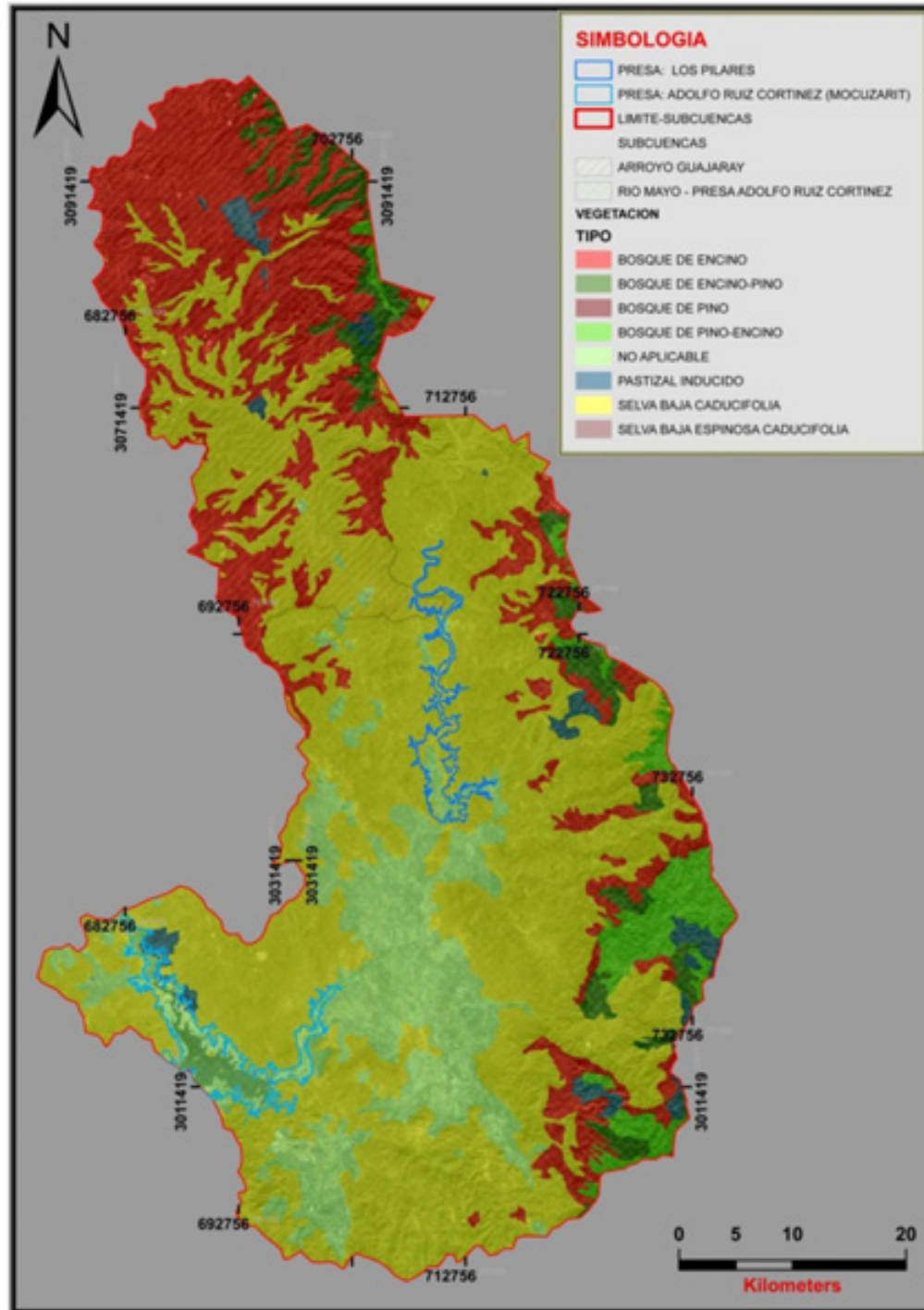


Figura IV. 40 Tipos de vegetación y uso del suelo en el área del proyecto.



Por su parte, Brown (1982) indica que el área de estudio queda comprendida en el tipo vegetativo de Bosque Tropical Deciduo (selva baja caducifolia) y se caracteriza por dominar las especies de porte alto y en menor frecuencia la presencia de arbustos espinosos y suculentas. Esto es coincidente con COTECOCA (1974), quien también indica que el tipo de vegetación predominante en el área corresponde al tipo de selva baja caducifolia. Sin embargo, si bien la selva baja caducifolia domina el proyecto, existen otros arreglos vegetativos como la selva baja espinosa y las inclusiones de vegetación secundaria arbustiva en estos tipos de vegetación.

Finalmente, la cartografía de INEGI (1985) de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 clave G12-3, llamada Ciudad Obregón confirma que en el área de estudio domina la selva baja caducifolia, así como pequeños espacios de selva baja espinosa con asociaciones de vegetación secundaria arbustiva, pastizal inducido verificado como zacate buffel y agricultura de temporal donde los lugareños siembran maíz, frijol y nopal forrajero.

Composición Florística:

En el proyecto fueron identificadas 99 especies florísticas dentro de 40 familias taxonómicas, donde sólo la Leguminosae tiene 27 especies (27.27% del total). Le siguen a distancia el grupo de cactáceas con apenas ocho especies (8% del total inventariadas). La Tabla IV.21 muestra el inventario obtenido en campo.

Tabla IV.21 Lista de especies identificadas en el proyecto

Familia	Nombre científico	Nombre común	Rastrera o musgo	Trepadora o liana	Cactáceas	Herbácea	Arbusto	Arbol
Acanthaceae	<i>Carlwrightia arizonica</i>	Flor de Arizona				1		
Acanthaceae	<i>Justicia sp</i>	Chuparrosa				1		
Agavaceae	<i>Agave spp.</i>	Mezcal					1	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus palmeri</i>	Amaranto					1	
Apocynaceae	<i>Vallesia glabra</i>	Citávaro					1	
Asclepiadaceae	<i>Marsdenia edulis</i>	Lianas		1				
Asteraceae	<i>Zinnia tenuis</i>	Zinia					1	
Asteraceae	<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Chicura					1	
Asteraceae	<i>Ambrosia cordifolia</i>	Chicurilla					1	
Asteraceae	<i>Baccharis sarothroides</i>	Romero					1	
Asteraceae	<i>Eugenia guatemalensis</i>	Guayabillo					1	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia palmeri</i>	Amapa rosa						1
Bombacaceae	<i>Ceiba acuminata</i>	Pochote						1
Boraginaceae	<i>Cordia sonora</i>	Palo de asta						1
Boraginaceae	<i>Crytantha grayi</i>	Vara negra					1	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia inflata</i>	Torillo					1	
Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Aguama					1	
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	Torote pitillo						1
Burseraceae	<i>Bursera grandiflora</i>	Torote blanco						1
Burseraceae	<i>Bursera lancifolia</i>	Torote						1
Burseraceae	<i>Bursera laxiflora</i>	Torote prieto						1
Burseraceae	<i>Bursera odorata (B. simaruba)</i>	Torote colorado						1
Cactaceae	<i>Echinocereus pulchellus o</i>	Pitahaya			1			
Cactaceae	<i>Stenocereus thurberi</i>	Pitahaya			1			



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

Cactaceae	<i>Mirtilocactus spp.</i>	Siviri			1			
Cactaceae	<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal			1			
Cactaceae	<i>Opuntia thurberi</i>	Siviri, choya			1			
Cactaceae	<i>Opuntia wilcoxii</i>	Nopal, tuna			1			
Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Echo			1			
Cactaceae	<i>Rathbunia alamosensis</i>	Sina			1			
Compositae	<i>Franseria ambrosioides</i>	Chicurilla					1	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i>	Palo blanco						1
Convolvulaceae	<i>Merremia palmeri</i>	Enredadera		1				
Ebenaceae	<i>Willardia mexicana (Diospyros sonora)</i>	Nesco					1	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylon mexicanum</i>	Momoa						1
Euphorbiaceae	<i>Croton fantzianus</i>	Vara blanca					1	
Euphorbiaceae	<i>Croton sonora (C. niveus)</i>	Vara blanca					1	
Euphorbiaceae	<i>Croton flavescens</i>	Vara prieta					1	
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cordata</i>	Papelillo					1	
Euphorbiaceae	<i>Jatropha platyphylla</i>	Sangregado					1	
Fabaceae	<i>Brongniartia palmeri (=B. palmeri)</i>	Palo piojo						1
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalii</i>	Ocotillo macho					1	
Gramineae	<i>Triodia pulchella</i>	Zacate pelillo				1		
Lauraceae	<i>Persea podadenia</i>	Amolillo				1		
Leguminosae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Chirahui, huinolo						1
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	Vinorama					1	
Leguminosae	<i>Acacia occidentalis</i>	Teso					1	
Leguminosae	<i>Caesalpinia palmeri</i>	Palo piojo						1
Leguminosae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	Palo colorado						1
Leguminosae	<i>Caesalpinia spp. afin caladenia</i>							1
Leguminosae	<i>Cassia biflora</i>	Ejotillo del monte					1	
Leguminosae	<i>Cassia emarginata</i>	Palo zorrillo					1	
Leguminosae	<i>Cassia occidentalis</i>	Palo zorrillo, palo piojo						1
Leguminosae	<i>Cercidium praecox</i>	Brea						1
Leguminosae	<i>Coursetia glandulosa</i>	Causamo						1
Leguminosae	<i>Desmanthus sp.</i>	Dais					1	
Leguminosae	<i>Diphysa occidentalis</i>	Huilochi					1	
Leguminosae	<i>Erythrina occidentalis (flabelliformes)</i>	Pionilla				1		
Leguminosae	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Palo Brasil						1
Leguminosae	<i>Lysiloma divaricata</i>	Mauto						1
Leguminosae	<i>Lysiloma watsonii</i>	Tepeguaje						1
Leguminosae	<i>Mimosa laxiflora</i>	Uña de gato					1	
Leguminosae	<i>Mimosa palmeri</i>	Chopo					1	
Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamuchil, tabachín						1
Leguminosae	<i>Pithecellobium leptophyllum</i>	Chino						1
Leguminosae	<i>Pithecellobium mangense</i>	Palo fierro						1
Leguminosae	<i>Pithecellobium tortum</i>	Palo fierro						1
Leguminosae	<i>Pithecellobium sonora</i>	Jocona						1
Leguminosae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite						1
Leguminosae	<i>Ruprethia pallida</i>	Palo pinto						1
Leguminosae	<i>Senna pallida</i>	Vara prieta					1	
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Granadilla				1		
Malpighiaceae	<i>Malpighia umbellata</i>	Granadilla				1		
Malpighiaceae	<i>Mascagnia macroptera</i>	Huiji				1		
Malvaceae	<i>Abutilon incanum</i>	Pintapan					1	
Malvaceae	<i>Malvastrum bicuspidatum</i>	Malva				1		
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Higuerilla				1		
Nyctaginaceae	<i>Pisonia capitata</i>	Garambullo				1		
Orquideaceae	<i>Oncidium cebollata</i>	Orquidea						1
Poaceae	<i>Pennisetum ciliaris</i>	Buffel				1		
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Cacachila, negrito				1		
Rhamnaceae	<i>Karwinskia parvifolia</i>	Cacachila				1		
Rubiaceae	<i>Coutarea pterosperma</i>	Palo amargo						1



Rubiaceae	<i>Randia echinocarpa</i>	Papache						1	
Rubiaceae	<i>Randia mitis</i>	Papachillo						1	
Rubiaceae	<i>Randia thurberi</i>	Papache borracho						1	
Rubiaceae	<i>Ratbunia kerberi</i>	Sina						1	
Rutacea	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Pepino cenizo						1	
Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i>	Palo zorrillo							1
Salicaceae	<i>Populus mexicana</i> var. <i>dimorpha</i>	Álamo							1
Sellaginaceae	<i>Selaginella</i> sp.	Musgo	1						
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima						1	
Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> var. <i>mexicana</i>	Sabino							1
Theophrastaceae	<i>Jacquinia pungens</i>	San juanico						1	
Turneraceae	<i>Turnea ulmifolia</i>	Damiana					1		
Ulmaceae	<i>Celtis iguamea</i>	Garabato						1	
Ulmaceae	<i>Celtis reticulata</i>	Cumbro						1	
Verbenaceae	<i>Vitex mollis</i>	Uvalama						1	
Zigophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i>	Guayacán							1
Total			1	2	8	15	39	34	

Estratificación vertical:

Del universo de 99 especies perennes inventariadas se identificó la forma de vida de cada una de las especies y se agruparon en 6 tipos de acuerdo a la Tabla IV.22, donde se concluye que el sitio es de porte medio a alto, debido a que los estratos arbóreo y arbustivo poseen más del 70% de presencia en el lugar.

Tabla IV.22. Representación del arreglo en el perfil vertical del proyecto

Estrato	No. spp.	Proporción del total (%)
Rastreras o Musgos	1	1.010
Trepadoras o lianas	2	2.020
Cactáceas	8	8.081
Herbácea	15	15.152
Árbol	34	34.343
Arbusto	39	39.394
total:	99	100%

Parámetros poblacionales de las especies:

El arreglo general del sitio obedece a un tipo primordialmente de selva baja caducifolia, donde se muestra claramente la presencia de especies dominantes. Así, evaluando la densidad del lugar, con aquellas especies por arriba de los 30 individuos/ha. En el caso de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el guayacán (*Guaiacum coulteri*) está presente en los sitios 1 y 2 por arriba de 30 individuos/ha, aunque también está en los muestreos del sitio 3 pero la diversidad es menor (15 individuos/ha). La amapa (*Tabebuia palmeri*) por su parte, en el sitio 3 alcanza los valores más altos en cuando a densidad con 30 individuos/ha, aunque está presente en los otros sitios con valores ligeramente menores



Las especies de mayor valor de importancia se destacan por ser principalmente del estrato arbustivo y no ser absolutas en el sitio, es decir, que guardan proporciones similares entre sí, donde la tuna (*Opuntia phaeacantha*) es la especie mejor representada y que posee apenas el 10% del valor de importancia. Le siguen en importancia el cumbro (*Celtis reticulata*), nopal (*Opuntia wilcoxii*), cacachila (*Karwinskia parvifolia*) y huinolo (*Acacia cochliacantha*).

Especies de interés comercial:

En la región sur del estado, históricamente, los diferentes tipos de vegetación han servido para satisfacer las diferentes necesidades de los pobladores locales, entre las cuales la medicinal es probablemente una de las más importantes, debido a que la mayoría de las especies vegetales presentan cualidades medicinales y/o alimenticias (López-Estudillo, 1988); no obstante, los habitantes actuales en las comunidades rurales ya no utilizan la medicina naturista a partir de la herbolaria, debido principalmente al desconocimiento de las especies utilizadas.

Como se muestra a continuación se contabilizaron 44 especies con un uso determinado dentro de una gama de posibilidades, donde una sola especie puede tener varios usos, tal como se muestra en la siguiente tabla. El uso mejor representado es de postes con 16 especies, seguido de leña en 14 especies, construcción y alimento con seis especies cada una, forraje y ornamental con cinco especies cada una, rollo forestal y medicinal con cuatro especies cada una, y finalmente un uso como herramienta (brazo para hacha) elaborado con el huizache (*Acacia occidentalis*).

Lo anterior significa que el uso de los recursos forestales de repercusión local está presente en la región, porque al menos el 44.44% de las especies inventariadas en el lugar, se identificó con algún uso. No se descarta que más especies florísticas tengan uso local.

Tabla IV.23 Uso local actual de las especies presentes

Especie	Nombre común	Leña	Forraje	Poste	Perturbación	Rollo forestal	Herramienta	Construcción	Alimento	Ornamental	Medicinal	No. Total de usos por especie
<i>Acacia cochliacantha</i>	Chirahui, huinolo	1										1
<i>Acacia farnesiana</i>	Vinorama	1										1
<i>Acacia occidentalis</i>	Acacia, huizache	1	1	1	1		1					5
<i>Agave spp.</i>	Maguey							1			1	2
<i>Bouteloua radicata</i>	Zacate		1									1
<i>Caesalpinia palmeri</i>	Palo piojo	1										1
<i>Caesalpinia platyloba</i>	Palo colorado			1								1
<i>Ceiba acuminata</i>	Pochote					1						1
<i>Celtis reticulata</i>	Cumbro			1								1
<i>Cordia sonora</i>	Palo de asta			1								1
<i>Coursetia glandulosa</i>	Causamo	1										1



<i>Coutarea pterosperma</i>	Palo amargo			1		1					2
<i>Croton fantzianus</i>	Vara blanca						1				1
<i>Diphysa occidentalis</i>	Huilochi			1							1
<i>Echinocereus pulcellus</i>	Pitahaya						1	1			2
<i>Erythroxylum mexicanum</i>	Momoa			1							1
<i>Eugenia guatemalensis</i>	Guayabillo						1				1
<i>Fouquieria macdougalii</i>	Torote verde							1			1
<i>Guaiaacum coulteri</i>	Guayacán							1			1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	1									1
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Palo brasil			1							1
<i>Ipomoea arborescens</i>	Palo santo			1							1
<i>Jacquinia pungens</i>	San juanico			1							1
<i>Jatropha cordata</i>	Sangrengado								1		1
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Negrilo	1									1
<i>Karwinskia parvifolia</i>	Cacachila			1							1
<i>Lysiloma watsonii</i>	Mauto	1		1			1				3
<i>Malpighia umbellata</i>	Granadilla	1									1
<i>Mimosa laxiflora</i>	Uña de gato			1							1
<i>Mimosa palmeri</i>	Chopo			1							1
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal							1	1		2
<i>Opuntia spp.</i>	Nopales en general	1					1	1		1	4
<i>Pachycereus pecten arboriginum</i>	Echo								1		1
<i>Pennisetum ciliaris</i>	Buffel			1							1
<i>Persea podadenia</i>	Amolillo	1									1
<i>Pithecollobium dulce</i>	Guamuchil	1						1			2
<i>Pithecollobium sonora</i>	Jocona	1									1
<i>Pithecollobium tortum</i>	Palo fierro			1							1
<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	1	1			1		1			4
<i>Ptelea trifoliata</i>	Palo zorrillo			1							1
<i>Tabebuia palmeri</i>	Amapa					1		1			2
<i>Turnea difusa</i>	Damiana								1		1
<i>Willardia mexicana</i>	Nesco			1							1
<i>Zinnia tenuis</i>	Zina							1			1

Especies endémicas o en peligro de extinción:

Comparando el total de las especies identificadas en el área del proyecto con los listados de la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies y subespecies de la flora y la fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial (D.O.F. 2002); se encontró que de las 99 especies identificadas, se encuentran en estatus de protección: el guayacán (*Guaiaacum coulteri*) en categoría de protección especial (Pr) y la amapa (*Tabebuia palmeri*) en categoría de Amenazada (A).

El guayacán (*Guaiaacum coulteri*) y la amapa (*Tabebuia palmeri*) tendrán prioridad de protección en los trabajos de preparación del sitio y construcción de la presa. Adicionalmente se recomendará que en los programas de protección de especies se incluya al grupo de cactáceas y algunas otras especies que tienen un valor relevante de uso en el sitio, especies recomendadas para ser incluidas en programas de protección de flora en el área del proyecto.



IV.2.2.b. Fauna silvestre

México es uno de los países de mayor riqueza biológica del mundo y posee una alta proporción de especies del grupo vertebrados en condiciones endémicas: 60.7% de los anfibios, 53.7% de los reptiles, 7.6% de las aves y 30.2% de los mamíferos inventariados del país (Flores-Villela y Gerez, 1988). Esto mismo es apoyado por Hetschel (1986) al ubicar a México como una zona de transición reflejada en su alta biodiversidad. En Sonora las especies registradas en protección son 37 especies de anfibios, que representan el 13% de las especies presentes en México; 135 de reptiles, que corresponden al 19% de las especies nacionales; 484 de aves, que representan el 47%, y 149 de mamíferos, que corresponden al 33% del registro nacional (Ramammoorthy, 1993). El sur del estado, donde se encuentra asentado el Proyecto, representa para Sonora el área con el mayor número de elementos tropicales con distribución continua (Kenneth, 1998).

En términos de antropización, la región está identificada localmente como parcialmente modificada (Soto Esperanza, et al, 1999). Esto es evidente dadas las actividades como asentamientos humanos, agricultura de temporal, caminos y cercos, entre otras; que reducen el hábitat para la permanencia de especies faunísticas en el trayecto del tendido eléctrico; aunque existen zonas cerriles y el área de la presa Adolfo Ruiz Cortínes como áreas más atractivas para refugio y anidación de muchos grupos faunísticos.

Con el propósito de obtener información relevante acerca de la fauna silvestre que ocurre en el área donde se pretende desarrollar el Proyecto, se realizó un estudio para determinar la presencia e importancia de las especies faunísticas encaminado a hacer algunas recomendaciones para minimizar los efectos que provocará la obra hidráulica proyectada.

En el área donde se realizará el proyecto predomina la selva baja caducifolia (bosque tropical deciduo de acuerdo a Brown, 1982) con zonas alteradas producto de desmonte, agricultura de temporal, cercos, caminos y brechas de accesos (Ver figura IV.20).

Los muestreos se realizaron durante junio de 2010. Los resultados obtenidos reflejan de una manera general la existencia de una muestra de la fauna silvestre que ocurre en los terrenos. Para la caracterización de la fauna silvestre se usaron cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI (1985) para ubicar geográficamente el área de estudio. También se empleó un Sistema de Posicionamiento Global (GPS modelo Garmin, utilizando el Datum NAD27) para ubicar y registrar los sitios revisados.

Los muestreos realizados se enfocaron a la identificación de los principales grupos de vertebrados presentes, como son peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Para la caracterización e identificación los grupos taxonómicos presentes en el área del proyecto se utilizaron muestreos diurnos y nocturnos.



Los muestreos de campo diurnos consistieron en recorridos a pie al amanecer (de las 5:30 am hasta las 10 am) y vespertinos (desde las 5:00 pm hasta las 7:30 pm cuando se acaba por completo la visibilidad). Los recorridos fueron lineales en el proyecto, sobre cuatro tramos previamente seleccionados de 2.5 km de longitud cada uno y una visibilidad radial de 25 m. Los recorridos fueron realizados simultáneamente por 2 brigadas de 3 personas cada uno, donde cada brigada revisó 2 de los tramos, registrando presencia de especies de manera visual o evidencial (huella, vuelo, excreta, muda). En las observaciones diurnas se cubrió una superficie de 50 ha y fueron 6 repeticiones en cada sitio (3 realizadas por la mañana y 3 vespertinas).

Los muestreos de campo nocturnos se realizaron utilizando un vehículo automotor todo terreno (4x4) mediante la aplicación del método de conteo a los lados del camino (Road Side Count; Lancen, 1994), marcándose con cinta de colores (Flagin tape) para su localización geográfica. Lo anterior por la seguridad del equipo de trabajo, la facilidad de movilizar la totalidad de brigada y guías y permitir la visibilidad con el vehículo y lámparas spot light. En automóvil fue posible abarcar mayor distancia, a reserva de sitios donde no hay manera de transitar en brechas. En vehículo se registró un radio conservador de 25 m de visibilidad y estuvo encaminado a la identificación potencial de fauna silvestre mayor, como venados, jabalí de collar, zorrillos, zorras, felinos y aves, entre otras especies. Fueron 3 repeticiones nocturnas donde se recorrió en todas las ocasiones 8.6 km (registrado en el kilometraje del auto) .

La identificación de las especies evidenciadas en campo se realizó *in situ* mediante observación y comparación con guías taxonómicas. En la identificación de las especies existentes por observaciones directas se utilizaron guías de campo y bibliografía especializada, así como la comparación con la NOM-059-SEMARNAT-2010 para conocer el estatus de protección de cada una de las especies registradas. Adicionalmente se generaron listados de las especies con ocurrencia potencial en el área del proyecto. La referencia empleada en la revisión de fauna consiste en las siguientes publicaciones: Alden (1969^a), Alden (1969b), Aranda-Sánchez (1981), Bogert & Oliver (1945), Burt (1980), Espinosa (1993), Fitzpatrick (2002), Flores-Villela (1993), Grossenheider (1976), Hale (1983), Hall (1981), Hendrickson & Varela – Romero (1996), Howell (1995), Lowe (1992), National Geographic (1987), Petterson & Chalif (1989a), Petterson, & Chalif (1989b), Russell (1998), Stebbins (1985), Walters (1992), Watanabe (2002) y Whitaker (1980).

Distribución y abundancia de especies observadas y/o evidenciadas en campo

Como resultado del trabajo de campo, se pudo constatar la ocurrencia de 20 especies de fauna silvestre, con un arreglo taxonómico en donde predominan los grupos de los mamíferos con 10 especies, seguido del grupo de aves con 8 diferentes especies y la ocurrencia de dos especies de reptiles.

Entre las 10 especies de mamíferos con presencia potencial (de hecho, el grupo con más especies registradas) destacan el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el coyote (*Canis latrans*) como fauna mayor, mientras que el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) y la liebre (*Lepus alleni*) fueron los más abundantes de acuerdo a los registros de campo. Otra especie que fue fácilmente visible fue la ardilla de roca (*Spermophilus variegatus*). El grupo de las aves fue el que registró el segundo lugar en especies observadas, y ocurren en el área del proyecto



el cuervo común (*Corvus corax*), el correcaminos norteño (*Geococyx californianus*) de manera más común entre las aves observadas. El grupo de los reptiles fue el que menos registros presentó, con sólo dos especies: la tortuga del desierto (*Gopherus agassizii*) y la cascabel mexicana del oeste (*Crotalus basilliscos*), que fueron observadas sólo una ocasión.

Tabla IV.24 Listado fauna observada en campo en el área del Proyecto.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común	Evidencia campo
Mammalia	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	a
Mammalia	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca	b
Mammalia	Felidae	<i>Felis rufus</i>	Gato montés	b
Mammalia	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre	a
Mammalia	Leporidae	<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo	a
Mammalia	Muridae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón	a
Mammalia	Mustelidae	<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo	a, d
Mammalia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardilla de Roca	a, d
Mammalia	Taxidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tejon americano	b
Mammalia	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Jabalí	b,d
Avis	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Gorrión	a
Avis	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	a
Avis	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Gavilán cola roja	a
Avis	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura	a
Avis	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	a
Avis	Corvidae	<i>Calocitta coliei</i>	Urraca hermosa cara negra	a
Avis	Cuculidae	<i>Geococyx californianus</i>	Correcaminos norteño	a
Avis	Tyrannidae	<i>Tyrannus spp</i>	Tirano	a, c
Reptilia	Testudinidae	<i>Gopherus agassizii</i>	Tortuga del desierto	d
Reptilia	Viperidae	<i>Crotalus basilliscus</i>	Víbora de cascabel	d

Verificación de campo: ^a: observación directa, ^b: rastros o huellas, ^c: partes físicas, ^d: madrigueras o nidos.

Composición faunística

El inventario faunístico del proyecto se completó con la revisión de la distribución registrada para el proyecto y se resume en la Tabla IV:25. De esta manera, la diversidad en fauna está dada por la distribución espacial de 467 especies agrupadas en 90 familias taxonómicas. De estas especies, el grupo de mamíferos posee 81 especies en 21 familias, las aves son 276 especies dentro de 44 familias, 78 especies de reptiles en 14 familias, 18 especies de anfibios en 6 familias, y finalmente 14 especies de peces en 5 familias.

Tabla IV.25 Representación del arreglo faunístico en el proyecto

Grupo	No de especies	No de familias
Mamíferos	81	21
Aves	276	44
Reptiles	78	14
Anfibios	18	6
Peces	14	5
Total	467	90



El área de estudio del proyecto pertenece a la Provincia mastogeográfica llamada Sinaloense (Ramírez-Pulido, y Castro-Campillo, 1990), la cual posee con gran influencia de las provincias sonorenses y sierra madre occidental.

Del grupo de los mamíferos, las 81 especies que representan al grupo, son el 17.34% del total de la fauna, dentro de 21 familias taxonómicas (23.3% del total de familias). Los arreglos taxonómicos mejor representados son: la familias Vespertilidae (grupo de murciélagos) con 16 especies, le siguen la familia Cricetidae (roedores) con 10 especies y los felinos (Felidae) con 6 especies, como se observa en la Tabla IV.26.

Tabla IV.26 Inventario de mamíferos con presencia potencial en el proyecto

Familia	Género	Especie/Subespecie	Nombre común
Soricidae	<i>Notiosorex</i>	<i>crawfordi</i>	Musaraña del desierto
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx</i>	<i>plicata</i>	Murciélago alas de saco
Mormoopidae	<i>Pteronotus</i>	<i>davyi</i>	Murciélago
	<i>Pteronotus</i>	<i>parnellii</i>	Murciélago
	<i>Pteronotus</i>	<i>personatus</i>	Murciélago
	<i>Mormoops</i>	<i>megalophylla</i>	Murciélago
Phyllostomidae	<i>Artibeus</i>	<i>hirsutus</i>	
	<i>Choeronycteris</i>	<i>mexicana</i>	Murciélago trompudo
	<i>Glossophaga</i>	<i>soricina</i>	
	<i>Macrotus</i>	<i>waterhousii</i>	
	<i>Sturnira</i>	<i>lilium</i>	
	<i>Leptonycteris</i>	<i>sanborni</i>	Murciélago nariz grande
Desmodontidae	<i>Desmodus</i>	<i>rotundus</i>	Murciélago vampiro
Natalidae	<i>Natalus</i>	<i>stramineus</i>	
Vespertilionidae	<i>Antrozous</i>	<i>pallidus</i>	Murciélago pálido
	<i>Eptesicus</i>	<i>fuscus</i>	Murciélago
	<i>Lasiurus</i>	<i>borealis</i>	
	<i>Lasiurus</i>	<i>ega</i>	
	<i>Lasiurus</i>	<i>cinereus</i>	
	<i>Myotis</i>	<i>auriculus</i>	
	<i>Myotis</i>	<i>californicus</i>	
	<i>Myotis</i>	<i>fortidens</i>	
	<i>Myotis</i>	<i>velifer</i>	
	<i>Myotis</i>	<i>yumanensis</i>	
	<i>Myotis</i>	<i>occultus</i>	
	<i>Myotis</i>	<i>thysanodes</i>	
	<i>Pipistrellus</i>	<i>hesperus</i>	
	<i>Plecotus</i>	<i>townsendii</i>	
	<i>Plecotus</i>	<i>mexicanus</i>	
	<i>Rhogeessa</i>	<i>parvula</i>	
Molossidae	<i>Tadarida</i>	<i>aurispinosa</i>	
	<i>Tadarida</i>	<i>brasiliensis</i>	
	<i>Tadarida</i>	<i>fermorsacea</i>	
	<i>Tadarida</i>	<i>macrotis</i>	
	<i>Eumops</i>	<i>perotis</i>	
	<i>Eumops</i>	<i>underwoodi</i>	
Dasyopodidae	<i>Dasypus</i>	<i>novemcinctus</i>	Armadillo
Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>audubonii</i>	Conejo del desierto
	<i>Sylvilagus</i>	<i>floridanus</i>	Conejo de bosque
	<i>Lepus</i>	<i>alleni</i>	Liebre
	<i>Lepus</i>	<i>californicus</i>	Liebre
Sciuridae	<i>Sciurus</i>	<i>colliaei</i>	Ardilla cola roja



	<i>Sciurus</i>	<i>nayaritensis</i>	Ardilla apache
	<i>Spermophilus</i>	<i>madrensis</i>	Ardilla de la Sierra Madre
	<i>Spermophilus</i>	<i>variegatus</i>	Ardilla de las rocas
Geomyidae	<i>Thomomys</i>	<i>bottae</i>	Ratón
	<i>Thomomys</i>	<i>umbrinus</i>	
Heteromyidae	<i>Perognathus</i>	<i>artus</i>	
	<i>Perognathus</i>	<i>goldmani</i>	
	<i>Perognathus</i>	<i>penicillatus</i>	
	<i>Perognathus</i>	<i>pernix</i>	
	<i>Dipodomys</i>	<i>merriami</i>	
	<i>Liomys</i>	<i>pictus</i>	
Cricetidae	<i>Reithrodontomys</i>	<i>fulvescens</i>	
	<i>Peromyscus</i>	<i>boylei</i>	
	<i>Peromyscus</i>	<i>eremicus</i>	
	<i>Peromyscus</i>	<i>merriami</i>	
	<i>Baiomys</i>	<i>taylori</i>	
	<i>Onychomys</i>	<i>torridus</i>	
	<i>Sigmodon</i>	<i>arizonae</i>	
	<i>Neotoma</i>	<i>albigula</i>	
	<i>Neotoma</i>	<i>mexicana</i>	
	<i>Neotoma</i>	<i>phenax</i>	
Canidae	<i>Canis</i>	<i>latrans</i>	Coyote
	<i>Urocyon</i>	<i>cinereoargenteus</i>	Zorra gris
Bassariscidae	<i>Bassariscus</i>	<i>astutus</i>	Cacomixtle
Procyonidae	<i>Procyon</i>	<i>lotor</i>	Mapache
	<i>Nasua</i>	<i>nasua</i>	Coatimundi
Mustelidae	<i>Taxidea</i>	<i>taxus</i>	Tejón
	<i>Spilogale</i>	<i>gracilis</i>	Zorrillo
	<i>Mephitis</i>	<i>macroura</i>	Zorrillo
	<i>Conepatus</i>	<i>mesoleucus</i>	Zorrillo
	* <i>Mustela</i>	<i>frenata</i>	Comadreja
Felidae	<i>Felis</i>	<i>concolor</i>	Puma
	<i>Panthera</i>	<i>onca</i>	Jaguar
	<i>Leopardus</i>	<i>pardalis</i>	Ocelote
	<i>Felis</i>	<i>wiedii</i>	Margay
	<i>Felis</i>	<i>yaquaroundi</i>	Jaguarundi
	<i>Lynx</i>	<i>rufus</i>	Gato montés
Tayassuidae	<i>Tayassu</i>	<i>tajacu</i>	Jabalí de collar
Cervidae	<i>Odocoileus</i>	<i>virginianus</i>	Venado cola blanca

El área de estudio del proyecto queda inmerso dentro de la región AICA (Áreas de importancia para la conservación de las aves) No. 40 denominada Alamos-Rio Mayo (CIPAMEX-CONABIO, 1999).

En la Tabla siguiente se describe con detalle el listado de aves, representadas por 276 especies, equivalen al 59.10% del total de la fauna registrada para el área de estudio, dentro de 44 familias (48.8% del total), siendo el grupo faunístico mejor representado en el proyecto. Son 6 familias taxonómicas quienes poseen casi el 50% de las especies de este grupo. Así, la familia Emberizidae son cuatro subfamilias agrupa a 86 especies (grupo de gorriones y tordos), le sigue tyrannidae con 31 especies (del grupo de papamoscas y mosqueros), la familia Muscicapidae con 16 especies (aves azulejo), la familia Trocholidae (colibríes) con 12 especies



y finalmente las familias Accipitridae (aguilillas) y Picidae (carpinteros) con 11 especies cada una.

Tabla IV.27 Inventario de aves con presencia potencial en el proyecto

Familia	Género	Especie/Subespecie	Nombre común
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax</i>	<i>brasilianus</i>	Cormorán oliváceo
Podicipedidae	<i>Podilymbus</i>	<i>podiceps</i>	Zambullidor pico grueso
	<i>Tachybaptus</i>	<i>dominicus</i>	Zambullidor menor
Anatidae	<i>Oxyura</i>	<i>jamaicensis</i>	Pato tepalcate
	<i>Anas</i>	<i>strepera</i>	Pato friso
	<i>Anas</i>	<i>cyanoptera</i>	Cerceta canela
	<i>Anas</i>	<i>crecca</i>	Cerceta ala verde
	<i>Anas</i>	<i>americana</i>	Pato chalcuán
	<i>Aythya</i>	<i>affinis</i>	Pato boludo menor
	<i>Mergus</i>	<i>merganser</i>	Mergo mayor
Scolopacidae	<i>Gallinago</i>	<i>gallinago</i>	Agachona común
	<i>Actitis</i>	<i>macularia</i>	Playero alzacolita
	<i>Tringa</i>	<i>melanoleuca</i>	Patamarilla mayor
Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>aura</i>	Zopilote aura
	<i>Coragyps</i>	<i>atratus</i>	Zopilote común
Accipitridae	<i>Accipiter</i>	<i>cooperii</i>	Gavilán de Cooper
	<i>Accipiter</i>	<i>striatus</i>	Gavilán pecho rufo
	<i>Harpyhaliaetus</i>	<i>solitarius</i>	Águila solitaria
	<i>Circus</i>	<i>cyaneus</i>	Gavilán rastrero
	<i>Geranospiza</i>	<i>caerulescens</i>	Gavilán zancón
	<i>Buteogallus</i>	<i>anthracinus</i>	Aguililla negra menor
	<i>Parabuteo</i>	<i>unicinctus</i>	Aguililla rojinegra
	<i>Buteo</i>	<i>nitidus</i>	Aguililla gris
	<i>Buteo</i>	<i>brachyurus</i>	Aguililla cola corta
	<i>Buteo</i>	<i>albonotatus</i>	Aguililla aura
	<i>Buteo</i>	<i>jamaicensis</i>	Aguililla cola roja
Falconidae	<i>Caracara</i>	<i>plancus</i>	Caracara
	<i>Herpetotheres</i>	<i>cachinnans</i>	Halcón guaco
	<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>	Cernícalo americano
Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>wagleri</i>	Chachalaca vientre castaño
Phasianidae	<i>Meleagris</i>	<i>gallopavo</i>	Guajolote norteño
	<i>Cyrtonyx</i>	<i>montezumae</i>	Codorniz Moctezuma
	<i>Callipepla</i>	<i>douglasii</i>	Codorniz cresta dorada
	<i>Callipepla</i>	<i>gambelii</i>	Codorniz chiquiri
Columbidae	<i>Columba</i>	<i>flavirostris</i>	Paloma morada
	<i>Zenaida</i>	<i>asiatica</i>	Paloma ala blanca
	<i>Zenaida</i>	<i>macroura</i>	Paloma huilota
	<i>Columbina</i>	<i>inca</i>	Tórtola cola larga
	<i>Columbina</i>	<i>passerina</i>	Tórtola
	<i>Columbina</i>	<i>talpacoti</i>	Tórtola rojiza
	<i>Leptotila</i>	<i>verreauxi</i>	Paloma arroyera
Psittacidae	<i>Ara</i>	<i>militaris</i>	Guacamaya verde
	<i>Forpus</i>	<i>cyanopygius</i>	Perico catarina
	<i>Amazona</i>	<i>albifons</i>	Loro frente blanca
	<i>Amazona</i>	<i>finschi</i>	Loro corona lila
Cuculidae	<i>Coccyzus</i>	<i>americanus</i>	Cuclillo pico amarillo
	<i>Coccyzus</i>	<i>minor</i>	Cuclillo manglero
	<i>Piaya</i>	<i>cayana</i>	Cuclillo canela
	<i>Geococyx</i>	<i>velox</i>	Correcaminos tropical
	<i>Geococyx</i>	<i>californianus</i>	Correcaminos norteño



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

	<i>Crotophaga</i>	<i>sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy
Tytonidae	<i>Otus</i>	<i>kennicottii</i>	Tecolote occidental
	<i>Otus</i>	<i>trichopsis</i>	Tecolote rítmico
	<i>Otus</i>	<i>guatemalae</i>	Tecolote vermiculado
	<i>Bubo</i>	<i>virginianus</i>	Búho cornudo
	<i>Glaucidium</i>	<i>gnoma</i>	Tecolote serrano
	<i>Glaucidium</i>	<i>minutissimum</i>	Tecolote colimense
	<i>Glucidium</i>	<i>brasilianum</i>	Tecolote bajoño
	<i>Micrathene</i>	<i>whitneyi</i>	Tecolote enano
	<i>Ciccaba</i>	<i>virgata</i>	Búho café
Caprimulgidae	<i>Chordeiles</i>	<i>acutipennis</i>	Chotacabras menor
	<i>Caprimulgus</i>	<i>ridgwayi</i>	Tapacamino tucuchillo
	<i>Caprimulgus</i>	<i>vociferus</i>	Tapacamino cuerporruin norteño
Apodidae	<i>Cypseloides</i>	<i>niger</i>	Vencejo negro
	<i>Streptoprocne</i>	<i>rutila</i>	Vencejo cuello castaño
	<i>Streptoprocne</i>	<i>semicollaris</i>	Vencejo nuca blanca
	<i>Chaetura</i>	<i>vauxi</i>	Vencejo de Vaux
	<i>Aeronautes</i>	<i>saxatalis</i>	Vencejo pecho blanco
Trochilidae	<i>Cyanthus</i>	<i>latirostris</i>	Colibrí pico ancho
	<i>Hylocharis</i>	<i>leucotis</i>	Zafiro oreja blanca
	<i>Amazilia</i>	<i>beryllina</i>	Colibrí berilo
	<i>Amazilia</i>	<i>violiceps</i>	Colibrí corona violeta
	<i>Lampornis</i>	<i>clemenciae</i>	Colibrí garganta azul
	<i>Heliomaster</i>	<i>constantii</i>	Colibrí picudo
	<i>Archilochus</i>	<i>añexandri</i>	Colibrí barba negra
	<i>Calypte</i>	<i>anna</i>	Colibrí cabeza roja
	<i>Calypte</i>	<i>costae</i>	Colibrí del desierto
	<i>Selasphorus</i>	<i>platycercus</i>	Zumbador cola ancha
	<i>Selasphorus</i>	<i>rufus</i>	Zumbador rufo
	<i>Selasphorus</i>	<i>sasin</i>	Zumbador de Allen
Trogonidae	<i>Trogon</i>	<i>elegans</i>	Trogón elegante
Momotidae	<i>Momotus</i>	<i>Mexicanus</i>	Momoto corona café
Alcedinidae	<i>Ceryle</i>	<i>alcyon</i>	Martín pescador norteño
	<i>Chloroceryle</i>	<i>americana</i>	Martín pescador verde
Picidae	<i>Melanerpes</i>	<i>formicivorus</i>	Carpintero bellotero
	<i>Melanerpes</i>	<i>uropygialis</i>	Carpintero del desierto
	<i>Sphyrapicus</i>	<i>varius</i>	Chupasavia maculado
	<i>Sphyrapicus</i>	<i>nuchalis</i>	Chupasavia nuca roja
	<i>Sphyrapicus</i>	<i>thyroideus</i>	Chupasavia oscuro
	<i>Picoides</i>	<i>scalaris</i>	Carpintero mexicano
	<i>Picoides</i>	<i>stricklandi</i>	Carpintero de Strickland
	<i>Colaptes</i>	<i>auratus</i>	Carpintero de pechera
	<i>Colaptes</i>	<i>chrysoides</i>	Carpintero collarejo desértico
	<i>Dryocopus</i>	<i>lineatus</i>	Carpintero lineado
	<i>Capephilus</i>	<i>guatemalensis</i>	Carpintero pico plata
Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus</i>	<i>flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo
	<i>Lepidocolaptes</i>	<i>leucogaster</i>	Trepatroncos escarchado
Tyrannidae	<i>Campostoma</i>	<i>imberbe</i>	Mosquero lampiño
	<i>Mitrephanes</i>	<i>phaeocercus</i>	Mosquero copetón
	<i>Contopus</i>	<i>borealis</i>	Pibí boreal
	<i>Contopus</i>	<i>pertinax</i>	Pibí tengofrío
	<i>Contopus</i>	<i>sordidulus</i>	Pibí occidental
	<i>Empidonax</i>	<i>traillii</i>	Mosquero saucero
	<i>Empidonax</i>	<i>minimus</i>	Mosquero mínimo
	<i>Empidonax</i>	<i>hammondii</i>	Mosquero de Hammond
	<i>Empidonax</i>	<i>oberholseri</i>	Mosquero oscuro



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

	<i>Empidonax</i>	<i>wrightii</i>	Mosquero gris
	<i>Empidonax</i>	<i>affinis</i>	Mosquero pinero
	<i>Empidonax</i>	<i>difficilis</i>	Mosquero californiano
	<i>Empidonax</i>	<i>occidentalis</i>	Mosquero barranqueño
	<i>Empidonax</i>	<i>fulvifrons</i>	Mosquero pecho leonado
	<i>Sayornis</i>	<i>nigricans</i>	Papamoscas negro
	<i>Sayornis</i>	<i>saya</i>	Papamoscas llanero
	<i>Pyrocephalus</i>	<i>rubinus</i>	Mosquero cardenal
	<i>Attila</i>	<i>spadiceus</i>	Atila
	<i>Myiarchus</i>	<i>tuberculifer</i>	Papamoscas triste
	<i>Myiarchus</i>	<i>cinerascens</i>	Papamoscas cenizo
	<i>Myiarchus</i>	<i>nuttingi</i>	Papamoscas de nutting
	<i>Myiarchus</i>	<i>tyrannulus</i>	Papamoscas tirano
	<i>Pitangus</i>	<i>sulphuratus</i>	Luis bienteveo
	<i>Myiozetetes</i>	<i>similis</i>	Luis gregario
	<i>Myiodynastes</i>	<i>luteiventris</i>	Papamoscas atigrado
	<i>Tyrannus</i>	<i>melancholicus</i>	Tirano tropical
	<i>Tyrannus</i>	<i>vociferans</i>	Tirano gritón
	<i>Tyrannus</i>	<i>crassirostris</i>	Tirano pico grueso
	<i>Tyrannus</i>	<i>verticalis</i>	Tirano pálido
	<i>Pachyramphus</i>	<i>aglaiae</i>	Mosquero cabezón degollado
	<i>Tityra</i>	<i>semifasciata</i>	Titita enmascarada
Hirundinidae	<i>Progne</i>	<i>sinaloae</i>	Golondrina sinaloense
	<i>Tachycineta</i>	<i>talassina</i>	Golondrina verdemar
	<i>Stelgidopteryx</i>	<i>serripennis</i>	Golondrina ala aserrada
	<i>Hirundo</i>	<i>pyrrhonota</i>	Golondrina risquera
	<i>Hirundo</i>	<i>rustica</i>	Golondrina tijereta
Corvidae	<i>Calocitta</i>	<i>collei</i>	Urraca hermosa cara negra
	<i>Cyanocorax</i>	<i>beecheii</i>	Chara de beechy
	<i>Corvus</i>	<i>sinaloae</i>	Cuervo sinaloense
	<i>Corvus</i>	<i>corax</i>	Cuervo común
Paridae	<i>Baelophus</i>	<i>wollweberi</i>	Carbonero embreado
Remizidae	<i>Auriparus</i>	<i>flaviceps</i>	Baloncillo
Aegithalidae	<i>Psaltriparus</i>	<i>minimus</i>	Satrecillo
Sittidae	<i>Sitta</i>	<i>canadensis</i>	Sita canadiense
	<i>Sitta</i>	<i>carolinensis</i>	Sita pecho blanco
	<i>Sitta</i>	<i>pygmaea</i>	Sita enana
Certhiidae	<i>Certhia</i>	<i>americana</i>	Trepador americano
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus</i>	<i>gularis</i>	Matraca serrana
	<i>Campylorhynchus</i>	<i>brunneicapillus</i>	Matraca del desierto
	<i>Salpinctes</i>	<i>obsoletus</i>	Chivirín saltarroca
	<i>Catherpes</i>	<i>mexicanus</i>	Chivirín barranqueño
	<i>Thryothorus</i>	<i>sinaloa</i>	Chivirín sinaloense
	<i>Thryotorus</i>	<i>felix</i>	Chivirín feliz
	<i>Thryomanes</i>	<i>bewickii</i>	Chivirín cola oscura
	<i>Troglodytes</i>	<i>aedon</i>	Chivirín saltapred
Muscicapidae	<i>Regulus</i>	<i>satrapa</i>	Reyezuelo de oro
	<i>Regulus</i>	<i>calendula</i>	Reyezuelo de rojo
	<i>Polioptila</i>	<i>caerulea</i>	Perlita azulgris
	<i>Polioptila</i>	<i>melanura</i>	Perlita del desierto
	<i>Polioptila</i>	<i>nigriceps</i>	Perlita sinaloense
	<i>Sialia</i>	<i>sialis</i>	Azulejo garganta canela
	<i>Sialia</i>	<i>mexicana</i>	Azulejo garganta azul
	<i>Sialia</i>	<i>currucoides</i>	Azulejo pálido



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

	<i>Myadestes</i>	<i>townsendi</i>	Clarín norteño
	<i>Myadestes</i>	<i>occidentalis</i>	Clarín jilguero
	<i>Catharus</i>	<i>aurantirostris</i>	Zorzal pico naranja
	<i>Catharus</i>	<i>ustulatus</i>	Zorzal de Swainson
	<i>Catharus</i>	<i>guttatus</i>	Zorzal cola rufa
	<i>Turdus</i>	<i>assimilis</i>	Mirlo garganta blanca
	<i>Turdus</i>	<i>rufopalliatus</i>	Mirlo dorso rufo
	<i>Turdus</i>	<i>migratorius</i>	Mirlo primavera
Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>polyglottos</i>	Cenzontle norteño
	<i>Toxostoma</i>	<i>bendirei</i>	Cuitlacoche pico corto
	<i>Toxostoma</i>	<i>curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo
	<i>Melanotis</i>	<i>caerulescens</i>	Mulato azul
Motacillidae	<i>Anthus</i>	<i>rubescens</i>	Bisbita de agua
Bombycillidae	<i>Bombycilla</i>	<i>cedrorum</i>	Ampelis chinito
Ptilonotidae	<i>Ptilonotus</i>	<i>cinereus</i>	Capulínero gris
	<i>Phainopepla</i>	<i>nitens</i>	Capulínero negro
Laniidae	<i>Lanius</i>	<i>ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo
Vireonidae	<i>Vireo</i>	<i>griseus</i>	Vireo ojo blanco
	<i>Vireo</i>	<i>bellii</i>	Vireo de bell
	<i>Vireo</i>	<i>atricapillus</i>	Vireo gorra negra
	<i>Vireo</i>	<i>vicinior</i>	Vireo gris
	<i>Vireo</i>	<i>solitarius</i>	Vireo anteojillo
	<i>Vireo</i>	<i>huttoni</i>	Vireo reyezuelo
	<i>Vireo</i>	<i>hypochryseus</i>	Vireo dorado
	<i>Vireo</i>	<i>gilvus</i>	Vireo gorjeador
	<i>Vireo</i>	<i>flavoviridis</i>	Vireo verdeamarillo
Emberizidae	<i>Vermivora</i>	<i>peregrina</i>	Chipe peregrina
	<i>Vermivora</i>	<i>celata</i>	Chipe corona naranja
	<i>Vermivora</i>	<i>ruficapilla</i>	Chipe de coronilla
	<i>Vermivora</i>	<i>virginiae</i>	Chipe de Virginia
	<i>Vermivora</i>	<i>luciae</i>	Chipe rabadilla rufa
	<i>Parula</i>	<i>americana</i>	Parula norteña
	<i>Parula</i>	<i>pitiayumi</i>	Parula tropical
	<i>Dendroica</i>	<i>petechia</i>	Chipe amarillo
	<i>Dendroica</i>	<i>Magnolia</i>	Chipe de magnolia
	<i>Dendroica</i>	<i>coronata</i>	Chipe coronado
	<i>Dendroica</i>	<i>nigrescens</i>	Chipe negrogris
	<i>Dendroica</i>	<i>townsendi</i>	Chipe negroamarillo
	<i>Dendroica</i>	<i>occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla
	<i>Dendroica</i>	<i>graciae</i>	Chipe ceja amarilla
	<i>Mniotilta</i>	<i>varia</i>	Chipe trepador
	<i>Protonotaria</i>	<i>citrea</i>	Chipe dorado
	<i>Seiurus</i>	<i>noveboracensis</i>	Chipe charquero
	<i>Seiurus</i>	<i>motacilla</i>	Chipe arrojador
	<i>Oporornis</i>	<i>formosus</i>	Chipe patilludo
	<i>Oporornis</i>	<i>tolmiei</i>	Chipe de tolmie
	<i>Geothlypis</i>	<i>trichas</i>	Mascarita común
	<i>Wilsonia</i>	<i>citrina</i>	Chipe encapuchado
	<i>Wilsonia</i>	<i>pusilla</i>	Chipe corona negra
	<i>Myioborus</i>	<i>pictus</i>	Chipe ala blanca
	<i>Myioborus</i>	<i>miniatus</i>	Chipe de montaña



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

	<i>Euthlypis</i>	<i>lachrymosa</i>	Chipe de roca
	<i>Basileuterus</i>	<i>rufifrons</i>	Chipe gorra rufa
	<i>Icteria</i>	<i>virens</i>	Buscabreña
	<i>Peucedramus</i>	<i>taeniatus</i>	Ocotero enmascarado
Subfamilia			
Thraupinae	<i>Euphonia</i>	<i>affinis</i>	Eufonia garganta negra
	<i>Euphonia</i>	<i>elegantissima</i>	Eufonia capucha azul
	<i>Piranga</i>	<i>flava</i>	Tángara encinera
	<i>Piranga</i>	<i>rubra</i>	Tángara roja
	<i>Piranga</i>	<i>ludoviciana</i>	Tángara capucha roja
	<i>Piranga</i>	<i>bidentata</i>	Tángara dorso rayado
	<i>Piranga</i>	<i>erythrocephala</i>	Tángara cabeza roja
Cardinalinae	<i>Cardinalis</i>	<i>cardinalis</i>	Cardenal rojo
	<i>Cardinalis</i>	<i>sinuatus</i>	Cardenal pardo
	<i>Pheucticus</i>	<i>chrysopeplus</i>	Picogordo amarillo
	<i>Pheucticus</i>	<i>ludovicianus</i>	Picogordo pecho rosa
	<i>Pheucticus</i>	<i>melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo
	<i>Guiraca</i>	<i>caerulea</i>	Picogordo azul
	<i>Passerina</i>	<i>amoena</i>	Colorín lázuli
	<i>Passerina</i>	<i>cyanea</i>	Colorín azul
	<i>Passerina</i>	<i>versicolor</i>	Colorín morado
	<i>Passerina</i>	<i>ciris</i>	Colorín sietecolores
Emberizinae	<i>Melospiza</i>	<i>kieneri</i>	Rascador nuca rufa
	<i>Pipilo</i>	<i>chlorurus</i>	Toquí cola verde
	<i>Pipilo</i>	<i>maculatus</i>	Toquí pinto
	<i>Pipilo</i>	<i>fuscus</i>	Toquí pardo
	<i>Volatinia</i>	<i>jacarina</i>	Semillero brincador
	<i>Aimophila</i>	<i>botterii</i>	Zacatonero de Botteri
	<i>Aimophila</i>	<i>cassinii</i>	Zacatonero de Bassin
	<i>Aimophila</i>	<i>carpalis</i>	Zacatonero ala rufa
	<i>Aimophila</i>	<i>ruficeps</i>	Zacatonera corona rufa
	<i>Aimophila</i>	<i>rufescens</i>	Zacatonero rojizo
	<i>Spizella</i>	<i>passerina</i>	Gorrión ceja blanca
	<i>Spizella</i>	<i>pallida</i>	Gorrión pálido
	<i>Spizella</i>	<i>breweri</i>	Gorrión de brewer
	<i>Spizella</i>	<i>atrogularis</i>	Gorrión barba negra
	<i>Pooecetes</i>	<i>gramineus</i>	Gorrión cola blanca
	<i>Chondestes</i>	<i>grammacus</i>	Gorrión arlequín
	<i>Amphispiza</i>	<i>bilineata</i>	Zacatonero garganta negra
	<i>Amphispiza</i>	<i>quinquestrata</i>	Zacatonero cinco rayas
	<i>Calamospiza</i>	<i>melanocorys</i>	Gorrión ala blanca
	<i>Ammodramus</i>	<i>savannarum</i>	Gorrión chapulín
	<i>Melospiza</i>	<i>lincolnii</i>	Gorrión de Lincoln
	<i>Zonotrichia</i>	<i>atricapilla</i>	Gorrión corona dorada
	<i>Zonotrichia</i>	<i>leucophrys</i>	Gorrión corona blanca
	<i>Junco</i>	<i>hyemalis</i>	Junco ojo oscuro
Icterinae	<i>Agelaius</i>	<i>phoeniceus</i>	Tordo sargento
	<i>Sturnella</i>	<i>magna</i>	Pradero tortilla con chile
	<i>Sturnella</i>	<i>neglecta</i>	Pradero occidental
	<i>Xanthocephalus</i>	<i>xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla
	<i>Euphagus</i>	<i>cynocephalus</i>	Tordo ojo amarillo



	<i>Quiscalus</i>	<i>mexicanus</i>	Zanate mexicano
	<i>Molothrus</i>	<i>aeneus</i>	Tordo ojo rojo
	<i>Molothrus</i>	<i>ater</i>	Tordo cabeza café
	<i>Icterus</i>	<i>wagleri</i>	Bolsero de Wagler
	<i>Icterus</i>	<i>spurius</i>	Bolsero castaño
	<i>Icterus</i>	<i>cucullatus</i>	Bolsero encapuchado
	<i>Icterus</i>	<i>pustulatus</i>	Bolsero dorso rayado
	<i>Icterus</i>	<i>bullockii</i>	Bolsero calandria
	<i>Icterus</i>	<i>parisorum</i>	Bolsero tunero
	<i>Cacicus</i>	<i>melanicterus</i>	Cacique mexicano
Fringillidae	<i>Carpodacus</i>	<i>mexicanus</i>	Pinzón mexicano
	<i>Carduelis</i>	<i>pinus</i>	Jilguero pinero
	<i>Carduelis</i>	<i>psaltria</i>	Jilguero dominico
Passeridae	<i>Passer</i>	<i>domesticus</i>	Gorrión casero

La región en estudio del proyecto pertenece a la Provincia Herpetofaunística llamada Mexicana del Oeste (Casas-Andreu & Reyna-Trujillo, 1990), donde los elementos de este grupo tienen amplia distribución por toda la región de la selva baja caducifolia, en su porción costera mexicana. Para el grupo de reptiles se contabilizaron 78 especies (Tabla IV.28) con 16.7 % del total faunístico: La familia Colubridae (culebras) tiene 32 especies, seguida por la familia Iguanidae (iguanas) con 15 especies y Viperidae (serpientes) con 6 especies.

Tabla IV.28 Inventario de reptiles con presencia potencial en el proyecto

Familia	Género	Especie/Subespecie	Nombre común
Kinosternidae	<i>Kinosternon</i>	<i>Alamosae</i>	Tortuga de lodo de Álamos
	<i>Kinosternon</i>	<i>Flavescens</i>	Tortuga de lodo amarilla
	<i>K.</i>	<i>Integrum</i>	Tortuga de lodo Sinaloense
	<i>K.</i>	<i>hirtipes</i> (Wagler)	Tortuga casquito
Emydidae	<i>Rinoclemmys</i>	<i>Pulcherrima</i>	Tortuga madera del Río Fuerte
	<i>Terrapene</i>	<i>Nelson</i>	Tortuga de caja manchada
	<i>Trachemys</i>	<i>Scripta</i>	Tortuga orejas rojas
Testudinidae	<i>Gopherus</i>	<i>Agassizzi</i>	Tortuga del desierto
Gekonidae	<i>Coleonyx</i>	<i>variegatus sonoriensis</i>	Gecko bandeado
	<i>Phylodactylus</i>	<i>Homolepidurus</i>	Gecko dedos de hoja
	<i>Phylodactylus</i>	<i>Tuberculosus</i>	Gecko tropical
Iguanidae	<i>Anolis</i>	<i>Nebulosus</i>	Anole de corteza mexicana
	<i>Callisaurus</i>	<i>draconoides brevipes</i>	Perrita alomosense
	<i>Holbrookia</i>	<i>Maculata</i>	Lagartija de bosque
	<i>Phrynosoma</i>	<i>Solare</i> (Gray)	Camaleón cornudo
	<i>Sceloporus</i>	<i>Clarki</i>	Cachorón espinoso
	<i>Sceloporus</i>	<i>clarki boylengeri</i>	Cachorón espinoso Sinaloense
	<i>Sceloporus</i>	<i>Horridus</i>	Lagartija de cercos
	<i>S.</i>	<i>nelsoni</i> (Colchran)	Lagartija de las rocas
	<i>S.</i>	<i>Poinsetti</i>	Lagartija espinosa
	<i>S.</i>	<i>Jarrovii</i>	Lagartija espinosa de montaña
<i>S.</i>	<i>Magister</i>	Cachorón	



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD REGIONAL

PRESA BICENTENARIO

	<i>Urosaurus</i>	<i>bicarinatus tuberculatus</i>	Lagartija de árbol tropical
	<i>Urosaurus</i>	<i>ornatus lateralis</i> (Boulenger)	Lagartija de árbol
	<i>Ctenosaura</i>	<i>hemilopha</i> (Cope)	Cahorón de las rocas
	<i>Dipsosaurus</i>	<i>dorsalis sonoriensis</i> (Allen)	Porohui
Scincidae	<i>Eumeces</i>	<i>tetragramus callicephalus</i> (Bocourt)	Sincido de montaña
	<i>Eumeces</i>	<i>parviauriculatus</i>	Sincido de sierra
Teiidae	<i>Cnemidophorus</i>	<i>costatus</i>	Huico
	<i>Cnemidophorus</i>	<i>costatus griseocephalus</i>	Huico
	<i>Cnemidophorus</i>	<i>tigres</i>	Huico
Anguile	<i>Elgaria</i>	<i>kingii</i>	Lagarto escorpión de Arizona
	<i>Gerrhonotus</i>	<i>multicarinatus</i>	Lagartija caimán
Helodermatidae	<i>Heloderma</i>	<i>horridum</i>	Escorpión
	<i>Heloderma</i>	<i>suspectum</i>	Monstruo de Gila
Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops</i>	<i>dulcis</i>	Serpiente ciega de Texas
	<i>Leptotyphlops</i>	<i>humilis</i>	Serpiente ciega del oeste
Boidae	<i>Boa</i>	<i>constrictor</i>	Corúa
Colubridae	<i>Dyadophis</i>	<i>punctatus</i>	Serpiente barreada
	<i>Nerodia</i>	<i>valida</i>	Culebra de agua
	<i>Drymarchon</i>	<i>corais</i>	Serpiente índigo
	<i>Drymobius</i>	<i>margaritiferus</i>	Serpiente
	<i>Phyllorhynchus</i>	<i>browni</i>	Serpiente nariz de hoja
	<i>Masticophis</i>	<i>flagellum</i>	Serpiente chicotera
	<i>Masticophis</i>	<i>bilineatus</i>	Serpiente trepadora
	<i>Masticophis</i>	<i>mentovarius</i>	Chirriónera
	<i>Salvadora</i>	<i>hexalepis</i>	Serpiente nariz de parche
	<i>Salvadora</i>	<i>bairdi</i>	Serpiente nariz de parchear-
	<i>Sonora</i>	<i>aemula</i>	Serpiente
	<i>Oxybelis</i>	<i>aeneus</i>	Serpiente café-vinada
	<i>Pseudoficimia</i>	<i>frontalis</i>	Serpiente falsa
	<i>Sympholis</i>	<i>lippiens</i>	Serpiente bandada
	<i>Pituophis</i>	<i>melanoleucus</i>	Serpiente topo
	<i>Elaphe</i>	<i>triaspis intermedia</i>	Serpiente verde
	<i>Lampropeltis</i>	<i>getulus</i>	Serpiente rey negra
	<i>Lampropeltis</i>	<i>triangulum</i>	Serpiente sinaloense
	<i>Rhinocheilus</i>	<i>lecontei</i>	Serpiente narigona
	<i>Thamnophis</i>	<i>cyrtopsis</i>	Serpiente cuello negro
	<i>Chilomeniscus</i>	<i>cinctus</i>	Serpiente bandada
	<i>Gyalopion</i>	<i>quadrangularis</i>	Serpiente nariz espinada
	<i>Tantilla</i>	<i>wilcoxi</i>	Serpiente cabeza negra
	<i>Tantilla</i>	<i>yaquia</i>	Serpiente cabeza negra del Yaqui
	<i>Hypsiglena</i>	<i>torquata</i>	Culebra nocturna
	<i>Hypsiglena</i>	<i>ochrorhyncha</i>	Culebra moteada
	<i>Trimorphodon</i>	<i>biscutatus</i>	Serpiente lira sonorensis
	<i>Trimorphodon</i>	<i>lambda</i> (Cope)	
	<i>Imantodes</i>	<i>gemmistratus</i>	Serpiente arborícola
	<i>Leptodeira</i>	<i>splendida</i>	Serpiente ojos de gato
	<i>Leptodeira</i>	<i>splendida</i>	Serpiente ojos de gato de Álamos
	<i>Leptophis</i>	<i>diploptropis</i>	Serpiente de arroyo
Elapidae	<i>Micruroides</i>	<i>euryxanthus</i>	Serpiente coralillo
	<i>Micrurus</i>	<i>distans distans</i>	Coralillo mexicano del oeste



Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>molossus</i>	Cascabel cola negra
	<i>Crotalus</i>	<i>tigris</i>	Cascabel tigre
	<i>Crotalus</i>	<i>lepidus</i>	Cascabel de las rocas
	<i>Crotalus</i>	<i>atrox</i>	Cascabel de diamantes
	<i>Crotalus</i>	<i>vasiliscus</i>	Cascabel mexicana del oeste
	<i>Agkistrodon</i>	<i>bilineatus</i>	Pichicuata, cantil

Los anfibios están representados por 18 especies (3.8% del total) en 6 familias taxonómicas (6.66%) con distribución local y estacional en periodo de lluvias y escasos sitios con humedad el resto del año en el proyecto. La familia Bufonidae (grupo de sapos) posee 6 especies, seguido por las familias Ranidae, Hylidae y Leptodactylidae (grupo de ranas) con 3 especies cada una.

Tabla IV.29 Inventario de anfibios con presencia potencial en el proyecto

Familia	Género	Especie/Subespecie	Nombre común
Pelobatidae	<i>Eleutherodactylus</i>	<i>couchi</i>	Sapo espolado
Leptodactylidae	<i>Hylactophryne</i>	<i>augusti</i>	Rana ladradora
	<i>Leptodactylus</i>	<i>occidentalis</i>	
	<i>Leptodactylus</i>	<i>melanonotus</i>	
Bufonidae	<i>Bufo</i>	<i>alvarius</i> (Girard)	Sapo toro-sapo verde
	<i>B.</i>	<i>marinus</i> (Linnaeus)	Sapo grande
	<i>B.</i>	<i>kelloggi</i> (Taylor)	Sapito de Kellogg
	<i>B.</i>	<i>mazatlanensis</i> (Taylor)	Sapo de Mazatlán
	<i>B.</i>	<i>punctatus</i>	Sapo puntos rojos
	<i>B.</i>	<i>cognatus</i> (Say)	Sapo crestado
Microhylidae	<i>Gastrophryne</i>	<i>olivacea mazatlanensis</i>	Sapo sinaloense
	<i>Hypopachus</i>	<i>variolosus</i>	Rana
Hylidae	<i>Hyla</i>	<i>arenicolor</i>	Rana arborícola
	<i>Pternohyla</i>	<i>fodiens</i>	Rana casquito
	<i>Hyla</i>	<i>eximia</i>	Rana arborícola
Ranidae	<i>Rana</i>	<i>Magnaocularis</i>	Rana de ojos grandes
	<i>Rana</i>	<i>Tarahumarae</i>	Rana tarahumara
	<i>Rana</i>	<i>forreri sinaloense</i>	Rana leopardo

Finalmente, los peces son el grupo más reducido de distribución en el área del proyecto, y referenciados directamente al cuerpo de agua de la presa Adolfo Ruiz Cortínes con 14 especies dentro de 5 familias taxonómicas, donde Poeciliidae es la familia más importante (grupo de charalitos) porque posee ella sola a 6 especies de peces.

Tabla IV.30 Inventario de peces con presencia potencial en el proyecto

Familia	Género	Especie/Subespecie	Nombre común
Poeciliidae	<i>Poeciliopsis</i>	<i>occidentales sonoriensis</i>	Charalito de Sonora
	<i>Poeciliopsis</i>	<i>monacha</i>	
	<i>Poeciliopsis</i>	<i>latidens</i>	Guatopote del Fuerte
	<i>Poeciliopsis</i>	<i>prolifica</i>	
	<i>Poeciliopsis</i>	<i>lucida</i>	
	<i>Poecilia</i>	<i>butleri</i>	Topote del Pacífico
Cyprinidae	<i>Agosia</i>	<i>chrysogaster</i>	Charalaleta larga
	<i>Cyprinus</i>	<i>carpio</i>	Carpa común
	<i>Gila</i>	<i>robusta</i>	Charal aleta redonda
Ciclidae	<i>Cichlasoma</i>	<i>beani</i>	Mojarra sinaloense



	<i>Sarotherodum</i>	<i>mozambicus</i>	Mojarra africana
Catostomidae	<i>Catostomus</i>	<i>bernardini</i>	Matalote yaqui
Ictaluridae	<i>Ictalurus</i>	<i>punctatus</i>	Bagre de canal
	<i>Ictalurus</i>	<i>pricei</i>	Bagre del yaqui

Especies de interés cinegético

La Tabla IV.31 detalla las 13 especies identificadas con valor cinegético en el proyecto (apenas el 2.78% de la diversidad faunística total registrada para el área), de los cuales 8 son mamíferos y cinco son aves. De acuerdo a SEMARNAT (2003), dichas especies representan valor económico en la actividad cinegética en el área de influencia del proyecto, donde hay establecidas Unidades de Manejo Ambiental (UMAS) pero en el sitio no existen aprovechamientos cinegéticos y esta actividad no es redituable para sus pobladores. Cuando llegan a realizar la cacería de estas especies, es con fines de autoconsumo, como alimento.

Tabla IV.31 Listado de especies de interés cinegético.

Clase	Familia	Nombre científico	Nombre común
Mammalia	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote
Mammalia	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris
Mammalia	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca
Mammalia	Felidae	<i>Felis rufus</i>	Gato montés
Mammalia	Felidae	<i>Felis (Puma) concolor</i>	León de montaña
Mammalia	Leporidae	<i>Lepus hallen</i>	Liebre
Mammalia	Leporidae	<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo
Mammalia	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Jabalí
Avis	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas
Avis	Columbidae	<i>Columba fascista</i>	Paloma huilota
Avis	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita
Avis	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernicalo
Avis	Odontophoridae	<i>Callipepla douglasii</i>	Codorniz cresta dorada

Los pobladores de la región indican que se practica la caza de especies como el jaguar (*Panthera onca*), el margay (*Leopardos wiedii*), el jaguarundi (*Felis yagouaroundi*) y el águila dorada (*Aquila chrysaetos*); aunque éstas especies están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 -donde no es posible tramitar permisos de cacería para ellas- deduciendo que son cazadas ilegalmente. Lo anterior se realiza cuando afectan al ganado doméstico.

Uso de las especies

De las especies registradas para la el área donde se instalará, existen usos asignados de acuerdo a la función que desempeñan en los usos e importancia en el sitio.

Dentro de la zona de estudio no se realiza comercialización alguna de especies de fauna silvestre, pero es una práctica ilícita conocida en el municipio de Álamos.

Se identificaron 11 especies de mamíferos y 12 aves con diversos usos de acuerdo a la Tabla que se muestra a continuación.



Tabla IV.32 Uso de las especies presentes en el Proyecto

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
Mamífero	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	1
Mamífero	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	1
Mamífero	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado Cola Blanca	1,3
Mamífero	Felidae	<i>Felis onca</i>	Jaguar	1,3
Mamífero	Felidae	<i>Felis rufus</i>	Gato montés	1
Mamífero	Felidae	<i>Felis wiedii</i>	Margay	1
Mamífero	Felidae	<i>Felis (Puma) concolor</i>	León de montaña	1
Mamífero	Felidae	<i>Felis yagouarundi</i>	Jaguarundi, onza	1,3
Mamífero	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre	1,2,4
Mamífero	Leporidae	<i>Sylvilagus audobonii</i>	Conejo	1,2
Mamífero	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Jabalí	1
Aves	Accipitridae	<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila dorada	1,3
Aves	Aratingidae	<i>Ara militaris</i>	Guacamaya verde	4
Aves	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garzón cenizo	4
Aves	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	1
Aves	Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pacífica	4
Aves	Cuculidae	<i>Geococyx californianus</i>	Correcaminos Norteño	3
Aves	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halcón cernícalo	1
Aves	Psittacidae	<i>Forpus cyanopygius</i>	Periquito enano	4
Aves	Odontophoridae	<i>Callipepla douglasii</i>	Codorniz crestidorada	1
Aves	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	4
Aves	Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	Perico frentinaranja	4
Aves	Psittacidae	<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>	Cotorra serrana	4

1: valor de caza, 2: alimento, 3: místico/religioso, 4: ornamental

De los usos identificados, 15 son de valor de caza, 2 como alimento, 5 de interés místico/religioso y 8 de relevancia como ornamental. Entre las especies de fauna como caza, 11 son mamíferos y 4 aves; entre la fauna con valor como alimento hay 2 mamíferos y ninguna ave; de uso místico/religioso fueron registradas 3 especies de mamíferos y 2 de aves; finalmente, entre los usos ornamentales, ya sea como adorno en casa o como mascota, dominan 7 especies de aves (pericos y cotorras) y un mamífero.

Especies enlistadas en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010

En la diversidad de especies con presencia potencial en el área de estudio, existen un total de 57 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Comparando el total de especies protegidas con presencia potencial en el área con las 20 especies observadas y/o evidenciadas en campo durante los muestreos (tabla IV.24), se obtiene que de estas, sólo tres especies están en estatus de protección: el tejón (*Taxidea taxus*), la tortuga del desierto (*Gopherus agassizii*) y la cascabel mexicana del oeste (*Crotalus basilliscus*).

En la tabla IV.33 se observa un resumen por grupo faunístico de las 57 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que son mencionadas por la bibliografía con presencia potencial en el área. De ese total, 18 especies están amenazadas (A), 35 en protección especial (Pr) y 4 en peligro de extinción.



Tabla IV.33 Registro de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo faunístico	Especies protegidas		Estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010		
	Número	% del total	Amenazadas	Protección especial	Peligro de extinción
Mamíferos	8	14.03	4	1	3
Aves	10	17.54	1	8	1
Reptiles	30	52.63	9	21	0
Anfibios	2	3.50	0	2	0
Peces	7	12.28	4	3	0
Total	57	100	18	35	4

De los mamíferos, con 8 especies enlistadas, cuatro son amenazadas, 3 en peligro de extinción y una en protección especial. Las aves con 10 especies, 8 tienen la categoría de protección especial, una amenazada y una en peligro de extinción. Los reptiles son representados más del 50% de las enlistadas con 30 especies, donde 21 tienen protección especial y nueve con categoría de amenazadas. Los anfibios por su parte, con apenas dos especies en estatus de protección en la categoría de protección especial. Por último, los peces con siete especies siendo cuatro amenazadas y tres en protección especial.

En total, de acuerdo a la proporción de especies por grupo registradas para el área en estudio, tenemos que los peces tienen en categoría de protección al 50% de las especies registradas, seguido por los reptiles con un 38.46% de su registro total, y por lejos los anfibios con 11.11%. El resto de los grupos faunísticos (mamíferos y aves) tienen menor proporción de especies protegidas enlistadas.

Tabla IV.34 Listado de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Género	Especie/Subespecie	Nombre común	Categoría de protección
MAMIFEROS				
Soricidae	<i>Notiosorex</i>	<i>crawfordi</i>	Musaraña del desierto	Amenazado
Phyllostomidae	<i>Choeronycteris</i>	<i>mexicana</i>	Murciélago trompudo	Amenazado
Sciuridae	<i>Spermophilus</i>	<i>madrensis</i>	Ardilla de la Sierra Madre	Protección especial
Mustelidae	<i>Taxidea</i>	<i>taxus</i>	Tejón americano	Amenazado
Felidae	<i>Panthera</i>	<i>onca</i>	Jaguar	Peligro de extinción
		<i>pardalis</i>	Ocelote	Peligro de extinción
	<i>Felis</i>	<i>wiedii</i>	Margay	Peligro de extinción
	<i>Felis</i>	<i>yaguaroundi</i>	Jaguarundi	Amenazado
AVES				
Accipitridae	<i>Accipiter</i>	<i>cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Protección especial
		<i>striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Protección especial
	<i>Harpyhaliaetus</i>	<i>solitarius</i>	Águila solitaria	Protección especial
	<i>Buteogallus</i>	<i>anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Protección especial
	<i>Parabuteo</i>	<i>unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Protección especial
Psittacidae	<i>Ara</i>	<i>militaris</i>	Guacamaya verde	Peligro de extinción
	<i>Forpus</i>	<i>cyanopygius</i>	Perico catarina	Protección especial
		<i>Amazona</i>	<i>finschi</i>	Loro corona lila
Picidae	<i>Picoides</i>	<i>stricklandi</i>	Carpintero de Strickland	Protección especial
	<i>Capephilus</i>	<i>guatemalensis</i>	Carpintero pico plata	Protección especial
REPTILES				
Kinosternidae	<i>Kinosternon</i>	<i>hirtipes</i>	Tortuga casquito	Protección especial, no endémico
	<i>Kinosternon</i>	<i>alamosae</i>	Tortuga de lodo de Álamos	Protección especial, endémico
Emydidae	<i>Terrapene</i>	<i>nelsoni</i>	Tortuga de caja manchada	Protección especial, endémico
	<i>Trachemys</i>	<i>scripta</i>	Tortuga orejas rojas	Protección especial, no endémico
Testudinidae	<i>Gopherus</i>	<i>agassizzi</i>	Tortuga del desierto	Amenazado, no endémico
Gekonidae	<i>Coleonyx</i>	<i>variegatus sonoriensis</i>	Gecko bandeado	Protección especial no endémico
	<i>Phyllodactylus</i>	<i>homolepidurus</i>	Gecko dedos de hoja	Protección especial, endémico
Iguanidae	<i>Callisaurus</i>	<i>draconoides brevipes</i>	Perrita alomosense	Amenazado, no endémico



	<i>Ctenosaura</i>	<i>hemilopha (Cope)</i>	Cahorón de las rocas	Protección especial, endémico
Scincidae	<i>Eumeces</i>	<i>parviauriculatus</i>	Sincido de sierra	Protección especial, endémico
Anguile	<i>Elgaria</i>	<i>kingii</i>	Lagarto escorpión de Arizona	Protección especial
Helodermatidae	<i>Heloderma</i>	<i>horridum</i>	Escorpión	Amenazada, no endémico
	<i>Heloderma</i>	<i>suspectum</i>	Monstruo de Gila	Amenazado, no endémico
Boidae	<i>Boa</i>	<i>constrictor</i>	Corúa	Amenazado, no endémico
Colubridae	<i>Masticophis</i>	<i>flagellum</i>	Serpiente chicotera	Amenazado, no endémico
	<i>Salvadora</i>	<i>bairdi</i>	Serpiente nariz de parchear	Protección especial, endémico
	<i>Sonora</i>	<i>aemula</i>	Serpiente	Protección especial, endémico
	<i>Thamnophis</i>	<i>cyrtopsis</i>	Serpiente cuello negro	Amenazado, no endémico
	<i>Gyalopion</i>	<i>quadrangularis</i>	Serpiente nariz espinada	Protección especial, endémico
	<i>Hypsiglena</i>	<i>torquata</i>	Culebra nocturna	Protección especial, no endémico
	<i>Trimorphodon</i>	<i>biscutatus</i>	Serpiente lira sonorese	Protección especial, no endémico
	<i>Imantodes</i>	<i>gemmistratus</i>	Serpiente arborícola	Protección especial, no endémico
	<i>Leptophis</i>	<i>diploptropis</i>	Serpiente de arroyo	Amenazado, endémico
Elapidae	<i>Micruroides</i>	<i>euryxanthus</i>	Serpiente coralillo	Amenazado, no endémico
	<i>Micrurus</i>	<i>distans distans</i>	Coralillo mexicano del oeste	Protección especial, endémico
Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>molossus</i>	Cascabel cola negra	Protección especial, no endémico
	<i>Crotalus</i>	<i>tigris</i>	Cascabel tigre	Protección especial, no endémico
	<i>Crotalus</i>	<i>lepidus</i>	Cascabel de las rocas	Protección especial, no endémico
	<i>Crotalus</i>	<i>basiliscus</i>	Cascabel mexicana	Protección especial, endémico
	<i>Agkistrodon</i>	<i>bilineatus</i>	Pichicuata, cantil	Protección especial, no endémico
ANFIBIOS				
Microhylidae	<i>Gastrophryne</i>	<i>olivacea mazatlanensis</i>	Sapo sinaloense	Protección especial, no endémico
Ranidae	<i>Rana</i>	<i>forreri sinaloense</i>	Rana leopardo	Protección especial, no endémico
PECES				
Poeciliidae	<i>Poeciliopsis</i>	<i>occidentales sonoriensis</i>	Charalito de Sonora	Amenazado, no endémico
	<i>Poeciliopsis</i>	<i>latidens</i>	Guatopote del fuerte	Amenazado, endémico
	<i>Poecilia</i>	<i>Butleri</i>	Topote del Pacífico	Amenazado, no endémico
Cyprinidae	<i>Agosia</i>	<i>chrysogaster</i>	Charalaleta larga	Amenazado, endémico
	<i>Gila</i>	<i>robusta</i>	Charal aleta redonda	Protección especial, no endémico
Catostomidae	<i>Catostomus</i>	<i>bernardini</i>	Matalote yaqui	Protección especial, no endémico
Ictaluridae	<i>Ictalurus</i>	<i>pricei</i>	Bagre del Yaqui	Protección especial, no endémico

De las especies que en peligro de extinción que sobresalen por su importancia es el Jaguar (*panthera onca*) cuya presencia ha sido reportada en la zona "Costa Norte del Pacífico" misma que representa la parte más norteña de la distribución de jaguar en México, la cual está limitada por la Sierra Madre Occidental. En esta zona la distribución del jaguar está asociada principalmente a la selva seca. Aunque se ha reportado la presencia de jaguar en Arizona, Estados Unidos (McCain y Childs 2008, Grigione *et al.* 2009) es muy probable que se trate de organismos transeúntes buscando sitios con calidad suficiente para establecerse, obligados por la alta presión humana ejercida en sus ambientes idóneos.

En el mapa publicado por la Conabio CONANP en el año 2006 (ver Fig. IV.41) se puede observar que las áreas más importantes por su tamaño y conectividad son, en orden de importancia, la parte media-baja de la península de Yucatán (Chiapas-Campeche-gran parte de Quintana Roo); en el Pacífico, la región baja de Sinaloa y las faldas de la sierra Madre Occidental en el estado de Sonora; y por último, la región de los Chimalapas y la sierra de Tamaulipas. Las áreas de menor importancia, pero relevantes al poder ser eslabones en la creación de corredores, están en Nayarit, Michoacán y una parte en Guerrero. De las poblaciones mencionadas, las presentes en la península de Yucatán, APFF meseta de Cacaxtla (Sinaloa), APFF Álamos (Sonora), quedan parcialmente contenidas dentro de algún área protegida.



Actualmente existe un Programa de Conservación del jaguar en la Sierra Alta de Sonora el cual tiene sus inicios en 1999 cuando se empezó a buscar la procedencia de la posible fuente de dispersión de los jaguares observados en Arizona en 1996 y 1997.

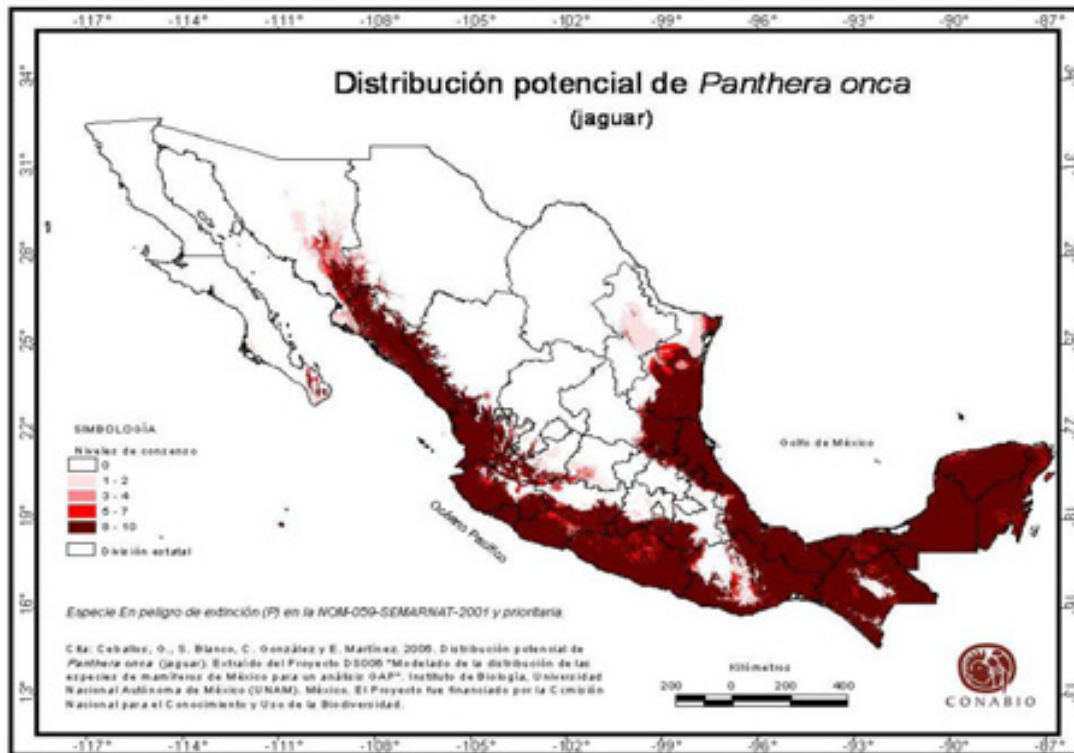


Fig. IV.41. Mapa de distribución del Jaguar. Conabio 2006.

Bajo una investigación de campo extensa iniciada desde la frontera Arizona-Sonora, conducida durante el periodo de verano de 1999 a verano del 2000 por Octavio C. Rosas Rosas y Raúl Valdez de la Universidad Estatal de Nuevo México, EUA, se localizó a una población residente de jaguares en el municipio de Nacori Chico, en la cuenca de los Ríos Aros-Río Bavispe aproximadamente a 200 km de la frontera con los EUA y a más de 500 km de la zona del presente proyecto.

A principios del 2003 se aprobó el registro de la UMA denominada “Programa de Conservación del Jaguar en la Sierra Alta de Sonora” (UMA-SEMARNAT-292-SON), con propuestas y soluciones a corto y mediano plazo para prevenir y mitigar las depredaciones del ganado con la ayuda de la también creada “Asociación Para la Conservación del Jaguar en la Sierra Alta de Sonora A.C.” (Febrero del 2004) que incluyen alternativas nuevas para manejar el ganado en áreas abiertas y minimizar los índices de depredación.

Para Sonora, algunos investigadores han calculado una densidad de 1.4 jaguares por 100 km² (Carlos A. Lopez González, Jornada Ecológica, agosto 2010), principalmente en los ranchos “Los Pavos” y Zetásora, en alianza entre Naturalia, AC, y Northern Jaguar Project, donde actualmente es una reserva privada dedicada a proteger la especie (Reserva del Jaguar del Norte); al parecer recientemente no se han registrado avistamientos de jaguar en otras regiones



de Sonora ni tampoco en los municipios más cercanos a la Sierra Alta de Sonora, ni tampoco en la sierra de Alamos donde se encuentra el Area de Protección de Flora y Fauna Sierra de Alamos-Arroyo Cuchujaqui, sitio relativamente cercano al Proyecto de la presa Pilares..

IV.2.3. Paisaje

El proyecto está trazado en una región típica de la Selva Baja Caducifolia, con escasos asentamientos humanos, los cuales desarrollan actividades agrícolas de tipo temporal y pecuaria de repercusión local.

La topografía es mayormente bajada con lomeríos suaves con cauces intermitentes que alimentan a la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari) durante el periodo de lluvias. Las porciones cerriles que atraviesan el proyecto cuentan con alturas máximas de 400 m.

IV.2.3.1 Visibilidad

El proyecto es fácil de observarse desde su origen, con pequeños tramos transitables. Lo anterior debido a que la cobertura vegetal de porte alto (dominado por estrato arbustivo y arbóreo) limita la ubicación panorámica, a menos que se llegue a la cima de estos cerros.

Una vez en operación la presa, y dada la homogeneidad del área, el efecto visual no será interrumpido.

IV.2.3.2 Calidad paisajística

Los componentes del paisaje existentes en el proyecto son:

- Arroyos de tipo intermitentes, sin la presencia de agua corriendo, exceptuando el agua intermitente del río Mayo, ni cuerpos de agua exceptuando la presa Mocuzarit.
- Topografía mayormente de tipo bajada con lomeríos suaves que permite el tránsito, con escasos cerros y lomeríos en su entorno.
- Material arbolado de porte medio y alto, típico del arreglo vegetativo de la Selva Baja Caducifolia
- Al sur, la presa Adolfo Ruiz Cortines considerada área de interés dada por la inclusión del proyecto en la región hidrológica prioritaria Cuenca del río Mayo.

Por otra parte, las alteraciones al paisaje natural existentes en el área son:

- Cercos que delimitan los predios.
- Caminos que comunican asentamientos locales
- Pequeños asentamientos humanos de las localidades involucradas



- Parches de desmontes y agricultura de temporal.
- Incendios forestales

En términos generales el sitio carece de atributos de belleza escénica. Como se ha mencionado, el área está dominado por Selva Baja Caducifolia, con topografía bajada con lomeríos suaves en su entorno, además que presenta discontinuidad por interrupción de terracerías, brechas de acceso, cercos, áreas desmontadas, agricultura de temporal y asentamientos humanos.

El valor paisajístico del sitio, sólo es apreciado por los pobladores locales. No es sitio de visita de la región, quienes prefieren dirigirse principalmente hacia el Sur del proyecto, hacia la presa El Mocúzari, o hacia el sureste, en la ciudad de Alamos.

No hay evidencia, ni infraestructura que revele sitios turísticos en la trayectoria del proyecto.

Sin embargo, en el embalse contemplado existen asentamientos indígenas del grupo Guarijíos. El proyecto está fuera de cualquier área natural protegida, donde la más cercana es la llamada Área de Protección de la Flora y Fauna Silvestre y Acuática "Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui", la cual está ubicada al sureste del proyecto. Finalmente, el área queda dentro de la Región Hidrológica Prioritaria No. 17 llamada Río Mayo, donde los principales intereses son la protección de las zonas costeras y cuerpos de agua continentales, los cuales no existen en el área de estudio.

IV.2.3.3 Fragilidad

La fragilidad es la capacidad del ecosistema para absorber los cambios que se produzcan en él derivados de una acción determinada. El ecosistema donde está insertado el proyecto posee atributos que le permiten resistir los cambios en términos de recuperación del escenario. Lo anterior debido a que el proyecto involucra desmonte y/o poda en su trayectoria, en especial el llenado de espacios físicos para componer el área de embalse. Adicionalmente, los programas de conservación de suelos y de protección de especies, reforzarán las afectaciones al medio, en especial porque están involucradas dos especies vegetales en estado de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, que son el guayacán (*Guaiacum coulteri*) y la amapa (*Tabebuia palmeri*).

IV.2.3.4. Evaluación del paisaje

El área de estudio muestra paisajes propios de las sierras sonorenses, en los cuales, son claramente identificados los ambientes riparios con poco cauce, laderas con selvas bajas caducifolias y actividades humanas comunes como los pastizales artificiales para la ganadería. Se observa de manera general dos horizontes, superior o lejano y el inferior. El horizonte lejano está compuesto por el paisaje común, como son las sierras con selvas bajas caducifolias y el cercano compuesto por el río de poco cauce y vegetación riparia dispersa.



La metodología empleada para realizar la evaluación visual de paisaje se estableció en dos etapas: una de trabajo en terreno y otra fase de estudio y análisis en gabinete de los datos obtenidos.

Etapa en terreno. Se realizó una prospección en campo en las zonas consideradas como áreas de influencia, 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.
- Cuerpo 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 (camino, energía eléctrica, aéreas 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.

El área de influencia visual del proyecto para el análisis de paisaje se encuentra delimitada al sur por Cerro San Bernardo y el sur de Cerro El Potrero de las Burras, al este por la Sierra Las Calabazas. Al norte se encuentra limitada por la Sierra Oscura y al oeste por el Cerro El Potrero de las Burras.



Los componentes principales del entorno abiótico están representados en la región por sierra que van desde 1000 hasta cerca de 2000 metros sobre el nivel del mar, como los cerros El Potrero de las Burras, Sierra Oscura y Sierra Las Clabazas, que son las que limitan el entorno del proyecto, y cañadas entre las mismas, que dan origen a los principales escurrimientos en la región.

Otro de los elementos importantes dentro del componente abiótico es el representado por el Río Mayo con sus arroyos tributarios. Este elemento es el representante más importante de los elementos del paisaje, al combinarse con las sierras y cañadas. El elemento corre de manera sinuosa entre las geoformas presentes, creando escenarios como los que se muestran en la parte inferior.



Fig. IV.42 Componente abiótico del paisaje

El componente biótico está representado por dos comunidades de vegetación principales: selva baja caducifolia y vegetación riparia dispersa. La selva baja caducifolia cubre casi el 100% de la cubierta de suelo presente en el área de estudio y la vegetación riparia se muestra de manera aislada o dispersa sobre el cauce principal del río Mayo.



Fig. IV.43 Componente biótico del paisaje



Uno de los componentes modeladores del paisaje es el componente antropico, el cual está compuesto por elementos artificiales como son las actividades agrícolas, ganaderas, urbanas e hidráulicas que pueden y llegar a dar otro aspecto al paisaje. De los elementos que integran al componente antropico en esta región, podemos observar paisajes de zonas agrícolas en áreas de inundación del río, pastizales inducidos en laderas para ganadería, así como asentamientos humanos de baja densidad e infraestructura de comunicación.



Fig. IV.44 Componente antropico

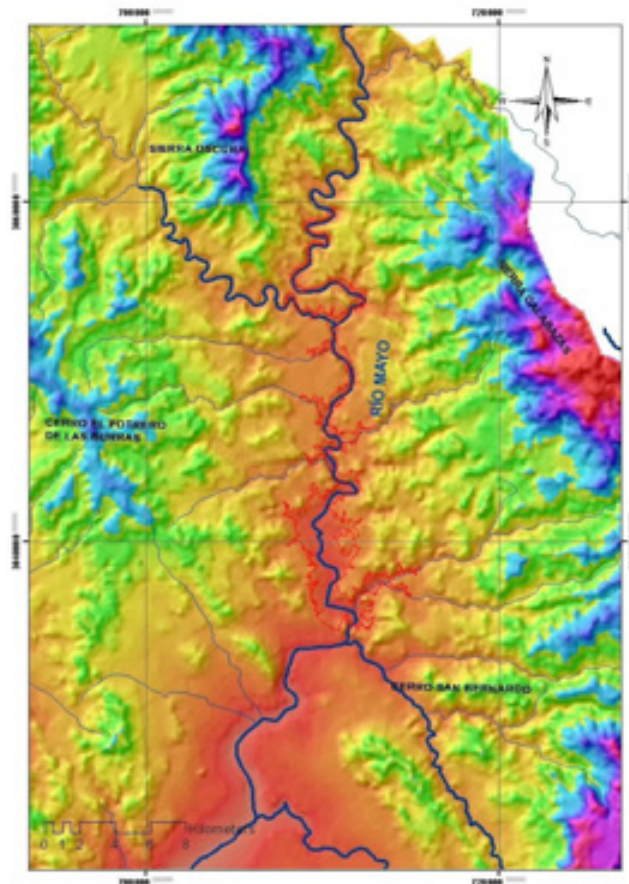


Fig. IV 45. Rasgos geomorfológicos e hidrológicos de referencia en la evaluación del paisaje



Puntos de observación.

Los puntos de observación se encuentran definidos en las figuras inferiores. Se definieron tres puntos de observación que presentan las características que se mencionaron anteriormente para su definición (Ver Fig IV.46.).

- P. O. 1 Mochibampo.
- P. O. 2 La Herradura.
- P. O. 3 Los Pilares

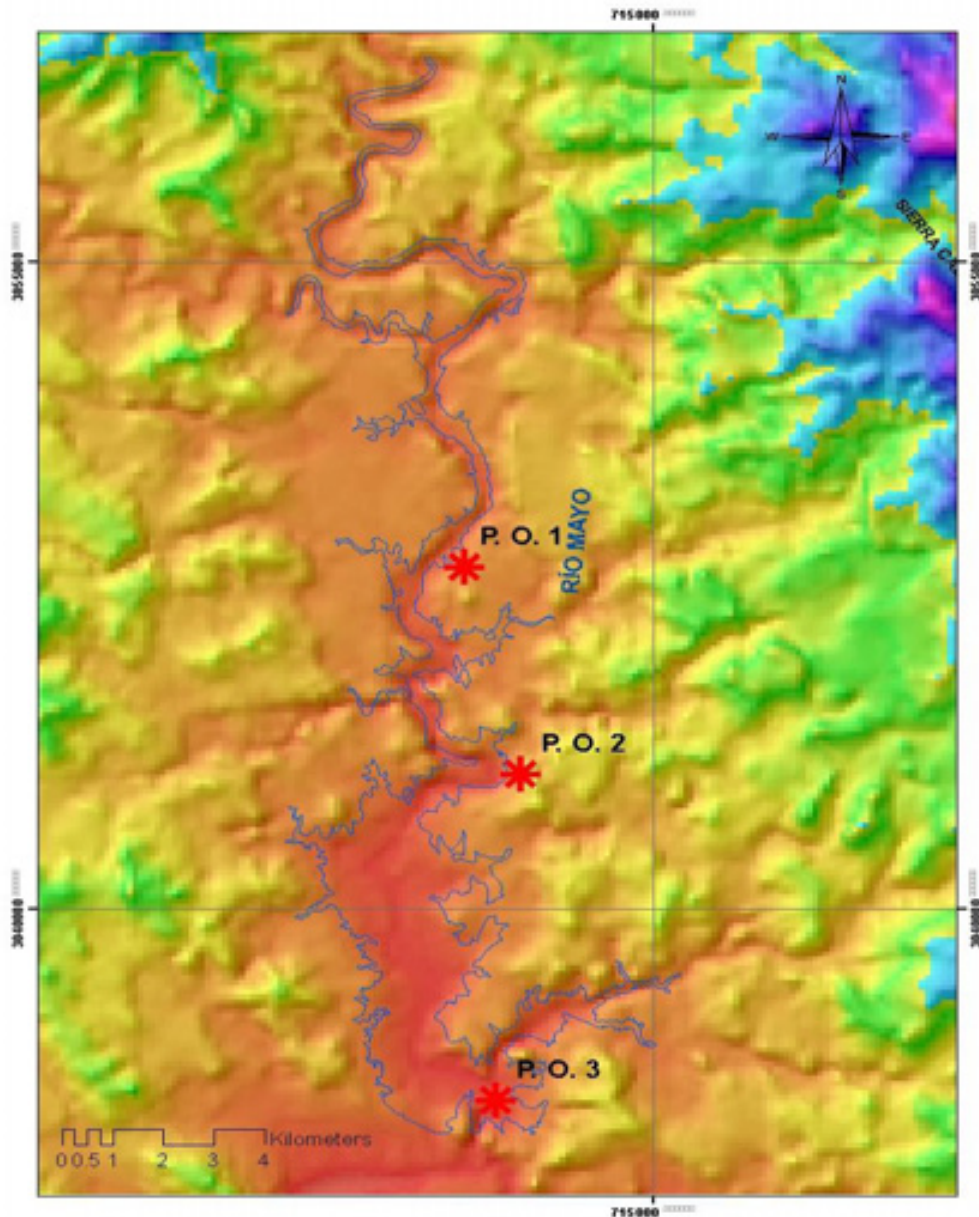


Fig. IV 46. Puntos de referencia en la evaluación del paisaje

Cuencas visuales.

Las cuencas visuales definidas para cada uno de los puntos de observación se muestran en las figuras de la IV.46-IV.48. Para cada uno de los puntos de observación se definieron al menos tres cuencas visuales en base a las características propias del terreno.

El primer punto de observación (Mochibampo) fue considerado en base a la localización de las obras propuestas y su área de influencia visual, así como la mayor probabilidad de visualización de un visitante común. De igual manera el punto ubicado en La Herradura considera tanto la observación de un visitante común como la influencia de la cuenca visual.

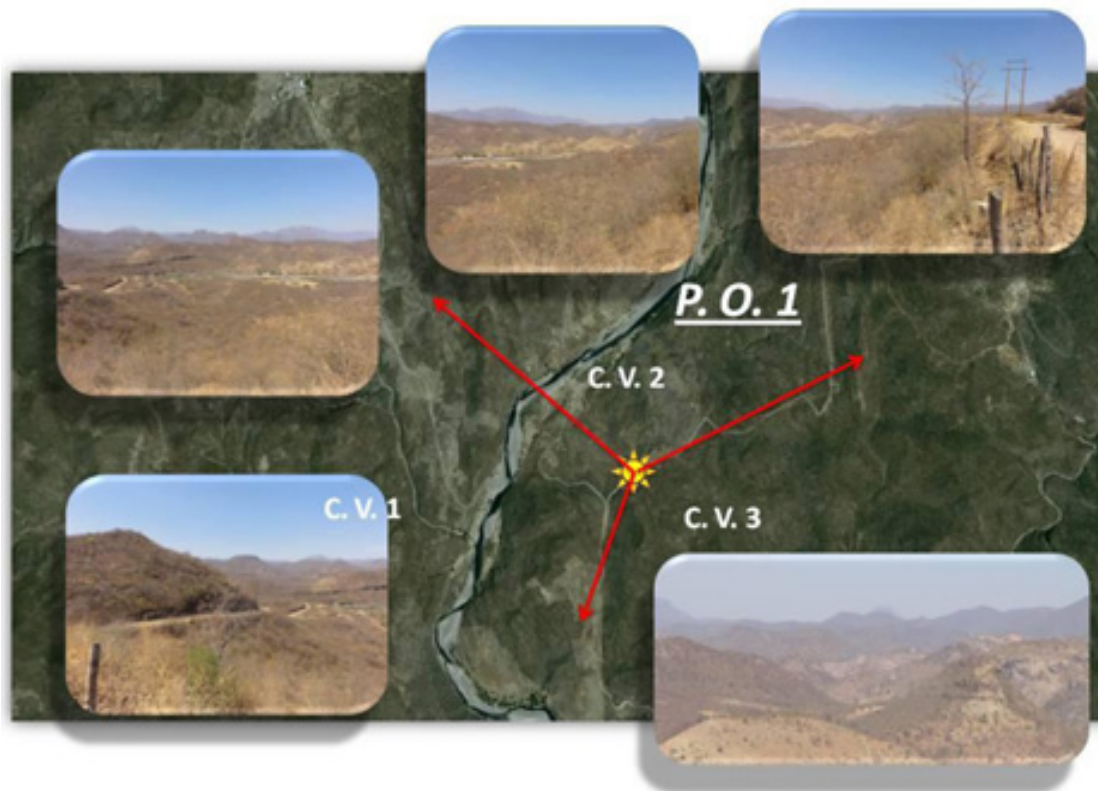


Fig. IV.47. Punto de observación 1.

Punto de observación 1.

- | | |
|------------------|--|
| Cuenca visual 1. | Laderas de selva baja y ambiente ripario suroeste. |
| Cuenca visual 2. | Laderas de selva baja y ambiente ripario norte. |
| Cuenca visual 3. | Sierra con selva baja. |

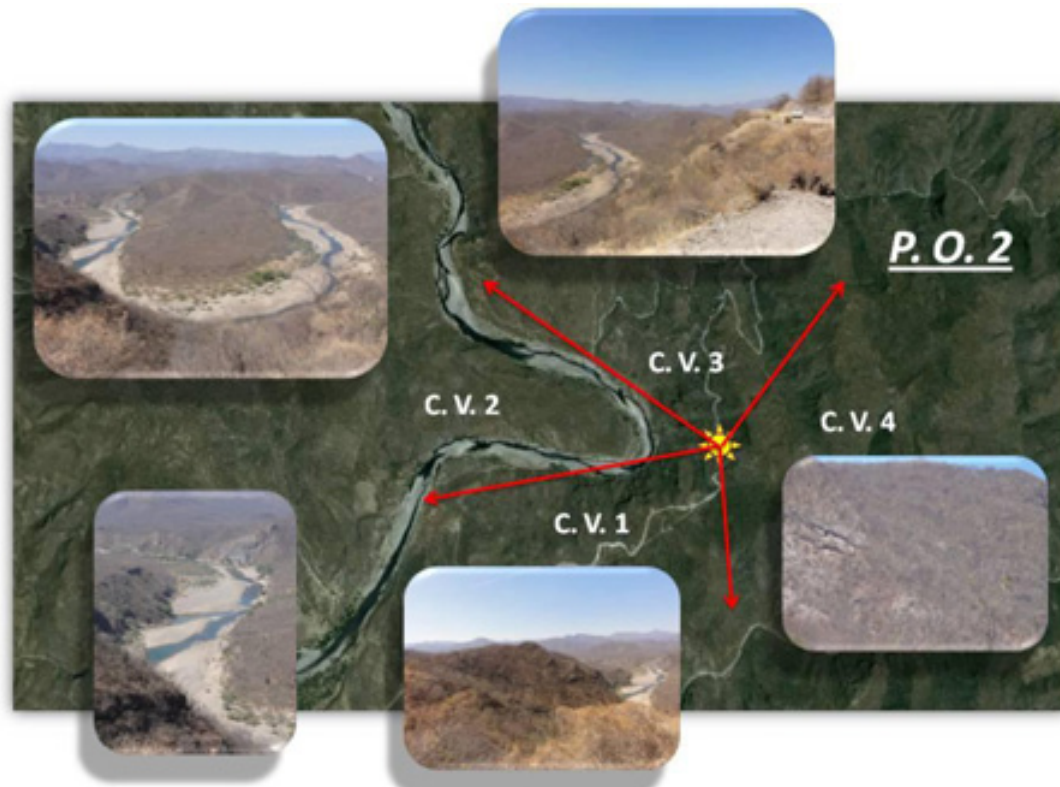


Fig. IV.48. Punto de observación 2.

Punto de observación 2

- | | |
|------------------|--|
| Cuenca visual 1. | Ladera sur con selva baja y ambiente ripario. |
| Cuenca visual 2. | Ambiente ripario |
| Cuenca visual 3. | Ladera norte con selva baja y ambiente ripario |
| Cuenca visual 4. | Sierra con selva baja |

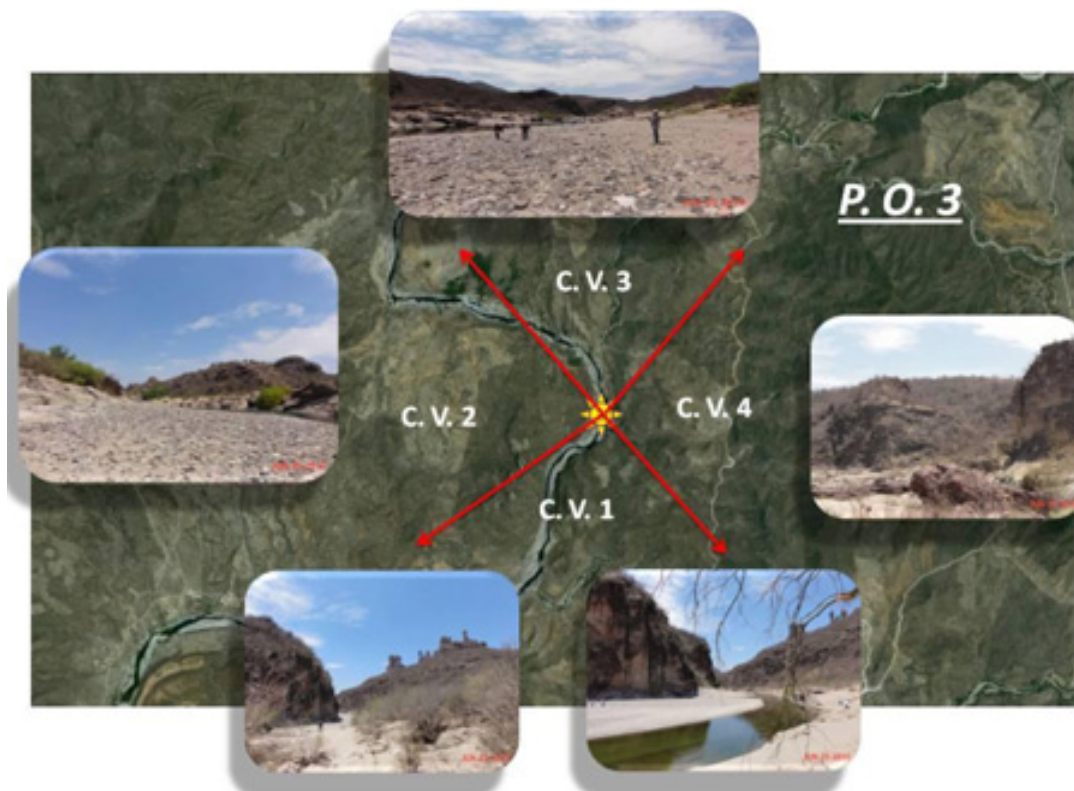


Fig. IV.49. Punto de observación 3.

Punto de observación 3

Cuenca visual 1.	Base de río y cañadas, formaciones rocosas (Los Pilares).
Cuenca visual 2.	Base de río y laderas de sierra con selva baja.
Cuenca visual 3.	Base de río al norte con fondo de sierra y selva baja.
Cuenca visual 4.	Cañada y laderas de sierra con selva baja.

Inventario de recursos visuales.

- ❖ Áreas de interés escénico: dentro del paisaje local, las principales áreas de interés escénico están constituidas por formaciones rocosas caprichosas poco comunes y meandros, desde puntos de observación con vista panorámica.
- ❖ Hitos visuales de interés: los puntos más importantes de interés visual corresponden a las formaciones rocosas “Los Pilares”, vista panorámica de cauce del río Mayo “La Herradura”.
- ❖ Cubierta vegetal dominante: la cubierta vegetal dominante corresponde a la Selva Baja caducifolia.



- ❖ Presencia de fauna: dada la presencia del cauce del río Mayo es probable la observación de fauna regional
- ❖ Intervención humana: en el paisaje local, la intervención humana es de moderada a baja. Se observan caminos de terracería que comunican a los asentamientos rurales, así como pastizales en laderas y base del río como soporte a la ganadería de tipo extensivo.
- ❖ Áreas de interés histórico: la zona presenta rasgos históricos de distribución de los territorios indígenas de la tribu Mayo y Guarijio. La localidad Mesa Colorada es una de las comunidades que se consideran de la tribu Guarijio.

Calidad del paisaje.

Los resultados de la evaluación de las cuencas visuales se muestran en las tablas inferiores, las cuales consideraron análisis a partir de calidad y fragilidad del paisaje. Se calificó con valores crecientes de 10, 30 y 50 en base a su calidad y 10, 20 y 30 para fragilidad.

Tabla IV.35 . Matriz de evaluación de calidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 1.

PUNTO DE OBSERVACIÓN 1	LADERAS CON SELVA BAJA Y AMBIENTE RIPARIO SUROESTE	LADERAS CON SELVA BAJA Y AMBIENTE RIPARIO NORTE	SIERRA CON SELVA BAJA
CUENCA VISUAL	CV1	CV2	CV3
Geomorfología	30	30	30
Vegetación	10	10	10
Agua	30	30	0
Color	10	10	10
Fondo escénico	30	30	10
Singularidad o rareza	20	20	10
Actuaciones humanas	10	10	30
PROMEDIO	20	20	14.3
CALIDAD PROMEDIO	M-BAJA	M-BAJA	BAJA

Tabla IV.36. Matriz de evaluación de calidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 2.

PUNTO DE OBSERVACIÓN 2	LADERA SUR CON SELVA BAJA Y AMBIENTE RIPARIO	AMBIENTE RIPARIO	LADERA NORTE CON SELVA BAJA Y AMBIENTE RIPARIO	SIERRA CON SELVA BAJA
CUENCA VISUAL	CV1	CV2	CV3	CV4
Geomorfología	30	30	30	30
Vegetación	10	10	10	10
Agua	30	30	30	0
Color	10	10	10	10
Fondo escénico	30	50	30	10
Singularidad o rareza	20	30	20	10
Actuaciones humanas	10	10	10	30
TOTAL	20.0	24.3	20.0	14.3
CALIDAD PROMEDIO	M-BAJA	M-BAJA	M-BAJA	BAJA



Tabla IV.37. Matriz de evaluación de calidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 3.

PUNTO DE OBSERVACIÓN 3	BASE DE RIO CON CAÑADAS, FORMACIONES ROCOSAS (LOS PILARES)	BASE DE RIO Y LADERAS DE SIERRA CON SELVA BAJA	BASE DE RIO CON FONDO DE SIERRA Y SELVA BAJA	CAÑADA Y LADERAS DE SIERRA CON SELVA BAJA
CUENCA VISUAL	CV1	CV2	CV3	CV4
Geomorfología	50	30	30	30
Vegetación	10	10	10	10
Agua	30	30	30	30
Color	30	30	30	30
Fondo escénico	50	50	50	50
Singularidad o rareza	30	30	30	30
Actuaciones humanas	30	30	30	30
TOTAL	32.9	30.0	30.0	30.0
CALIDAD PROMEDIO	M-ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA

Fragilidad del paisaje.

Tabla IV.38. Matriz de evaluación de fragilidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 1.

PUNTO DE OBSERVACIÓN 1		LADERAS CON SELVA BAJA Y AMBIENTE RIPARIO SUROESTE	LADERAS CON SELVA BAJA Y AMBIENTE RIPARIO NORTE	SIERRA CON SELVA BAJA
FACTOR	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	CV1	CV2	CV3
BIOFISICO	Pendiente	20	20	20
	Vegetación (Densidad)	10	10	10
	Vegetación (Contraste)	30	30	30
	Vegetación (Altura)	20	20	20
	Vegetación (Estacionalidad)	20	20	20
ACCESIBILIDAD	Visual	20	20	10
VISUALIZACIÓN	Tamaño de la cuenca visual	10	10	10
	Forma de la cuenca visual	20	20	20
	Compacidad	30	30	20
SINGULARIDAD	Unidad de Paisaje	20	20	20
PROMEDIO		20	20	18
FRAGILIDAD VISUAL		MEDIA	MEDIA	MEDIA

Tabla IV.39. Matriz de evaluación de fragilidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 2.

PUNTO DE OBSERVACIÓN 2		LADERA SUR CON SELVA BAJA Y AMBIENTE RIPARIO	AMBIENTE RIPARIO	LADERA NORTE CON SELVA BAJA Y AMBIENTE RIPARIO	SIERRA CON SELVA BAJA
FACTOR	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	CV1	CV2	CV3	CV4
BIOFISICO	Pendiente	20	20	20	20
	Vegetación (Densidad)	10	20	10	10
	Vegetación (Contraste)	30	30	30	30
	Vegetación (Altura)	20	20	20	20
	Vegetación (Estacionalidad)	20	20	20	20
ACCESIBILIDAD	Visual	20	30	20	10
VISUALIZACIÓN	Tamaño de la cuenca visual	10	10	10	10
	Forma de la cuenca visual	20	20	20	20
	Compacidad	30	30	30	20
SINGULARIDAD	Unidad de Paisaje	20	30	20	20
PROMEDIO		20	23	20	18
FRAGILIDAD VISUAL		MEDIA	M-ALTA	MEDIA	MEDIA



Tabla IV.40. Matriz de evaluación de fragilidad del paisaje de las cuencas visuales en el punto de observación 3.

PUNTO DE OBSERVACIÓN 3		BASE DE RIO CON CAÑADAS, FORMACIONES ROCOSAS (LOS PILARES)	BASE DE RIO Y LADERAS DE SIERRA CON SELVA BAJA	BASE DE RIO CON FONDO DE SIERRA Y SELVA BAJA	CAÑADA Y LADERAS DE SIERRA CON SELVA BAJA
FACTOR	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	CV1	CV2	CV3	CV4
BIOFISICO	Pendiente	30	20	20	30
	Vegetación (Densidad)	30	30	30	30
	Vegetación (Contraste)	20	20	20	20
	Vegetación (Altura)	20	20	20	20
	Vegetación (Estacional)	20	20	20	20
ACCESIBILIDAD	Visual	10	20	30	10
VISUALIZACIÓN	Tamaño de la cuenca visual	30	20	10	30
	Forma de la cuenca visual	30	30	30	30
	Compacidad	10	20	30	10
SINGULARIDAD	Unidad de Paisaje	30	20	20	30
PROMEDIO		23	22	23	23
FRAGILIDAD VISUAL		M-ALTA	M-ALTA	M-ALTA	M-ALTA

Evaluación de las unidades de paisaje.

Las unidades de paisaje en el área de estudio fueron definidas en base a las cuencas visuales descritas y analizadas en los párrafos anteriores, tomando como principio que cada unidad de paisaje es un conjunto de rasgos homogéneos de condiciones de vegetación y rasgos geomorfológicos dominantes.

Se identificaron cinco unidades de paisaje en la zona de interés, que comprenden atributos como sierras, ríos, cañadas, laderas y formaciones rocosas. En la tabla inferior se muestra los resultados obtenidos.

Tabla IV.41. Valoración del paisaje

UNIDADES DE PAISAJE	CALIDAD DEL PAISAJE	FRAGILIDAD DEL PAISAJE
SIERRA CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA	BAJA	MEDIA A BAJA
LADERAS CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA	MEDIA A BAJA	MEDIA
AMBIENTES RIPARIOS	MEDIA A BAJA	MEDIA A ALTA
BASE DE RÍO CON CAÑADA	MEDIA A ALTA	MEDIA A ALTA
FORMACIONES ROCOSAS (LOS PILARES)	MEDIA A ALTA	MEDIA A ALTA

Unidades de paisaje.

❖ Unidad de paisaje 1. Sierra con selva baja caducifolia.

La unidad se caracteriza por ser el paisaje representativo en la región. Las formaciones de sierras comprenden a los complejos Sierra Oscura, Sierra Las Calabazas, así como a los cerros El Potrero de las Burras y Cerro San Bernardo.



Las estructuras mencionadas corresponden a las de mayor altura en esta región, entre 1000 a 2000 metros sobre el nivel medio del mar. Las formaciones circundan el áreas de interés y es cubierta en casi su totalidad por vegetación de tipo Selva Baja Caducifolia, cuyas característica principal es la pérdida de la mayor parte de su follaje en una época del año, ofreciendo paisajes opacos a semidesnudos y contraste en época de lluvias en la que el follaje está presente y la región es completamente verde claro. Este paisaje ofrece, además, por su estructura, la observación de arroyos tributarios y ríos.

La calidad visual obtenida corresponde a nivel bajo debido principalmente a que es un paisaje común con un fondo escénico común en esta región. La vegetación de selva baja representa poca variabilidad en colores, destacandose unicamente en estación lluviosa su contraste. Se observa la presencia de actividades humanas en forma de pastizales para la actividad ganadera, así como la creación de caminos de terracería que cruzan la geofoma para darle comunicación a rancherías y a las localidades rurales de baja densidad. La fragilidad visual es media a baja debido a que es un paisaje con poco contraste al presentar vegetación monoespecífica (selva baja), pendientes moderadas y vegetación de la misma altura.



Fig. IV.50 Paisaje de Sierra con selva baja caducifolia

❖ Unidad de paisaje 2. Laderas con selva baja caducifolia.

El paisaje Laderas con selva baja está comprendido entre los sistemas de sierras y la transición hacia terrenos planos, en ella se ve reflejada mas intensamente las actividades ganaderas y urbanas (localidades). El presente paisaje está formado por geformas de menor tamaño y pendientes mas suaves, con vegetación natural de tipo selva baja caducifolia. Al igual que en el paisaje de sierra, la cubierta vegetal muestra características de pérdida de follaje en una epoca del año, creando tonalidades opacas de café y gris, y en epoca de lluvias, cuando surge nuevamente el follaje, el paisaje se torna de colores verdes claro.



Fig. IV.51 Paisaje de Laderas con selva baja caducifolia

Aunque no es un aspecto predominante en la región, las actividades relacionadas a la ganadería (pastizales) se observan sobre estos paisajes, en los que la remoción y quema de la vegetación natural son actividades comunes, así como la presencia de asentamientos rurales de baja densidad.



Los resultados de la evaluación de calidad visual del paisaje muestran valores de media a baja calidad, principalmente por presentar vegetación monoespecífica de manera natural, así como poca variabilidad en el color y presencia de actividades humanas. Este paisaje se distribuye en toda la zona del proyecto, sin embargo, la calidad visual es la misma. La fragilidad visual del paisaje muestra que esta unidad de paisaje es de fragilidad visual media. Se observa continuamente en los diferentes puntos de observación como una unidad de paisaje común.

❖ **Unidad de paisaje 3. Ambientes riparios.**

Los ambientes riparios encontrados en la región corresponden al cauce principal del Río Mayo, el cual se desplaza de norte a sur de manera sinuosa entre las sierras oscura y Las Calabazas, hasta la presa el Mocuzarit. El paisaje ripario en esta región presenta escasa vegetación propia de estos ecosistemas. Se observan mayormente áreas descubiertas de vegetación con tipo de suelo arenoso. La poca vegetación riparia encontrada se distribuye en los meandros o zonas de depositación del material arenoso. Este tipo de paisajes es común en la región, sin embargo, no es siempre visible por estar enclavado en un sistema de sierras. Se observan algunos puntos importantes con características paisajísticas relevantes, por su forma (La Herradura) y por estar entre cañada (Los Pilares).

En estas áreas se observaron actividades propias de la ganadería como la siembra de pastizales, remoción de la cubierta vegetal, quema y pastoreo de ganado.

La calidad visual de este paisaje es de media a baja de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis. Los elementos que le añaden un valor alto a la calidad visual corresponden a fondo escénico, agua y raras, sin embargo, presenta valores muy bajos en atributos como vegetación, color y actuaciones humanas. Si bien es un paisaje con un valor escénico alto, el presentar escasa (o en algunos casos nula) vegetación, así como actividades ganaderas y rurales como estéticas, le dan un valor muy bajo, cuyo promedio lo define como calidad visual media a baja. Por otro lado, los resultados de fragilidad visual de este paisaje lo posicionan como fragilidad media a alta, como todos los paisajes en los que se encuentra el río como elemento constituyente.

Este paisaje presenta poca vegetación y la vegetación colindante es monoespecífica, la singularidad de este paisaje, aunque se encuentre en gran parte de la región, presenta elementos importantes considerados como distintivos. Estos componentes le dan a este paisaje una fragilidad media a alta.

**Fig. IV.52 Paisaje Ripario****❖ Unidad de paisaje 4. Base de río con cañadas.**

El paisaje base de río con cañada se compone por dos elementos principales, pendientes abruptas mayores a 30% y base de río o cauce de arroyo. En la región se presentan algunos puntos de interés con este paisaje, siendo uno de los principales el ubicado en Los Pilares. El paisaje ofrece principalmente elementos paisajísticos importantes basados en la geomorfología abrupta con base acuosa o cauce seco de río o arroyo. En este caso, si bien es cierto que la vegetación es monoespecífica, se presenta contraste de colores opacos por vegetación y rocas y muy claros por base arenosa, así como reflejos del cuerpo de agua (en forma ocasional). La estructura del paisaje presenta un valor alto de fondos escénicos y poca o nula actuaciones humanas. En resumen, la calidad visual del paisaje (media a alta), está determinada por la geomorfología, fondo escénico, singularidad, color y agua y calificación baja en vegetación.

La fragilidad visual resultante para este paisaje es media a alta. Si bien estos paisajes no son visibles desde cualquier punto de observación, los rasgos de pendiente, densidad de vegetación, contraste y singularidad, principalmente, otorga a este tipo de paisaje fragilidades tendientes a ser las más altas en la región de interés.



Fig. IV.53 Paisaje de la base del río con cañadas.

❖ **Unidad de paisaje 5. Formaciones rocosas.**

En la región es poco común encontrar paisajes con formaciones rocosas. Este paisaje constituido por las formaciones rocosas se ubica cercano a la localidad de San Bernardo, desde la cual es visible. La calidad visual de este paisaje en particular es de media a alta, por presentar rasgos geomorfológicos únicos en la región, un fondo escénico importante, aunque se ve disminuido por la presencia de vegetación monoespecífica. El único elemento importante que limita el potencial escénico es la vegetación de selva baja caducifolia.

Presenta formas erosivas importantes que definen tres pilares de roca, de los cuales toma el nombre. Las pendientes son mayores al 30% en las estructuras y cañadas en la parte inferior del sistema, sin cubierta vegetal sobre las mismas y espacios en las bases de roca. Las formaciones no son visibles desde cualquier punto de observación, solo vistas escasas e interrumpen el horizonte en las que aparecen. La fragilidad visual es de media a alta de acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación.



Fig. IV.54 Paisaje de formaciones rocosas.

IV.2.4 Medio socioeconómico.

El propósito del siguiente apartado es describir cada una de las principales características socioeconómicas extraídas de los temáticos de INEGI, los cuales muestran información a nivel territorial por cada asentamiento humano dentro del área de estudio. Se seleccionaron aquellas localidades que están dentro del área de afectación del proyecto identificándose los atributos que muestran los archivos en formato *shape file* y que por consiguiente reflejan las condiciones de infraestructura y dinámicas de población que presentan los sitios de interés.

Es necesario recalcar que de las nueve localidades que están dentro del área del proyecto solo cinco presentan información temática, debido en gran parte al nivel de población que registran los archivos digitales y que concuerda con los resultados de los diferentes Censos y Conteos de Población. Por tanto se obtuvo información a detalle de las localidades Las Choyitas, Miramar, Mochibampo, Chorijoa y Mesa Colorada; mientras que las localidades restantes (Las Garzas, Setajaqui, La toma de Agua y Cochuhuerito) quedan al margen al presentar un mínimo de población.

IV.2.4.1 Demografía

Las Choyitas

El comportamiento de la población de la localidad de las Choyitas presenta una dinámica demográfica que atraviesa por un periodo muy marcado de crecimiento y cinco declives muy notorios. Según el Archivo histórico de localidades de INEGI a durante las tres primeras décadas del siglo XX la localidad presentaba su mayor concentración de personas albergando a 100 según los registros.



Figura IV.42. Comportamiento poblacional de Las Choyitas

Sin embargo en las décadas posteriores la población muestra un comportamiento que se mantiene entre los 20 y cercana a los 40 habitantes, identificándose tres periodos declinatorios por debajo de las 20 personas que residen dentro de la localidad hasta la actualidad. Por ello las tasas de crecimiento reflejan el cálculo a mayor detalle del comportamiento demográfico.

Tabla IV.43. Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Las Choyitas

TCMP	
1950	0,34
1960	-1,81
1970	3,71
1980	-10,40
1990	11,61
1995	-7,79
2000	-24,21
2005	18,47

Si bien el año 2000 representa la caída más crítica de la localidad (-24.21 de TCMP), para el conteo del 2005 la población muestra una recuperación en torno al nivel de habitantes que indican las cifras de INEGI. Asimismo entrada la década de los ochentas se contempla una reducción significativa reflejado a partir de una tasa media de crecimiento anual de -10.40%, no obstante en su transcurso hasta llegar a 1990 se invierte la tendencia alcanzado una tasa de crecimiento positiva de 11.61%

Miramar

Desde principios del siglo XX la localidad de Miramar se ha caracterizado por ser una comunidad de tipo rancho, según los registro de INEGI en 1990 la localidad presenta baja siendo rehabilitada para 1995. Su población es pequeña albergando ocho personas dentro de la cifras del Censo de Población y Vivienda.

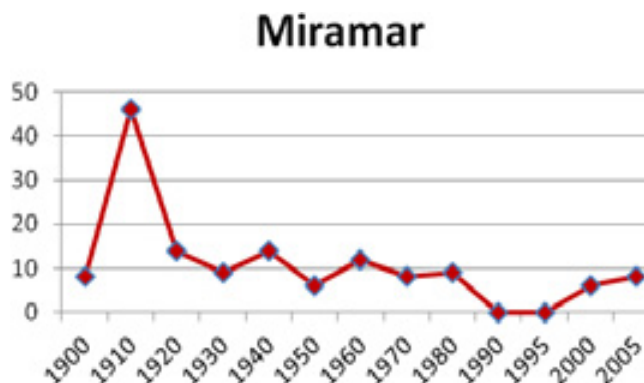


Figura IV.54. Comportamiento poblacional de Miramar

La localidad solo presenta un auge de su población de 46 personas a principios de siglo XX mientras que para las décadas restantes su comportamiento oscila entre los diez habitantes, manteniéndose esa tendencia posterior al proceso de rehabilitación. Su comportamiento proporcional de crecimiento se ve reflejado de la siguiente manera:

Tabla IV.44 Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Miramar

TCMP	
1940	4.52
1950	-8.12
1960	7.18
1970	-3.97
1980	1.18
2000	-2.01
2005	5.92

Si bien las tasas más altas resultaron ser 1940 con 4.52%, 1960 con 7.18% y 2005 con 5.92%; cabe destacar que la localidad presenta una tendencia mínima demográfica la cual se aprecia tanto con sus niveles de población como en el comportamiento de crecimiento de su dinámica demográfica.

Mochibampo

De acuerdo con los datos del Archivo Histórico de INEGI la localidad de Mochibampo registra una población de 5 personas en el año 1900 bajo la categoría de Rancho, sin embargo en el tiempo posterior presenta una baja ante la ausencia de personas que la habiten. No es hasta 1960 que se vuelve a tener información poblacional sin embargo en la década los setenes vuelve a registrar abandono hasta la década de los ochentas donde el archivo presenta la presenta como localidad rehabilitada.

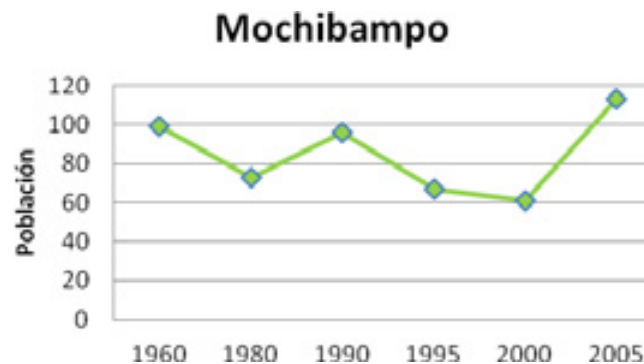


Figura IV.55. Comportamiento poblacional de Mochibampo

El nivel de población se ha mantenido por encima de las 60 personas, teniendo altibajos dentro del transcurso donde ha estado habilitada como localidad. De acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda la localidad presenta 113 habitantes, alcanzando su máximo histórico desde su formación. Esto se aprecia de mejor manera con el cálculo de las Tasas de crecimiento medias poblacional.

Tabla IV.45. Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Mochibampo

TCMP	
1980	-1.51
1990	1.38
1995	-6.94
2000	-1.86
2005	13.12

Las únicas tasas positivas, resultaron los periodos de 1990 y 2005 donde en el último periodo se observa un incremento considerable al reportar una Tasa de Crecimiento de 13.12%, lo que a su vez se traduce como una rehabilitación de la localidad al incrementar su población a los niveles desde su formación y que supera la cifra oficial reportada por INEGI.

Chorijoa

La población de Chorijoa se ha caracterizado por reflejar un comportamiento ascendente a través de los periodos transcurridos desde su formación. A diferencia de los datos demográficos de las demás localidades, Chorijoa presenta un crecimiento sostenido en su población con una ligera caída en el último periodo registrado por INEGI. Esto a su vez se debe a los flujos migratorios que se han dado en la región dentro de las mismas localidades entre comunidades y ejidos pertenecientes al municipio.

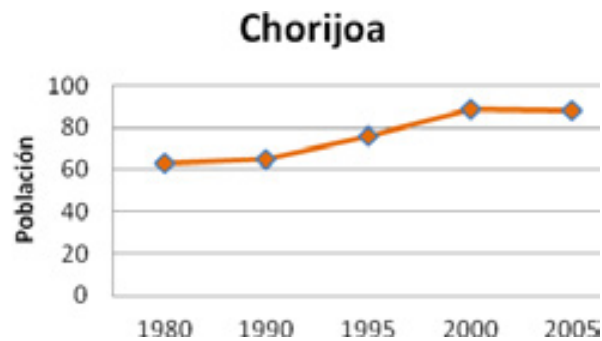


Figura IV.56. Comportamiento poblacional de Chorijoa

De acuerdo con la información del Archivo Histórico de Localidades, los habitantes que residían en el poblado Chorijoa era de 63 personas, mientras que para 1990 éstas solo se habían incrementado en 65 habitantes. Posterior a ello el comportamiento demográfico tendría como cifras 76, 89 y 88 habitantes para los siguientes periodos correspondientes.

Tabla IV.46. Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Chorijoa

TCMP	
1990	0,31
1995	3,18
2000	3,21
2005	-0,23

Analizando las distintas tasas de crecimiento observamos una tendencia creciente en la década de los noventas donde las cifras arrojan resultados de 3.18% para 1995 y 3.21% para el 2000. Lo anterior responde a que dentro del periodo de 1980 a 1990 la población creció en un 0.31% experimentando un muy ligero crecimiento mientras que en el transcurso de los noventas se obtuvo un crecimiento por año en promedio de 3.0% variable para cada cinco años.

Mesa Colorada

La población de Mesa Colorada se caracteriza por tener también un crecimiento ascendente y que de acuerdo la información recabada en campo, esta localidad concentra la mayor parte de la población del resto de las localidades pertenecientes al ejido Guarijío. Por tanto representa un punto de absorción poblacional en las últimas décadas.

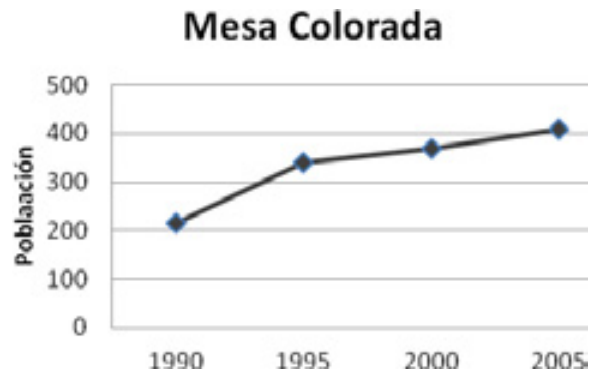


Figura IV.57 Comportamiento poblacional de Mesa Colorada

Para 1990 el nivel de población que presentaba la localidad era de 215 habitantes, mientras que para 1995 ya alcanzaba los 340 residentes. Asimismo para el año 2000 INEGI registra a 370 personas y finalmente en el 2005 su población se incrementaría con 409 habitantes.

Tabla IV.47. Tasa de crecimiento poblacional de la localidad Mesa Colorada.

TCMP	
1995	4.69
2000	1.71
2005	2.02

Analizando su comportamiento vemos como en el transcurso 1990-1995 la población creció en 4.6% promedio por año, mientras que para el periodo siguiente la población se incrementó en promedio por año en 1.71% y finalmente la tasa de crecimiento promedio en el último año fue de 2.02% de población.

Registros históricos de las localidades

De acuerdo con la información oficial recabada por INEGI algunas localidades presentan niveles muy inferiores de población, debido en gran parte a que en muchas ocasiones estas localidades han sido deshabilitadas o no han presentando volúmenes de población significativos, por lo cual fue necesario consultar los registros históricos para poder proporcionar información concerniente a la dinámica de la población de cada uno de esos asentamientos.

Las Garzas

De acuerdo a la información oficial, la localidad de Las Garzas mantiene la categoría de "Rancho" y presenta una trayectoria desde principios del siglo XX, no obstante tiene un registro con la categoría deshabilitada en los años posteriores a la Revolución Mexicana.

**Tabla IV.48. Registro histórico de la localidad Las Garzas**

Nombre de Localidad	Nombre del Municipio	Categoría	Origen de Modificación
Garzas	Álamos	Rancho	Censo de 1900.
Garzas	Álamos	Rancho	Censo de 1910.
Baja de la localidad.			
Las Garzas	Álamos	Rancho	Censo de 1970.
Localidad rehabilitada.			
Las Garzas	Álamos	Rancho	Censo de 1980.
Las Garzas	Álamos	Indefinida	Censo de 1990.
Las Garzas	Álamos	Indefinida	Conteo de 1995.
Localidad no habitada.			
Las Garzas	Álamos	Indefinida	Censo de 2000.
Las Garzas	Álamos	Indefinida	Conteo de 2005.

Asimismo y de acuerdo con los datos oficiales en los años setentas vuelve a tener registro ante INEGI con 10 residentes. Posterior a ello en los años ochentas se rehabilita nuevamente como Rancho habitado contado con 14 habitantes.

Tabla IV.49. Composición de la población de la localidad Las Garzas.

Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1900	Censo	6	3	3
1970	Censo	10	0	0
1980	Censo	14	0	0
1990	Censo	*	*	*
1995	Conteo	0	0	0
2000	Censo	*	*	*
2005	Conteo	1	*	*

Sin embargo, en la década de los noventas el archivo histórico no muestra población alguna dentro de la localidad y la categoría cambia a indefinida, siendo en 1995 pasa a ser nuevamente como localidad no habitada. Finalmente de acuerdo con datos del Censo de Población 2000 y del Conteo de Población 2005 el poblado presenta el mínimo de habitantes para quedar bajo el registro de localidad.

Setajaqui

El poblado de Setajaqui presenta también un registro de población iniciado el siglo XX con 58 habitantes (28 hombres y 30 mujeres) sin embargo de acuerdo con la información oficial, los años posteriores presenta un despoblamiento dando baja como localidad.

Tabla IV.50. Composición de la población de la localidad Setajaqui

Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1910	Censo	58	28	30
1990	Censo	*	*	*
1995	Conteo	*	*	*
2000	Censo	0	0	0
2005	Conteo	4	*	*

No es hasta la década de los noventas donde los registros presentan de nueva cuenta población dentro de la localidad aún cuando no se tiene con claridad el número de habitantes.



Si se observan los datos de los registros históricos se puede apreciar cómo se vuelve habilitar la localidad.

Tabla IV.51. Registro histórico de la localidad Setajaqui

Nombre de Localidad	Nombre del Municipio	Categoría	Origen de Modificación
Setajaqui	Álamos	Rancho	Censo de 1910.
Setajaqui	Álamos	Rancho	Censo de 1920.
Baja de la localidad.			
Setajaqui	Álamos	Indefinida	Censo de 1990.
Localidad rehabilitada.			
Setajaqui	Álamos	Indefinida	Conteo de 1995.
Setajaqui (Setajaqui del Río)	Álamos	Indefinida	Censo de 2000.
Localidad no habitada.			
Setajaqui (Setajaqui del Río)	Álamos	Indefinida	Conteo de 2005.

No es hasta el Censo de Población 2005 donde el total de habitantes asciende a cuatro personas que residen dentro de la comunidad y que hasta ese momento INEGI la registra con la categoría de indefinida, debido en gran parte a los distintos escenarios donde transcurre como localidad despoblada, rehabilitada y no habitada.

La Toma de Agua

En el caso de la localidad La Toma de Agua su población ha fluctuado de manera oscilante en todo el transcurso desde su desarrollo, la categoría que presenta en a principios del siglo XX pasa de rancho a congregación donde culmina un ciclo de su dinámica demográfica dándose de baja como localidad en los años posteriores a 1920 dentro de la etapa posrevolucionaria de la Republica Mexicana.

Tabla IV.52. Composición de la población de la localidad La toma de Agua.

Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1900	Censo	18	12	6
1910	Censo	28	14	14
1930	Censo	11	7	4
1940	Censo	16	11	5
1950	Censo	13	8	5
1960	Censo	4	4	0
1990	Censo	*	*	*
1995	Conteo	0	0	0
2005	Conteo	3	*	*

No obstante para la década los treinta del siglo pasado la localidad es rehabilitada y según los registros atraviesan por un cambio de categoría política albergando a una cantidad superior de personas entre las décadas de 1930 a 1950, alcanzando las 16 personas y siendo el número mayor dentro de los periodos identificados.

Tabla IV.53. Registro histórico de la localidad La Toma de Agua

Nombre de Localidad	Nombre del Municipio	Categoría	Origen de Modificación
Toma de Agua	Álamos	Rancho	Censo de 1900.
Toma de Agua	Álamos	Congregación	Censo de 1910.
Toma de Agua	Álamos	Congregación	Censo de 1921.
Baja de la localidad.			
Toma de Agua	Álamos	Rancho	Censo de 1930.
Localidad rehabilitada.			



Cambio de categoría política.			
Toma de Agua	Álamos	Rancho	Censo de 1940.
Toma de Agua	Álamos	Rancho	Censo de 1950.
Toma de Agua	Álamos	Rancho	Censo de 1960.
Toma de Agua	Álamos	Rancho	Censo de 1970.
Baja de la localidad.			
La Toma de Agua	Álamos	Indefinida	Censo de 1990.
Localidad rehabilitada.			
La Toma de Agua	Álamos	Indefinida	Conteo de 1995.
La Toma de Agua	Álamos	Indefinida	Censo de 2000.
Baja de la localidad.			
La Toma de Agua	Álamos	Indefinida	Conteo de 2005.
Localidad rehabilitada.			

Sin embargo el decrecimiento de su población quedaría marcado bajo el registro de baja de localidad en la década de los setentas para posterior a ello entrada la década de los noventas, la localidad apareciera como rehabilitada, sin embargo contrasta los registros históricos con los datos arrojados por el Censo de Población y Vivienda de 1990.

Después de efectuarse el Censo de Población y Vivienda 2000 la localidad es dada de baja por INEGI, y ya para el último Conteo de Población es rehabilitada albergando según los registros tres habitantes dentro de su área de asentamientos.

Cochuhuerito

La localidad del Cochuhuerito mantiene la categoría de indefinida en todos los años donde se registra el origen de modificación de acuerdo a sus características demográficas. Después del Censo del 2000 la localidad es presentada como no habitada ante el INEGI y posterior a ello vuelve a tener registro de habitantes.

Tabla IV.54. Registro histórico de la localidad Cochuhuerito

Nombre de Localidad	Nombre del Municipio	Categoría	Origen de Modificación
Cochuhuerito	Álamos	Indefinida	Conteo de 1995.
Cochuhuerito	Álamos	Indefinida	Censo de 2000.
Localidad no habitada.			
Cochuhuerito	Álamos	Indefinida	Conteo de 2005.

Al analizar sus datos históricos el total de habitantes que presentan las cifras oficiales reflejan actividad desde 1995, aunque éstas no figuren como cifras, lo anterior debido en gran parte a que la localidad presenta habitantes no fijos dentro de sus asentamientos humanos

Tabla IV.55. Composición de la población de la localidad Cochuhuerito.

Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes	Hombres	Mujeres
1995	Conteo	*	*	*
2000	Censo	0	0	0
2005	Conteo	8	*	*

Como se puede ver en el cuadro anterior, el último registro de población arroja a ocho personas que habitan la localidad siendo el único año donde INEGI presenta un número determinado de habitantes que residen dentro de la localidad, sin embargo presenta una categoría indefinida en todos los años disponibles con los datos de población.



Rangos de edad de la población en las localidades

De los 409 habitantes que presenta la localidad de Mesa Colorada 59 son población de 0 a 4 años lo cual arroja una proporción significativa al tener un cúmulo de personas que tienden a incrementar el número de habitantes en los años posteriores. El 16% de la población total tiene un rango entre los 15 y 24 años de edad mientras que el 18.5% es población entre los 6 y 11 años. Por tanto puede determinarse que en periodos posteriores Mesa Colorada experimente un potencial de población que se encuentre dentro del grado de actividad óptima, traducido en un posible bono demográfico.

Tabla IV.56. Relación de edades de 0 a 24 años en las localidades del proyecto

Localidad	Población de 0 a 4 años	Población de 5 años	Población de 6 a 11 años	Población de 12 a 14 años	Población de 15 a 24 años
Las Choyitas	2	0	0	0	3
Miramar	0	1	1	0	1
Mochibampo	14	3	20	13	23
Chorijoa	6	2	15	6	17
Mesa Colorada	59	19	76	29	68

En el caso de Mochibampo el 64% de su población se encuentra entre el rango de 0 a 24 años, siendo una proporción muy amplia con respecto al total de su población y el cual presenta un potencial de crecimiento futuro. Asimismo en el caso de Chorijoa el 52% de su población se encuentra dentro del mismo rango compartiendo el mismo fenómeno de crecimiento posterior. En el caso de las localidades de nivel de población inferior Las Choyitas presente solo 5 personas dentro del rango y la localidad de Miramar con tres.

Identificando la población de mayor edad se puede reflejar como en el caso de Mesa Colorada la proporción de dicho rango (18 y más) la tiene el 47% de la población mientras que en el caso de Chorijoa el 56% del total de la población se caracteriza por ser gente adulta así como en Mochibampo donde 50.4% de su total de habitantes.

Tabla IV.57. Población mayor de edad en las localidades del proyecto

Localidad	Población de 18 años y más	Población masculina de 18 años y más	Población femenina de 18 años y más
Las Choyitas	12	6	6
Miramar	6	4	2
Mochibampo	57	31	26
Chorijoa	50	31	19
Mesa Colorada	193	103	90

En el caso de las localidades con reducida población, las Choyitas presenta una proporción de su población adulta del 85% mientras que en el caso de Miramar es del 75% de sus habitantes. Estas localidades presentan una proporción mayor de la población adulta a diferencia de las restantes. No obstante es necesario identificar la población de la tercera edad para poder concretar el análisis de la población en cada una de las localidades.

**Tabla IV.58. Población de la tercera edad en las localidades del proyecto**

Localidad	Población de 60 años y más	Población masculina de 60 años y más	Población femenina de 60 años y más	Población de 65 años y más	Población masculina de 65 años y más	Población femenina de 65 años y más
Las Choyitas	2	1	1	2	1	1
Miramar	2	1	1	2	1	1
Mochibampo	8	4	4	3	2	1
Chorijoa	7	4	3	4	3	1
Mesa Colorada	22	13	9	11	7	4

Como población de la tercera edad se comprende a las personas que están dentro del rango de los 60 años y más. De esta forma se puede detectar que en el caso de Mesa Colorada su proporción es de 5.3% mientras que en Mochibampo es de 7.07% y en un caso similar Chorijoa comprende un 7.9 % de población de la tercera edad. Por su parte las localidades con poca población registran para el caso de Las Choyitas 14.2% de población de tercera edad mientras que para Miramar el 25% con relación al total.

Se tiene por tanto una relación de gente joven en la mayoría de las localidades viéndose beneficias por población en edad de trabajar, con poca población de mayor edad, agrupando características benéficas en torno al potencial que pueden tener con rangos de edad media, sin incurrir como en otras regiones con una mayoría de población en edad adulta. En este caso la proporción total se encuentra en la población joven y menor.

Relación de género

La importancia de identificar la relación de género dentro de las localidades muestra el cómo puede desarrollarse con mayor precisión un desarrollo poblacional, sobre todo en población perteneciente a las etnias de la región. Por tanto es necesario poder detectar la proporción de hombres y mujeres que están presentes dentro de las localidades de estudio.

En el caso de Mesa Colorada existe un proporción de 52% de hombres frente al total de la población, siendo mayoritaria la presencia de personas del sexo masculino aunque la paridad entre un género y otro va muy a la par. En el caso de Mochibampo, la proporción es de 53% muy similar que en Mesa Colorada y siendo mayoritario también la presencia de hombres dentro de la localidad.

Tabla IV.59. Relación de Población y género en las localidades del proyecto

Localidad	Población total	Población masculina	Población femenina
Las Choyitas	14	6	8
Miramar	8	5	3
Mochibampo	113	61	52
Chorijoa	88	44	44
Mesa Colorada	409	216	193

Chorijoa por su parte mantiene una relación homogénea dentro de la proporción entre hombres y mujeres y que de acuerdo con la información oficial de INEGI la relación es 50% entre hombres y mujeres. Ya en el caso de la Choyitas se presenta una relación menor con 42% de



la proporción de hombres mientras que en Miramar la proporción vuelve a ser mayor con 62.5% de personas del sexo masculina con relación al total de la población.

En el caso de los hogares, en todos predomina la jefatura masculina, sin embargo se encuentran casos donde existe una dirigencia femenina dentro de los hogares. En el caso de Mesa Colorada el 87% de los hogares mantiene una jefatura masculina mientras que en Chorijoa es de 85% la proporción de hogares de la misma índole.

Tabla IV.60. Composición de la población en los hogares de las localidades del proyecto.

Localidad	Total de hogares	Hogares con jefatura masculina	Hogares con jefatura femenina	Población en hogares	Población en hogares con jefatura masculina	Población en hogares con jefatura femenina	Población en hogares indígenas
Las Choyitas	4	3	1	14	9	5	0
Miramar	4	3	1	8	6	2	0
Mochibampo	20	17	3	113	103	10	113
Chorijoa	21	18	3	88	78	10	12
Mesa Colorada	83	73	10	409	368	41	394

En el caso de Mochibampo los hogares con jefatura masculina es de 85% mientras que en las localidades pequeñas la relación es la misma con 75% de hogares con dirigencia masculina. Hay que recalcar que en todos los casos, el resto de la proporción corresponde a la incursión de la mujer en la jefatura de los hogares, por lo cual si se encuentra presente la participación femenina dentro de la dirección que pueden tomar los hogares de la región en estudio aún cuando en muchos casos corresponden tanto a poblados mestizos como étnicos.

Lenguas Indígenas

Para identificar de mejor manera los componentes Sociodemográficos es de suma importancia abordar las características de la población en torno a las lenguas habladas dentro de las localidades. En el caso que concierne al área de estudio, los Guarijíos mantienen el dominio de su lengua en muchas de sus localidades por lo cual los registros de INEGI arrojan las siguientes cifras de lenguas indígenas habladas en la región.

Tabla IV.61. Población que habla lenguas indígenas en las localidades del proyecto

Localidad	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	Población masculina de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	Población femenina de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	Población masculina de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	Población femenina de 5 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español
Las Choyitas	0	0	0	0	0	0	0
Miramar	0	0	0	0	0	0	0
Mochibampo	91	49	42	2	89	49	40
Chorijoa	9	4	5	0	8	3	5
Mesa Colorada	327	175	152	15	300	161	139



El poblado con mayor proporción de habitantes de habla indígena es Mesa Colorada el cual según los registros de INEGI es de 79% del total de los habitantes mientras que en el caso de Mochibampo la proporción es de 80% lo cual nos habla de un segmento muy significativo de la población perteneciente a la etnia Guarijía.

En el caso de Chorijoa el 10.2% de la población representa un segmento de habla indígena mientras que en el caso del resto de las localidades no se presentan registros concernientes a población que hable el dialecto, sin embargo puede existen personas que entiendan la lengua debido a los parentescos dispersos que existen dentro de la región de manera muy reducida.

IV.2.4.2 Servicios

La información concentrada se enfoca a las localidades Las Choyitas, Miramar, Mochibampo, Chorijoa y Mesa Colorada; mientras que las localidades restantes (Las Garzas, Setajaqui, La toma de Agua y Cochuhuerito) quedan al margen al presentar un mínimo de población así como de viviendas habitadas tal y como se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla IV.62. Total de viviendas habitadas por localidades del proyecto

Las Choyitas	4
Las Garzas	1
Miramar	4
Mochibampo	18
Chorijoa	21
Mesa Colorada	82
Setajaqui	1
La Toma de Agua	1
Cochuhuerito	1

Características de las viviendas.

El poblado Mesa Colorada presenta el mayor número de viviendas habitadas identificándose 409 ocupantes de las viviendas dentro de la localidad, su promedio es de 4.99 de habitantes por vivienda. Mientras que Chorijoa y Mochibampo muestran diferencias significativas al tener el primero 21 viviendas habitadas y 88 ocupantes a diferencia de Mochibampo que tiene 18 viviendas habitadas pero con 113 habitantes.

Lo anterior refleja que en el caso de Mochibampo presenta un menor número de viviendas y un mayor número de habitantes a diferencia de Chorijoa, siendo el hacinamiento una de las características de su comportamiento sociodemográfico.

Tabla IV.63. Tipo de viviendas habitadas y ocupantes por localidad

Localidad	Total de viviendas habitadas	Viviendas particulares habitadas	Ocupantes en viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas
Las Choyitas	4	4	14	3.5	2.8
Miramar	4	4	8	2	0.89
Mochibampo	18	18	113	6.28	4.29



Chorijoa	21	21	88	4.19	2.12
Mesa Colorada	82	82	409	4.99	3.08

En el caso de las dos localidades con menor proporción de habitantes también se da un panorama similar ya que Las Choyitas presenta 4 viviendas con 14 habitantes mientras que Miramar presenta 4 viviendas con 8 habitantes, teniendo una proporción de promedio de habitantes de 3.5 y 2 ocupantes por viviendas respectivamente.

La disponibilidad de espacios varía mucho con relación a cada una de las viviendas. En el caso de Mesa Colorada las viviendas particulares habitadas con un dormitorio es de 72 de un total de 82 viviendas, se observa una disponibilidad de espacio muy reducida mientras que de las viviendas identificadas con dos dormitorios solo 9 presentan dicha característica. Las viviendas particulares habitadas dos cuartos o más es de 39 agrupando los dos últimos segmentos dentro de la información que maneja INEGI dentro de sus temáticos de Integración Territorial.

Tabla IV.64 Disponibilidad de espacios dentro de las viviendas por localidad

Localidad	Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	Viviendas particulares habitadas con un solo cuarto	Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más
Las Choyitas	3	1	3	1	0
Miramar	3	1	1	2	1
Mochibampo	16	1	11	5	1
Chorijoa	12	8	9	5	6
Mesa Colorada	72	9	42	30	9

En el caso de las dos localidades con rangos de población media (Mochibampo y Chorijoa) la primera presenta 16 viviendas particulares habitadas con un dormitorio mientras que en Chorijoa es de 12. Cabe destacar que en Mochibampo solo una vivienda habitada presenta dos dormitorios o mas mientras que en Chorijoa es que de ocho. Finalmente en las localidades con un rango de población inferior (Las Choyitas y Miramar) solo tres viviendas habitadas presentan disponibilidad de un dormitorio para cada uno de sus espacios. En el caso de las Choyitas no existe ninguna vivienda con 3 cuartos o mas mientras que en Miramar es de una vivienda con dicha característica.

En el caso de los servicios públicos con los que cuentan las viviendas se presentan distintos limitaciones de las viviendas, siendo diferente para cada una de ellas.

Tabla IV.65. Características y servicios públicos de las viviendas por localidad

Localidad	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada de la red pública	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública, drenaje ni energía eléctrica
Las Choyitas	4	0	0	4	4	0	4
Miramar	4	1	0	4	4	0	4
Mochibampo	17	0	0	17	17	0	17
Chorijoa	16	4	15	5	19	9	3
Mesa Colorada	81	29	48	34	82	26	23



En el caso de Mesa Colorada es la localidad que presenta mas indicadores variables dentro de sus asentamiento, por ejemplo 48 de sus viviendas disponen de agua entuba en la red pública mientras que 34 viviendas carecen ella. Asimismo solo 29 disponen de excusado o sanitario y 82 no cuenta con drenaje. Por último solo 26 de las viviendas cuenta con energía eléctrica.

Chorijoa por su parte presenta indicios más complementarios en torno a su disponibilidad de servicios, por ejemplo de las 21 viviendas habitadas solo 4 disponen de excusado y 19 no cuanta con servicio de drenaje, sin embargo del total de viviendas habitadas solo 3 no cuentan con todos los servicios, siendo 9 las que cuentan con energía eléctrica y 15 disponen de agua entubada a la red pública.

En el caso de Mochibampo, Las Choyitas y Miramar del total de viviendas habitadas ninguna dispone de los servicios de agua entubada, drenaje y energía eléctrica por lo cual se encuentran muy al margen de las disponibilidad de servicios internos dentro de sus viviendas, siendo un foco de atención para su posible abordaje.

Características de los derechohabientes

Las personas con derecho a la seguridad social se encuentran dentro de distintos registros de las distintas instancias que prestan auxilio a implicaciones médicas entre sus pacientes. En este caso el Seguro Popular es la instancia que mayor absorción presenta en la población de las localidades, de ahí la importancia como instrumento de desarrollo humano que pueda ofrecer a gente perteneciente a distintos grupos étnicos y que en este caso se encuentran ubicados en una región dispersa de la sierra del municipio de Álamos.

No obstante aún se pueden detectar personas que no cuentan con ningún tipo de respaldo en materia de servicios de salud por lo cual, las siguientes cifras muestran con mayor claridad la problemática que aún queda expuesta donde el alcance que tienen la seguridad social, muchas veces no puede abarcar a la población de localidades péquelas o dispersas.

Tabla IV.66. Características de los derechohabientes por localidad

Localidad	Población sin derecho-habiciencia a servicios de salud	Población derecho-habiente a servicios de salud	Población derecho-habiente del IMSS	Población derecho-habiente del ISSSTE	Población derecho-habiente por el Seguro Popular
Las Choyitas	13	1	0	0	1
Miramar	7	1	1	0	0
Mochibampo	5	108	0	5	103
Chorijoa	42	44	0	0	44
Mesa Colorada	147	256	0	4	251

En el caso de Las Choyitas, del total de su población el 92% no está cubierta por ningún tipo de instancia, solamente una persona presenta según los registros de INEGI inscripción dentro del Seguro Popular. En el caso de Miramar el 87% no está cubierto por ninguna instancia de servicios médicos mientras que sólo una persona al igual que en la caso de las Choyitas está inscrita a una instancia, en este caso al IMSS.



En el caso de Mochibampo, sólo el 4.4% de la población no tiene acceso a servicios de salud pública mientras que de las 108 personas que cuentan con registro en una instancia el 95% está afiliado al Seguro Popular y el 5% restante al ISSSTE. Mientras que en caso contrario, en Chorijoa el 47% de la población no está afiliado a ningún tipo de instancia de seguridad social mientras que el resto (53%) se encuentran afiliados al Seguro popular.

En el caso de Mesa Colorada los derecho-habientes los componen 63% de la población donde los beneficiados se encuentran concentrados un 98% en el Seguro Popular y el 2% restante en el ISSSTE. Sin embargo el 36% de la población carece de una afiliación dentro de alguna instancia de servicios médicos.

Educación

A continuación se mostrarán indicadores concernientes al nivel de educación que tiene la población de las localidades del área de estudio, donde encontramos cifras en analfabetismo, niveles de asistencia escolar y niveles de educación por distintos grados. El objetivo es dar a conocer un panorama sobre el nivel de escolaridad y educación que presenta la región para analizar un poco el panorama por el cual atraviesa su contexto social y territorial.

Tabla IV.67. Cifras de analfabetismo por localidad

Localidad	Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	Población masculina de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	Población femenina de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir	Población de 15 años y más analfabeta	Población masculina de 15 años y más analfabeta	Población femenina de 15 años y más analfabeta
Las Choyitas	0	0	0	4	1	3
Miramar	0	0	0	2	1	1
Mochibampo	1	1	0	24	10	14
Chorijoa	0	0	0	23	13	10
Mesa Colorada	3	3	0	90	43	47

La proporción analfabeta de la población de 15 años y más en el caso de Mesa Colorada la compone un 22% del total de los habitantes. Mientras que en el caso de Chorijoa, el segmento poblacional analfabeta es de 14%; lo anterior nos muestra niveles bajos de analfabetismo considerando la ubicación de las localidades dentro de la región de Álamos. Asimismo, en el caso de Mochibampo es 21% mientras que para las localidades de Las Choyitas y Miramar es un 28% y 25% respectivamente las que se encuentran dentro del segmento de la población analfabeta.

La relación que existe entre hombres y mujeres dentro del segmento es el siguiente: la propensión de analfabetismo entre distintos géneros es casi homogénea, no obstante en la mayoría de las localidades se presenta una tendencia a ser superior el analfabetismo de mujeres que de hombres con excepción de Chorijoa donde del total de habitantes que no sabe leer ni escribir el 56% son personas del sexo masculino y en el caso de Miramar es homogéneo (50% Hombres y 50% mujeres). Los niveles de asistencia escolar varían dependiendo de las localidades, aquellas que muestran niveles bajos de población muestran casi una nula asistencia debido a que no cuentan con personas en edad de estudiar. Por ejemplo en el caso de Las Choyitas no se tiene registro de personas que estuvieran asistiendo a la escuela en el momento del levantamiento de los datos de INEGI.



En el caso de Miramar y Mochibampo solo una persona en edad preescolar se encontró en cada localidad sin asistir o ser instruido por algún sistema de asistencia escolar. En el caso de Chorijoa solo una persona se encontró siendo instruido en el momento del Censo de Población y Vivienda mientras que ocho personas no recibían algún tipo de instrucción. Y por último en el caso de Mesa Colorada ocho personas, dos en edad de preescolar, dos en primaria y 4 en edad de secundaria no recibían asistencia escolar.

Tabla IV.68. Niveles de asistencia escolar por localidad

Localidad	Población de 5 años que no asiste a la escuela	Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela	Población de 15 a 24 años que asiste a la escuela	Población de 15 años y más sin escolaridad
Las Choyitas	0	0	0	0	0	5
Miramar	1	0	0	0	0	2
Mochibampo	0	0	1	1	0	25
Chorijoa	2	0	6	6	1	24
Mesa Colorada	2	2	6	4	7	86

La proporción de 15 años y más de personas sin escolaridad es la siguiente: Las Choyitas 35%, Miramar 25%, Mochibampo 22%, Chorijoa 27% y Mesa Colorada con 21%. Estos resultados se diferencian con los de analfabetismo ya que se encuentran personas sin escolaridad pero que no son analfabetas.

Tabla IV.69. Niveles de educación por localidad

Localidad	Población de 15 años y más sin escolaridad	Población de 15 años y más con educación básica incompleta	Población de 15 años y más con educación básica completa	Población de 15 años y más con educación pos-básica
Las Choyitas	5	5	2	0
Miramar	2	2	1	1
Mochibampo	25	28	9	1
Chorijoa	24	32	1	1
Mesa Colorada	86	95	37	2

Para finalizar se muestran los datos de niveles de educación donde encontramos que la población de 15 años y más con educación básica completa es más representativa en las localidades de Mesa Colorada y Mochibampo con 19% y 15% respectivamente. En el caso de población de 15 años y más con educación pos básica solo se encontró una persona por localidad en Chorijoa, Mochibampo y Miramar, mientras que en Mesa Colorada se registran dos y en Las Choyitas ninguna.

IV.2.4. Análisis contextual de los predios y su economía

Análisis exploratorio del trazo del proyecto

A través de un recorrido por las vías terrestres disponibles dentro de la región se realizó un reconocimiento del área tratando de identificar el curso de las áreas de posible inundación por las cuales tendrá trayectoria el proyecto. De esta manera se tomaron seis puntos geográficos



dentro de los cuales se consideraron la identificación de zonas urbanizadas o con algún uso aparente dentro de la región. Los sitios fueron los siguientes:

Tabla IV.70. Coordenadas de ubicación de los seis sitios de revisión para la identificación de zonas urbanizadas o con algún uso aparente dentro de la región

Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3		Sitio 4		Sitio 5		Sitio 6	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
711583	3034811	712924	3036299	711401	3038711	712419	3042986	711428	3046326	711128	3047779
711583	3034811	712644	3037331	710727	3039546	712404	3043029	711143	3046432	711253	3051601
711581	3034841	711401	3038711	710262	3040271						
711588	3034824										

Sitio 1.

Dentro de ésta área muestreada correspondiente a Pilares, se pudo observar la actividad de pastoreo a menor escala donde las condiciones del terreno presentan zonas a desnivel, siendo la ganadería el único aprovechamiento identificado. De acuerdo con información del Inventario Nacional Forestal, la zona lo comprende selva baja caducifolia, áreas de vegetación secundaria y arbustiva mientras que la parte este del área de pilares se encuentran zonas agrícolas, pecuarias y forestales. Posteriormente se tomó registro de la zona correspondiente a Toma de Agua donde se identificaron los asentamientos humanos de la localidad del mismo nombre donde habitan tres personas según datos del último Censo de Población.

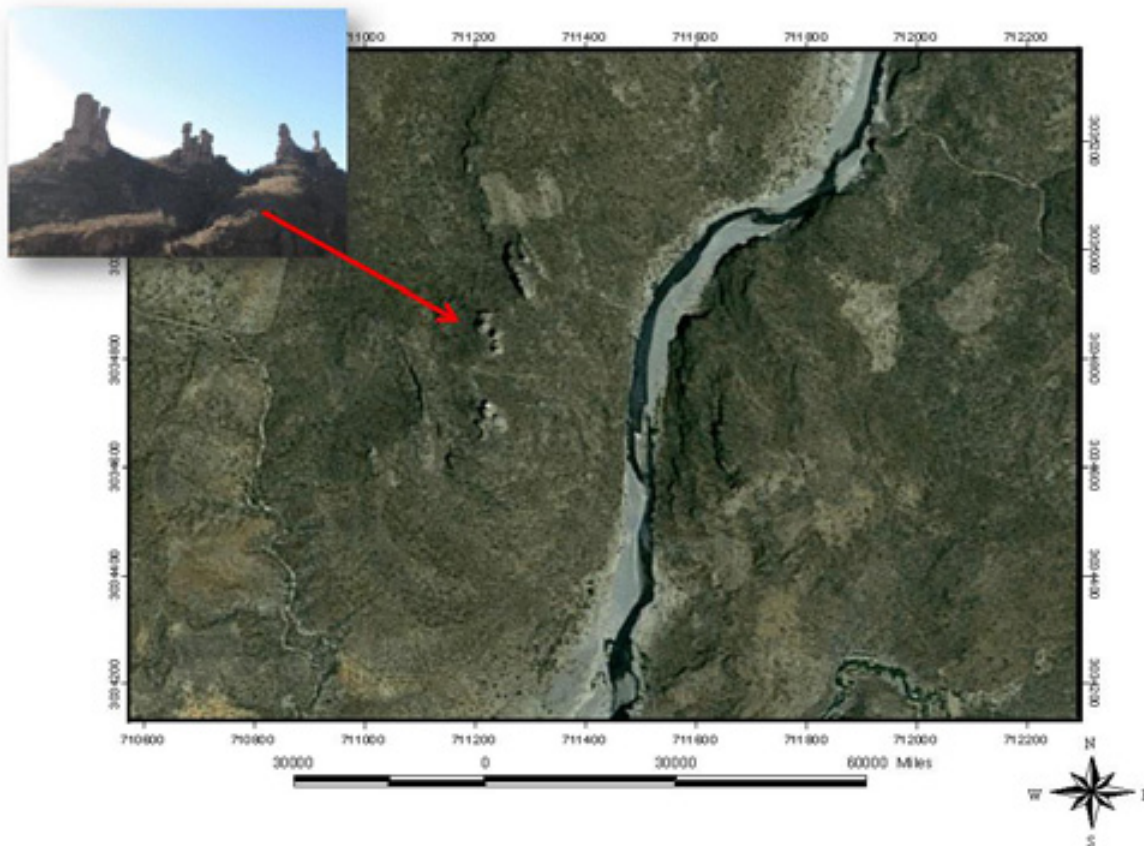


Figura IV.58. Ubicación del sitio 1 exploratorio del proyecto.



Sitio 2.

Dentro del transcurso del camino se identificó algún tipo de aprovechamiento agrícola en las inmediaciones de la cuenca. En este caso la zona permanecía como zona de pastoreo en menor escala con áreas de vegetación Matorral crasicaule y micrófilo. De acuerdo con el INF la zona se encuentra con pastizal cultivado y gran parte de las áreas se encuentran clasificadas como agrícola, pecuaria y forestal. Los tipos de vegetación tiene categoría de No Aplicable.

El siguiente punto en el recorrido correspondió a localizar el área del poblado Chorijoa, donde se pudo apreciar gran parte de sus asentamientos humanos e identificar parte del contexto territorial con el que cuenta la población

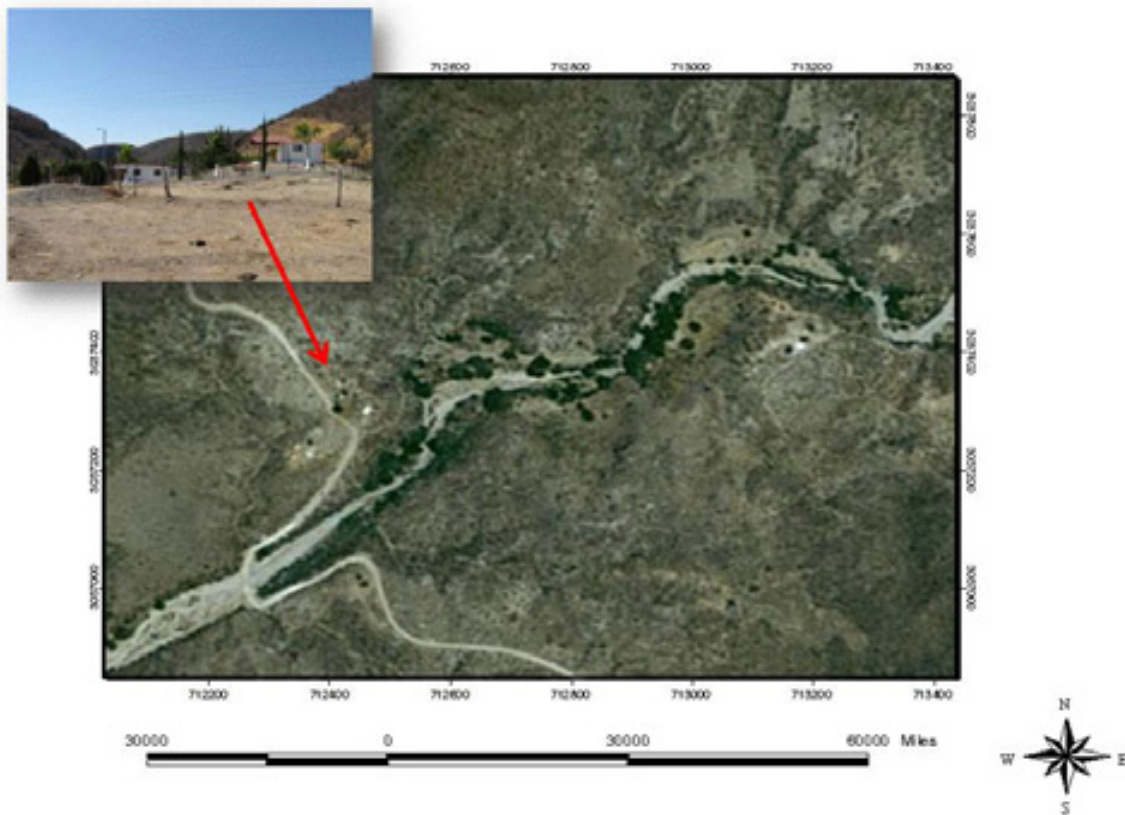


Figura IV.59. Ubicación del sitio 2 exploratorio del proyecto.



Sitio 3.

Los aprovechamientos identificados fueron la agricultura y la ganadería dentro de las áreas de uso común que tienen como ejido. La vegetación corresponde a Matorral sarcocrasicaule con vegetación de baja altura y praderas de zacate inducido, así como Mezquital con matorral espinoso.

En base a datos del INF el tipo de vegetación general son zonas de Selva baja caducifolia, con vegetación primaria, secundaria y arbustiva. Asimismo se encuentran zonas de agricultura temporal con registro de área agrícola pecuaria y forestal.

El siguiente punto tomado dentro del recorrido fue el área conocida como la herradura donde la cuenca del Río Mayo toma una curvatura debido a las características fisiográficas que tiene el sitio, el cual continúa su cauce hacia la parte baja de la cuenca.

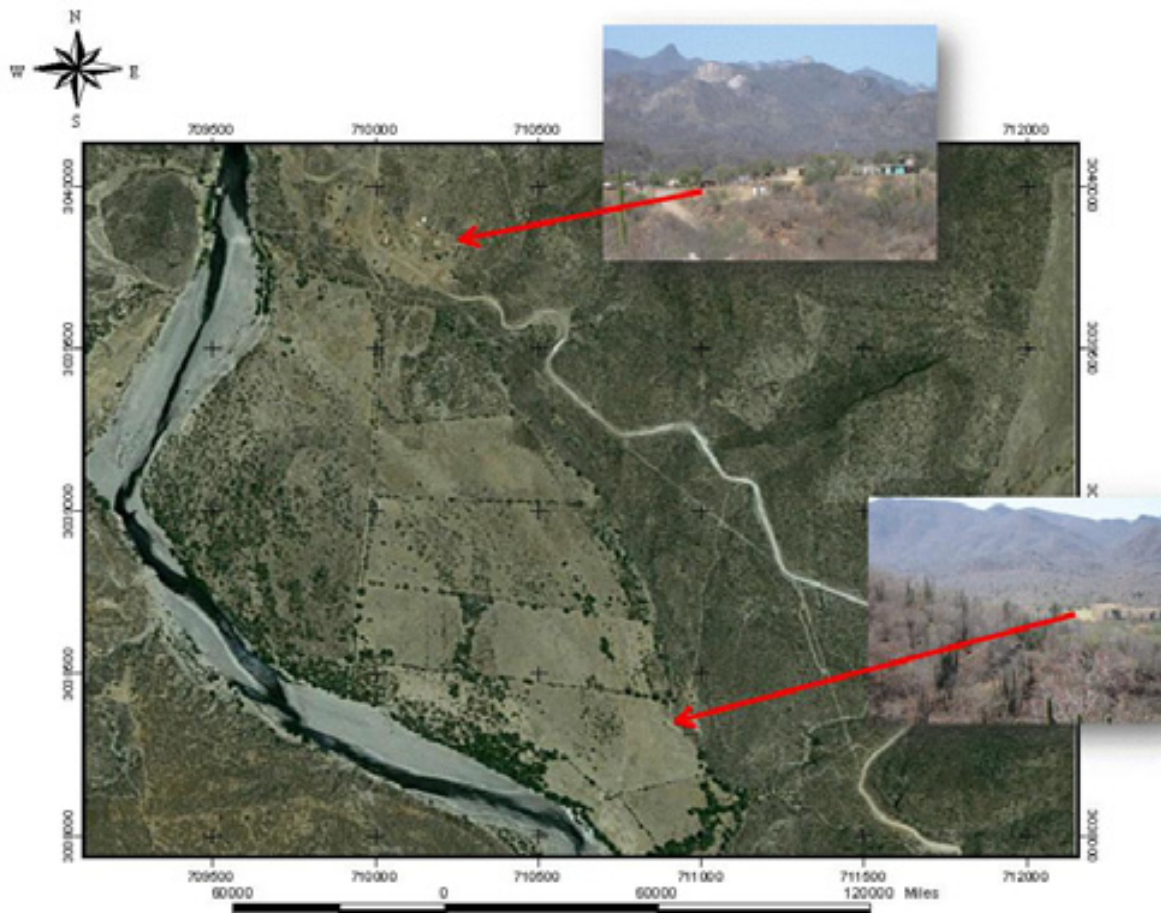


Figura IV.60. Ubicación del sitio 3 exploratorio del proyecto.



Sitio 4.

No se registró algún tipo de actividad o aprovechamiento del territorio, el tipo de vegetación al cual corresponde el sitio es de Matorral sarcocaula y Matorral sarcocrasicaule. Asimismo, tomando la clasificación del INF la zona presenta áreas de Selva baja caducifolia y vegetación primaria.

Dentro del transcurso del recorrido se localizó el poblado de Setajaqui donde se pudo observar un mínimo de viviendas habitadas y de las cuales dependen de las actividades primarias en las inmediaciones de la cuenca del Rio Yaqui.

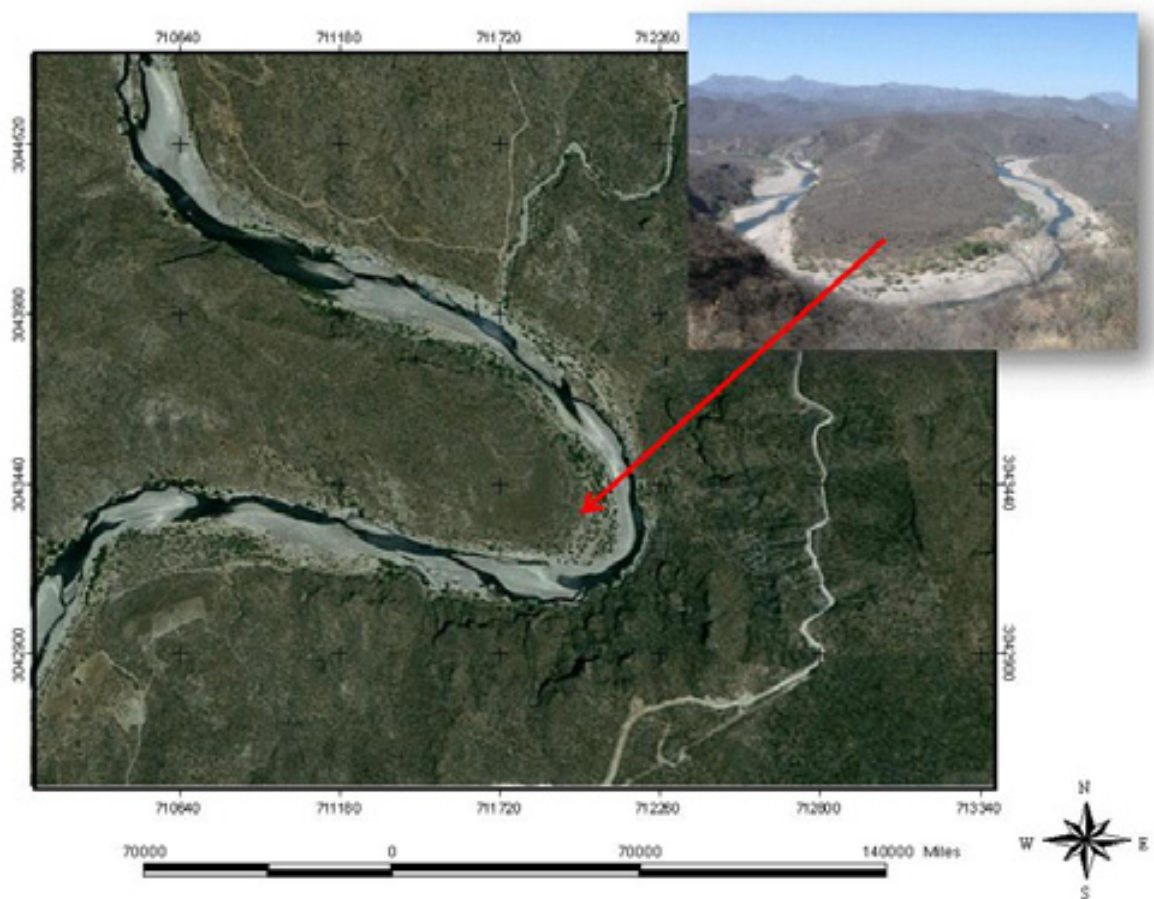


Figura IV.61. Ubicación del sitio 4 exploratorio del proyecto.



Sitio 5.

Las actividades localizadas dentro del área fueron la ganadería a pequeña escala teniendo como contexto de vegetación matorrales xerófilos los cuales presentan diversidad dentro de las formas detectadas como son mezquite (*Prosopis* spp.) y Matorral sarco-crasicaule con vegetación micrófila.

Con apoyo de la información del INF la clasificación arroja zonas con selva baja caducifolia, vegetación secundaria y arbórea en todas las áreas de la cortina de inundación del proyecto y que representan el contexto territorial de la localidad.

El punto final del recorrido correspondió a la localidad de Mochibampo donde de acuerdo con datos del último Censo lo habitan 113 personas pertenecientes a la etnia Guarijía. Se pudo observar una localización de sus asentamientos en las inmediaciones del Rio Yaqui del cual pertenecen gran parte de sus aprovechamientos en conjunto con los elementos terrestres con los que cuentan.



Figura IV.62. Ubicación del sitio 5 exploratorio del proyecto.



Sitio 6.

Las actividades económicas identificadas es la ganadería a pequeña escala y la agricultura. El tipo de vegetación que se pudo apreciar es Matorral sarcocrasicaule y Matorral desértico micrófilo con algunos registros de zacate inducido. Mezquital con matorral espinoso y erosión. De acuerdo con la clasificación que tiene el INF la zona comprende áreas de selva baja caducifolia, vegetación primaria secundaria y arbórea.

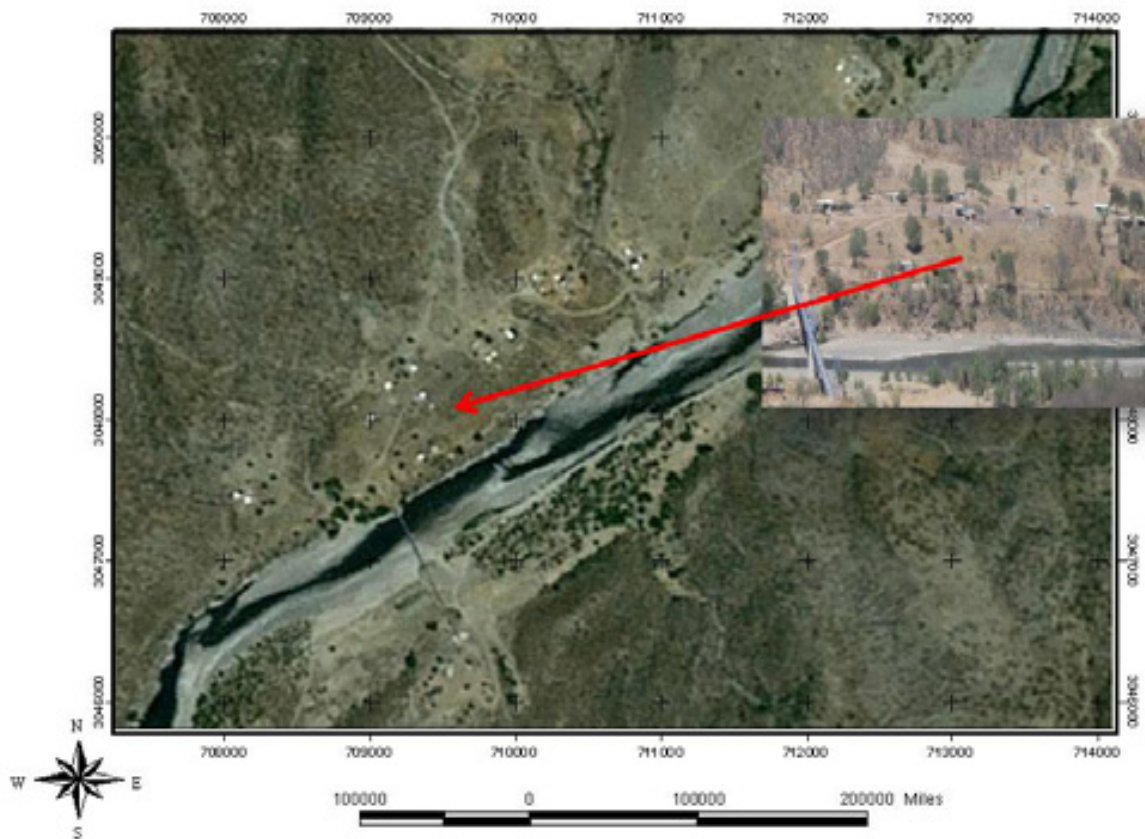


Figura IV.63. Ubicación del sitio 6 exploratorio del proyecto.



IV.2.5 Diagnóstico ambiental.

IV.2.5.1. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional.

El sistema ambiental en el entorno del proyecto presenta una estructura compleja por la variedad y riqueza de sus aspectos naturales, así como por el importante desarrollo social y económico que las actividades, sobre todo agropecuarias, han impulsado en la región.

Así, la interacción entre estos procesos evolutivos es la que ha dado lugar a la conformación de las características actuales en la estructura del sistema ambiental a nivel regional en esta región, distinguiéndola como una de las más importantes desde el punto de vista ambiental y económico productivo en el Estado de Sonora.

Conforme a la descripción de los componentes ambientales del sistema en sus aspectos natural y socioeconómico, es un hecho que dicha estructura no se verá modificada de manera relevante por la implantación de una obra de tal magnitud, tomándola en el contexto global de su influencia regional.

IV.2.5.2. Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.

Los procesos climático-meteorológicos, son las principales variables físicas que controlan el comportamiento de las actividades productivas en la región, de tal manera que por la naturaleza del proyecto y relación dinámica con su entorno, se debe cuidar especialmente la no afectación de los aspectos biológicos durante la etapa de construcción en el área que será ocupado por las obras de la presa Bicentenario.

Otros componentes ambientales como la actividad del agua, la abundancia y diversidad biológica o las actividades productivas, no son relevantes o críticas en el área de estudio, además de que la naturaleza del proyecto no amenaza al entorno por la afectación de estas características debido al método constructivo que se plantea utilizar, incluyendo las actividades en la presa en donde existe una relativa estabilidad de las masas de agua y corrientes subsuperficiales en el vaso que no provocan dispersión significativa de sedimentos.

Respecto a la operación del proyecto, tampoco se contemplan componentes ambientales relevantes o críticas de afectación en las áreas de aire, agua, ecología, generación de residuos o actividades económicas regionales.



IV.2.5.3- Integración e interpretación del inventario ambiental

La Integración del inventario Ambiental es considerada una actividad que puede incrementar la comprensión y apreciación hacia el ambiente, respaldar el desarrollo de acciones ambientales, proporcionar al usuario bases sólidas de acción con respecto al ambiente, facilitar el manejo de gestión de un área, incrementar el disfrute del sitio y por qué no, obtener beneficios económicos por los servicios prestados.

Por lo anterior, en cada uno de los apartados descritos para el proyecto se destacó la metodología empleada, así como las fuentes de información durante la descripción del sistema ambiental.

Normativos:

Los rubros que se encuentran normados para el proyecto, están referidos a suelo, agua, flora y fauna.

En materia de suelos, la norma NOM-021-SEMARNAT-2000 es la base para caracterizar fisicoquímicamente a las muestras tomadas en el área del proyecto. La calidad del agua superficial se puede comparar con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89) que establece la autoridad competente para clasificar los cuerpos de agua para los diferentes usos. No se tiene datos sobre el flujo de agua en los arroyos en la zona.

En agua subterránea, se apega a la NOM-127-SSA1-1994 modificada en el 2002. En flora y fauna es la NOM-059-SEMARNAT-2010 que regula los inventarios presentes. Se incluye además la regulación CITES (Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna).

El detalle de la normatividad se describió previamente en el Capítulo III de este documento.

De diversidad:

El área destinada al proyecto carece de atributos especiales que sean considerados hábitat únicos para las especies biológicas existentes. No existen atributos especiales para ser considerado zona de anidación, refugio, reproducción o conservación de especies, entre ellas frágiles y/o vulnerables. El sitio en estudio queda fuera de Áreas Naturales Protegidas (ANP) con Declaratoria a nivel Federal o Estatal y no se interferirá en ninguna forma con las políticas y planes de alguna de ellas.



Por otra parte, no existe Decreto de ordenamiento ecológico del Territorio para el Estado de Sonora, ni plan de ordenamiento local para el área en estudio que delimite unidades de gestión ambiental para la región.

Rareza:

Ningún apartado descrito del sistema ambiental posee características de rareza. La distribución del tipo climático, arreglo geológico y fisiográfico, así como la composición del suelo, cuenca, patrones de drenaje y disponibilidad de agua, flora, fauna y elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional y ninguna característica es única o excepcional para el área en estudio. Por otra parte, el sistema ambiental no presenta condiciones singulares para el sitio.

Naturalidad:

Actualmente la zona del proyecto se clasifica como terrenos de agostadero, zonas urbanizadas, terrenos agrícolas mayormente de temporal y potencialmente con baja vocación para actividad redituable en agricultura, ganadería y forestal. Por ello, el presente proyecto asociado resulta compatible a la vocación del sitio.

Grado de aislamiento:

No existen condiciones de aislamiento de ningún elemento descrito para el área de estudio. El área destinada al proyecto posee características similares, con elementos florísticos, composición faunística, tipo climático, geológico, fisiográfico, tipo de suelos y recursos hídricos compartidos con el entorno.

En términos socioeconómicos, el proyecto involucra diversos municipios en su trayectoria, mismos que fueron descritos en el sistema ambiental, sin encontrarse ninguno de ellos.

Calidad:

El proyecto se pretende desarrollar en terrenos donde predomina la vegetación de selva baja caducifolia con distintos grados de perturbación por actividades antecedentes de caminos, asentamientos humanos y actividades primarias, entre otros. Actualmente la zona del proyecto se clasifica como terrenos de agostadero. En el Anexo 6 se presenta memoria fotográfica del sitio.



V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y SINÉRGICO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional.

Con base en la naturaleza del proyecto, las acciones principales que causarán cambios en el escenario ambiental actual consisten en: la construcción y/o rehabilitación de caminos, construcción de oficinas e instalación de servicios operativos y de logística, construcción de cortina y dique, bancos de material y área de inundación del cauce para el embalse.

En el aspecto ambiental los componentes principales que serán afectados son: la vegetación riparia, la comunidad de peces, el ecotono de las comunidades de selva baja espinosa y de selva baja caducifolia, la comunidad de invertebrados acuáticos, la geomorfología del río con respecto a la formación de meandros, isletas, áreas de inundación y farallones.

Los principales componentes que serán afectados en orden de magnitud son: en primer lugar, la comunidad de la vegetación riparia, posteriormente la comunidad de peces, la comunidad de invertebrados y de manera marginal serán afectadas, las comunidades de selva baja caducifolia, principalmente en los ecotonos con la vegetación riparia. El resto de las comunidades biológicas fuera del área proyectada de inundación, no presentarán una afectación significativa. Sin embargo, la construcción y/o la rehabilitación de caminos tendrán una afectación marginal.

En el caso específico de la vegetación riparia ésta desaparecerá de manera total, ya que la inundación generará una nueva línea ribereña y sólo se conservarán libres los últimos kilómetros (coleada) del área de inundación, antes de la presa.

Los cambios en las comunidades de peces, quizá no son altamente significativos, no obstante, se presentarán cambios en la abundancia de las especies. Ésta condición presenta actualmente una relación de balance con respecto al hábitat que requiere cada una de las especies de peces. Las especies de peces pequeños, de las cuales un buen número son de hábitos bentónicos, utilizan aguas con relativa poca profundidad, por lo tanto, al incrementarse la profundidad y cambiar las condiciones del hábitat (O₂ disuelto, disponibilidad de alimento, entre otros) es probable que migren hacia las zonas marginales en busca de refugio y del hábitat adecuado para escapar de las especies depredadoras de mayor tamaño.

Además, un aspecto de importancia es también la interconectividad entre los diferentes tramos del río aguas abajo y aguas arriba. Ésta interconectividad será afectada por la construcción de los diques que actuarán de obstáculos para la migración de las especies ícticas, principalmente aguas arriba. También, la geomorfología del río se verá afectada en función de la cercanía o lejanía a cada uno de los diques o represas por las diferentes estructuras geomorfológicas. En este sentido, la corriente presentará una mayor profundidad promedio y las zonas de “rápidos”



o sus equivalentes, que se forman durante la estación seca por la disminución del caudal o flujo, desaparecerán propiciando cambios en la composición de las comunidades de invertebrados.

Al escenario ambiental regional actual, se insertó el proyecto, permitiendo identificar las acciones que pudieran generar desequilibrios ecológicos que por su magnitud e importancia provocarían daños permanentes al ambiente y/o contribuirían en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

En el escenario propuesto más adelante se consideran las variables ambientales importantes desde el punto de vista antropogénico, las cuales involucran los cambios en: Clima, Geología y Geomorfología, Uso de Suelo/Edafología, Hidrología Superficial, Hidrología Subterránea, Calidad del Agua, Vegetación, Fauna, Hábitats, Comunidades Indígenas, Demografía, Índice de pobreza, Salud, Educación, Cultura, Vivienda, Urbanización, Empleo, Sector primario, Sector secundario, Sector terciario.

En algunos de los aspectos considerados, los cambios serán benéficos (desde el punto de vista de desarrollo socio-económico) pero implican un costo ambiental que debe ser ponderado, considerando si el sistema afectado puede ser restituido de manera parcial mediante medidas de mitigación y compensación.

Con base en lo anterior se utilizó la metodología de redes de causa-efecto, donde se presentan los impactos de las acciones del proyecto sobre los factores ambientales.

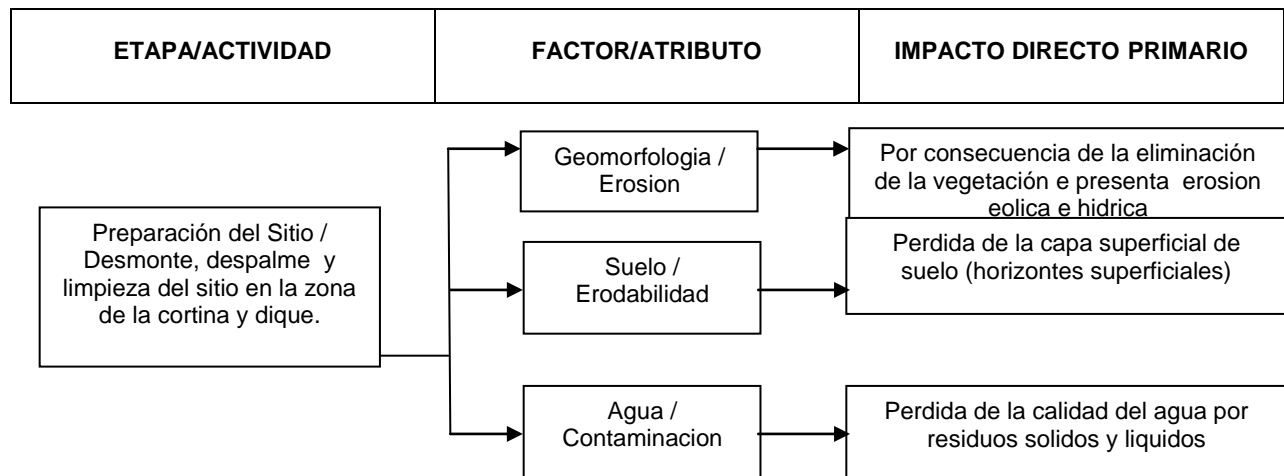


Figura V.1. Relaciones causa-efecto sobre el medio físico, durante la etapa de preparación del sitio y construcción

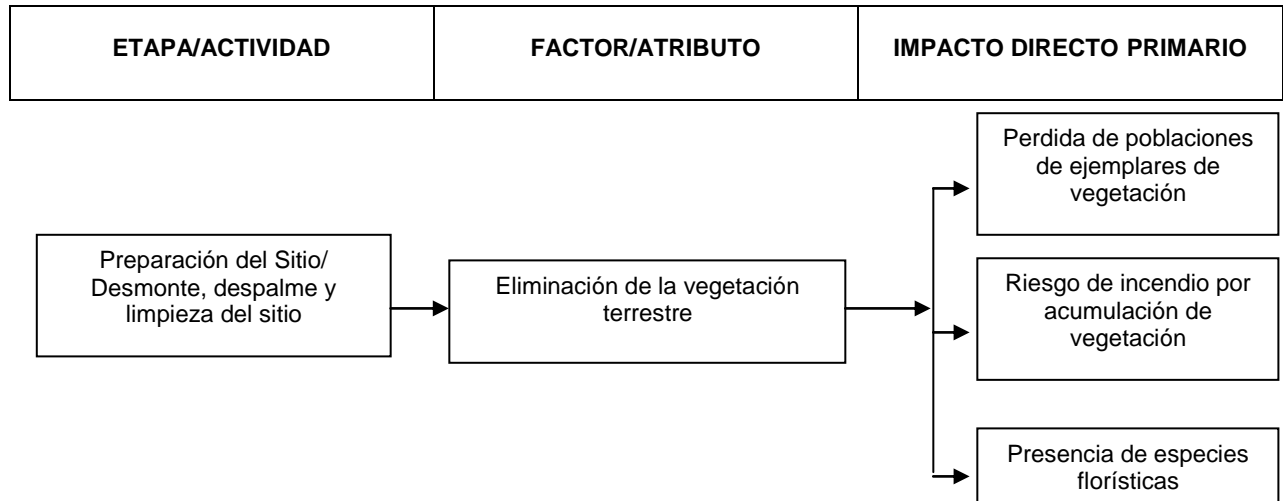


Figura V.2. Relaciones causa-efecto sobre vegetación terrestre, durante la etapa de preparación del sitio y construcción

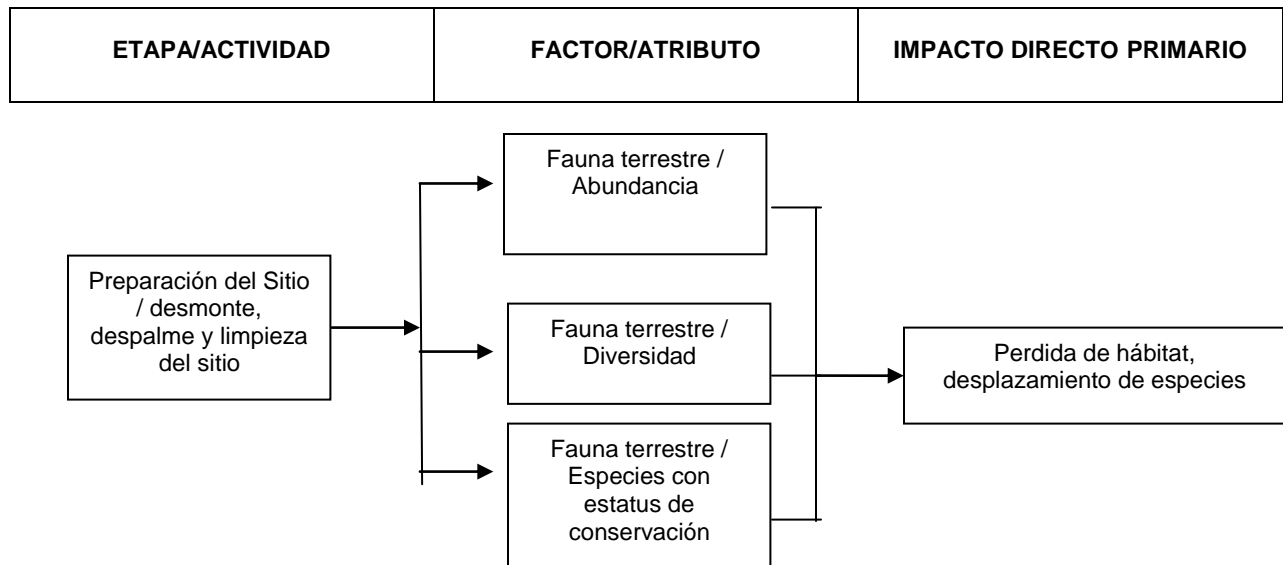


Figura V.3. Relaciones causa-efecto sobre fauna silvestre, durante la etapa de preparación del sitio y construcción

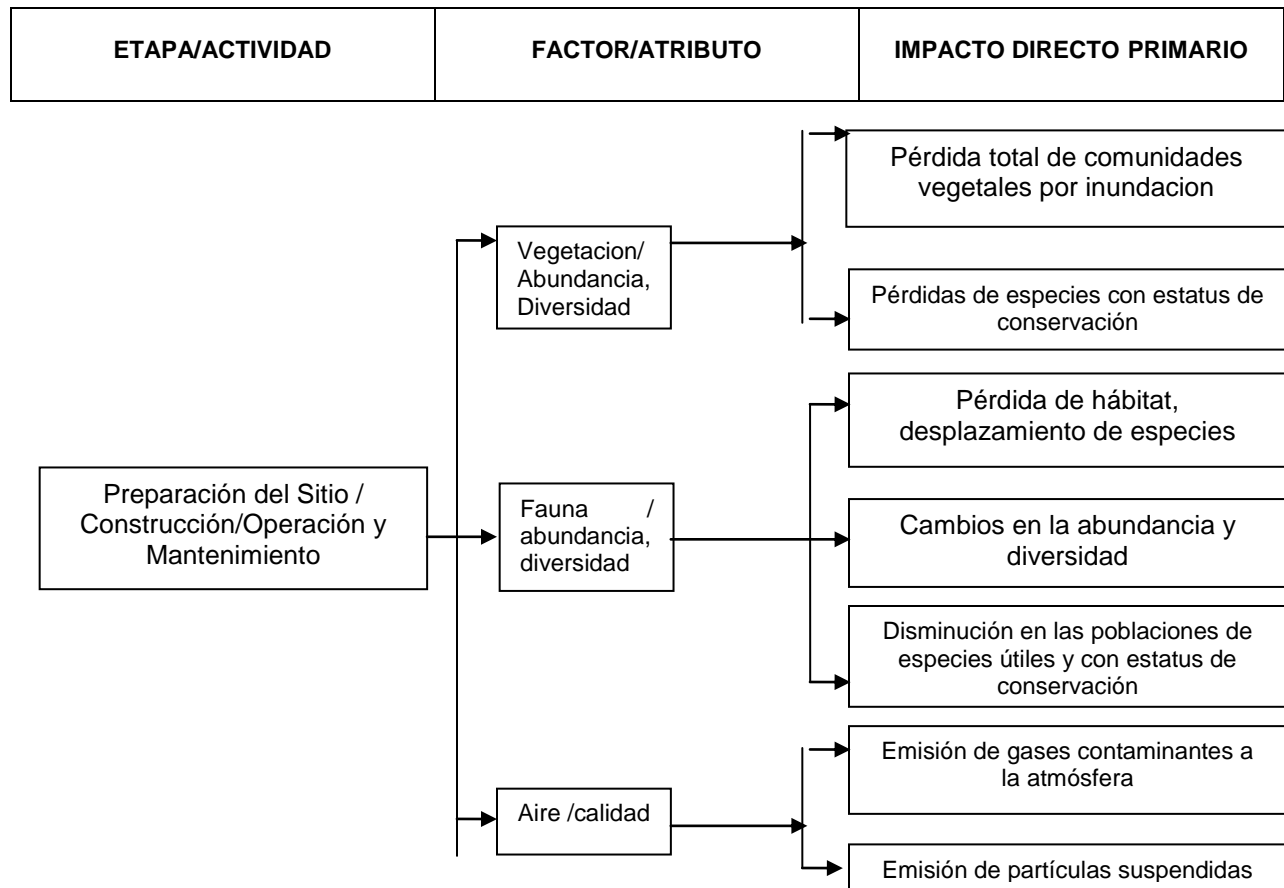


Figura V.4. Relaciones causa-efecto durante todas las etapas del proyecto.

V.2 Caracterización de los impactos

Todas las actividades del proyecto tendrán un efecto en el entorno, en mayor o menor medida. Esto es patente desde el proceso conceptual del proyecto, que por sí solo ha generado expectativa en la sociedad Jaliciense, a pesar de estar sustentado en compromisos oficiales.

Así mismo los estudios previos de factibilidad técnica y económica han tenido efectos similares, aún cuando el medio físico no ha sido modificado.



Los registros de experiencias internacionales y nacionales en este tipo de proyectos hidráulicos, apoyan la anterior tesis. Esto da pauta a ser cautelosos y no pasar por alto actividades del proyecto que puedan presentar cambios significativos en el medio. Esto no significa que sea necesario desmenuzar el proyecto en un sinfín de elementos unitarios.

Una buena alternativa de identificación y descripción es integrar actividades similares y homologar los efectos al ambiente a pesar de que para algunas no apliquen. Ejemplo: los vehículos de transporte y la maquinaria de construcción, son equipos de combustión interna, sin embargo, la norma oficial mexicana no regula la emisión de los gases de combustión de la maquinaria de construcción por excepción, caso contrario a los vehículos de transporte de material.

Para encontrar un esquema representativo de las actividades del proyecto, es también necesario establecer la sucesión lógica y cronológica de las mismas, de tal forma que se identifiquen aquellos efectos que se presentan constantemente y se establezcan como generados por el proyecto de una forma general (ejemplo: la generación de empleos).

También es conveniente agrupar las actividades de una forma dinámica, cuando estas producen efectos similares o equivalentes. Esto es útil ya que como parte del procedimiento para el desarrollo de un estudio de evaluación de impacto ambiental, se requiere presentar las medidas de mitigación. Fuera de situaciones extraordinarias (ejemplo: encontrar vestigios arqueológicos durante una excavación), las actividades de un proyecto, generalmente se llevan a cabo cumpliendo con los programas establecidos y de ser posible se realizan antes de lo programado, por lo que es conveniente enunciar los efectos de las actividades del proyecto como permanentes.

Antes de identificar los efectos al ambiente de un proyecto y sus actividades, es necesario identificar de manera análoga los elementos naturales que serán afectados, basados en un inventario ambiental.



Tabla V.1. Factores ambientales considerados para el análisis de impacto ambiental

Ambiente físico	Atmósfera	Generación de polvos
		Ruido y vibraciones
		Humos y olores
		Calidad del aire
	Geología	Relieve
		Geoformas
	Suelo	Propiedades del suelo
		Erosión
		Uso actual
		Calidad del suelo
		Estabilidad del suelo
	Agua superficial y subterránea	Calidad
		Disponibilidad
Patrón de drenaje		
Nivel freático		
Ambiente biológico	Vegetación y flora	Cubierta vegetal
		Especies protegidas o de interés especial
		Habitat especial
		Atributos florísticos
		Condición actual
	Fauna	Distribución y abundancia
		Especies protegidas o de interés especial
		Condiciones del Hábitat
		Corredores biológicos
Paisaje	Cualidades estéticas	
	Fragilidad del ecosistema	
	Arreglo visual	
Ambiente socioeconómico	Población	Demografía y migración
		Actividades recreativas y culturales
		Calidad de vida
	Servicio	Servicios e infraestructura
		Vialidades y acceso
		Interacción de las comunidades
	Economía	Economía regional
		Empleo y mano de obra
		Actividades productivas
		Tenencia de la tierra
Gestión ambiental	Normatividad ambiental	
	Cumplimiento de estudios y trámites	
	Seguimiento ambiental del proyecto	



Los componentes de la obra que se insertan en el panorama ambiental existente del proyecto son los siguientes:

Tabla V.2. Componentes de la obra por etapas

Preparacion del sitio	Estudio de selección del sitio
	Planeacion diseño e ingeniería
	Permisos y autorizaciones
	Rescate y protección de especies de flora y fauna de interés
	Transplante y reforestacion
	Recuperacion de suelo
Construccion	Desmonte y despalmes
	Movimiento de maquinaria y equipo
	Rehabilitación de caminos
	Apertura de caminos nuevos
	Obras asociadas (bancos de material, almacen, bodega, talleres, campamento, manejo de residuos)
	Obras de contención (cortina y dique)
	Obras de excedencias o demasías
	Obras de desvío
	Obras de toma
	Vaso de la presa
Caudal ecológico	
Operación y mantenimiento	Mantenimiento de obras
	Seguimiento del cauda y aforo de volúmenes
	Programa de seguridad y vigilancia
Perpetuidad de la obra	Entrega de obra
	Ejecución plan concurrente de mantenimiento
	Seguimiento y monitoreo de variables ambientales
	Rehabilitación y caminos nuevos de interconexión de poblados
	Obras de compensación a superficiarios

De esta manera, se pueden identificar y describir las fuentes primarias de cambio. A continuación se presenta la identificación y descripción de las acciones del proyecto que afectarán al sistema ambiental regional. Asimismo, se determinan las perturbaciones ocasionadas por dichas fuentes de cambio.



Tabla V.3. Descripción de actividades del proyecto en la etapa de Preparación del sitio.

ACTIVIDADES	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCION DE POSIBLES IMPACTOS
Desmante, despalme y limpieza del camino de acceso, área de túneles y area de cortina.	Considerado como el retiro de la vegetación y roza (corte de maleza y hierba) y la limpieza (retiro y disposición de la vegetación muerta). La apertura de brecha de acceso se llevara a cabo solamente en las zonas donde se considere necesario. Algunas de las operaciones incluidas en la limpieza de las zonas de trabajo son: remoción de vegetación, corte, relleno y nivelación.	Durante esta actividad se eliminara la vegetación en las zonas de trabajo afectando especies de selva baja caducifolia y desplazamiento de especies faunísticas.
Excavación de túneles en roca	Se llevaran a cabo las excavaciones en roca para el desvío del cauce del río, esta se realizara hasta 14 m de altura y ancho.	Esta actividad ocasionara la emisión de partículas de polvos, ruido y riesgo por el uso de explosivos.
Uso de maquinaria y equipo	Uso de maquinaria pesada y equipo en acciones de desmante, despalme y limpieza del sitio de trabajo.	Se generarán impactos por emisiones de gases contaminantes, generación de polvos y ruido.
Transporte de maquinaria, materiales, insumos y personal (maniobras, acarreo y descarga de materiales y colocación al lado del sitio de la cortina).	Transporte de maquinaria, equipo, materiales, personal, residuos sólidos vegetales (producto del desmante, despalme y limpieza del terreno) e insumos. La compra de insumos consistirá en materiales, combustibles y lubricantes así como domésticos para la alimentación de los trabajadores, en las localidades más cercanas como lo es la población de Alamos, Sonora.	Se generaran impactos por emisiones de gases contaminantes, generación de polvos, ruido y flujo vehicular.
Manejo de residuos sólidos	Durante esta etapa se generaran residuos sólidos derivados de la preparación del sitio consisten de principalmente en material vegetal, suelo y litológico superficial y de las actividades propias de los trabajadores.	Un inadecuado manejo de los residuos sólidos puede provocar contaminación del sueloy del agua.
Manejo de residuos líquidos	Durante esta etapa se generaran residuos líquidos derivados de los servicios sanitarios de los trabajadores.	Un inadecuado manejo de los residuos líquidos puede provocar contaminación del agua superficial o de las corrientes subterráneas del rio mayo.
Manejo de residuos peligrosos	Debido a la utilización de maquinaria se generaran residuos peligrosos, derivados del mantenimiento, consistentes en filtros usados, sólidos impregnados de hidrocarburos y envases con aceites y lubricantes residuales.	Un inadecuado manejo de los residuos peligrosos puede provocar contaminación del suelo y de las aguas del Río Mayo.



Tabla V.4. Descripción de actividades del proyecto en la etapa de Construcción.

ACTIVIDADES	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCION DE POSIBLE IMPACTOS
Instalación y/o construcción de campamentos	Campamentos de obra y vivienda para los obreros	Impacto directo sobre el poblado de San Bernardo al incrementarse la demanda de servicios al construir los campamentos para los obreros ya sea dentro o cerca.
Obras de desvío (construcción de túneles)	Transporte de explosivos y extracción de materiales producto de la apertura de los túneles para el desvío del cauce del Río Mayo.	Afectación directa a la estructura del suelo y roca en la construcción de los túneles. Afectación directa a la fauna de la zona debido al ruido producto de las explosiones, levantamiento de polvos, tráfico vehicular.
Construcción de la cortina y dique de la presa	Transporte de maquinaria, equipo, materiales, personal, residuos sólidos vegetales e insumos. La compra de insumos consistirá en materiales combustibles y lubricantes así como domésticos para la alimentación de los trabajadores, en la localidad de Álamos	Impacto directo en la economía del lugar por la contratación de mano de obra y por la adquisición de insumos para la construcción de la cortina, así como por la derrama que significa la adquisición de maquinaria y equipo. Generación de emisiones de ruido, polvos, basura por las actividades propias de la construcción. Pérdida de recursos forestales por el derecho de vía en el tendido de la línea para la distribución de energía eléctrica.
Operación de plantas de concreto premezclado	Durante la construcción de la cortina se elaborará in situ el concreto premezclado con los estándares recomendados para este tipo de obra	Se generaran impactos por emisiones de gases contaminantes, generación de polvos y ruido
Explotación de bancos de materiales	Explotación y transporte de material terreo, piedra o arena para la cortina y dique de la presa	Es un impacto directo sobre el suelo la explotación de las canteras de material terreo, piedra, o arena, eventualmente si se encuentran alejadas del lugar, sin embargo debe darse prioridad, en caso de que existan bancos de materiales en la superficie que ha de ser inundada.
Transporte de maquinaria materiales, insumos y personal	Transporte de maquinaria, equipo, materiales, personal, residuos sólidos vegetales (producto del desmonte, despalle y limpieza del terreno) e insumos. La compra de insumos consistirá en materiales combustibles y lubricantes así como domésticos para la alimentación de los trabajadores, en la localidad de Álamos.	Se generaran impactos por emisiones de gases contaminantes, generación de polvos, ruido y problemas de flujo vehicular.



Manejo de residuos sólidos	Durante esta etapa se generaran residuos sólidos derivados de la construcción de las diferentes obras consistente principalmente en residuos material de construcción y de las actividades propias de los trabajadores.	Un inadecuado manejo de los residuos sólidos puede provocar contaminación del suelo.
Manejo de residuos líquidos	Durante esta etapa se generaran residuos líquidos derivados de los servicios sanitarios de los trabajadores	Un inadecuado manejo de los residuos líquidos puede provocar contaminación del agua superficial y subterránea en el caucedel rio mayo.
Manejo de residuos peligrosos	Debido a la utilización de maquinaria se generaran residuos peligrosos, derivados del mantenimiento, consistentes en filtros sólidos impregnados y envases con aceite y lubricantes residuales.	Un inadecuado manejo de los residuos peligrosos puede provocar contaminación del suelo y del agua superficial.
Proceso de reubicación de poblaciones afectadas	Las poblaciones existentes dentro del embalse deberán ser reubicadas previa consulta ya sea en las partes altas fuera del embalse o probablemente a la población de San Bernardo, Mpio. de Álamos.	La reubicación de las casas dentro del área de embalse modificará los patrones actuales de organización social tanto para las familias a ser reubicadas como para la comunidad de San Bernardo.

Tabla V.5. Descripción de actividades del proyecto en la etapa de Operación y Mantenimiento.

ACTIVIDADES	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	DESCRIPCION DE POSIBLES IMPACTOS
Acciones previas al llenado del embalse.	Reubicación de los pobladores de la zona de embalse	Agobio de los servicios públicos en la población de San Bernardo por el incremento de la población o en su defecto la prepracion de los sitios donde se reubicarian dichas poblaciones, incluyendo la introduccion de los servicios minimos y la construcciones de casas habitacion.
	Rescate de Flora encontrada bajo algún estatus de protección y ahuyentamiento de la Fauna en la zona del embalse	Ante la pérdida del hábitat y de la vegetación un impacto positivo es el rescate de cuando menos aquellas especies bajo algún estatus de protección con la finalidad de preservar el germoplasma. Aprovechamiento de las especies leñosas del área de embalse por parte de las comunidades ejidales y/o propietarios de los predios para la elaboración de postes y de carbón vegetal previa tramitación de los permisos correspondientes ante la autoridad competente. Este aprovechamiento a su vez ayudara a disminuir la biomasa en el área de embalse y consecuentemente evitara la posibilidad de eutroficación del agua embalsada.



<p>Llenado del embalse</p>	<p>Operación del llenado del embalse y ahuyentamiento y/o rescate de fauna.</p>	<p>Cambia la hidrología y limnología del sistema fluvial. Se producen cambios fuertes en el flujo, la calidad, cantidad y uso del agua, los organismos bióticos y la sedimentación en la cuenca del río mayo. Se presentan variaciones en el nivel freático, aguas arriba y abajo del reservorio, así como también problemas de salinización.</p> <p>La descomposición de la materia orgánica (material vegetal), de las tierras inundadas enriquece los alimentos del reservorio siempre y cuando no se encuentre en exceso. Los pocos fertilizantes empleados aguas arriba se suman a los alimentos que se acumulan y se reciclan en el reservorio.</p> <p>Las partículas suspendidas que trae el río se asientan en el reservorio, limitando su capacidad de almacenamiento y su vida útil. Sin embargo, la sedimentación del reservorio produce agua de más alta calidad para riego, y consumo industrial y humano.</p> <p>El mayor impacto para la fauna se originará en la pérdida de hábitat, que ocurre al llenarse la presa y producirse los cambios en el uso del terreno de la cuenca. Pueden afectarse los modelos de migración de la fauna, debido al reservorio y el desarrollo que se relaciona con éste.</p> <p>La fauna y las aves acuáticas, los reptiles y los anfibios pueden prosperar gracias al reservorio.</p>
<p>Operación del embalse</p>	<p>Una vez realizado el embalse se inicia un proceso de descomposición del material vegetal agota los niveles de oxígeno del agua, los productos de la descomposición anaeróbica incluyen el sulfuro de hidrógeno y metano. El dióxido de carbono es el principal gas producto de la descomposición.</p>	<p>Impacto sobre la calidad del agua embalsada por la descomposición del material vegetal al requerir una demanda de DBO muy elevada.</p> <p>Impacto sobre el caudal ecológico aguas abajo del embalse.</p>
	<p>Actividades económicas y deportivas</p>	<p>Debido a que el Río Mayo no es de caudal permanente no existe pesquería en el por lo que habrá un impacto directo importante en la creación de los recursos de pesca en la presa, tanto pesca artesanal como deportiva.</p>



	<p>Manejo de la Cuenca hidrográfica. Es esencial que los proyectos de las represas sean planificadas y manejados considerando el contexto global de la cuenca del río mayo y los planes regionales de desarrollo, incluyendo, tanto las áreas superiores de captación sobre la presa bicentenario y los terrenos aluviales, como las áreas de la cuenca hidrográfica aguas abajo.</p>	<p>Existe un incremento de presión sobre las áreas altas encima de la presa, como resultado del reasentamiento de la gente de las áreas inundadas y la afluencia de los recién llegados al área. Se produce degradación ambiental, y la calidad del agua se deteriora, y las tasas de sedimentación del reservorio aumentan. Como resultado el uso del terreno de la cuenca baja afecta la calidad y cantidad del agua que ingresa al río.</p>
	<p>Actividades socioeconómicas</p>	<p>Impactos directos muy importantes en el control de las inundaciones en las poblaciones de Valle del Mayo beneficiando a más de 300,000 habitantes.</p> <p>Se provee un afluyente de agua más confiable y de más alta calidad para el riego, y el uso domésticos e industrial.</p> <p>La intensificación de la agricultura a través de la implementación de segundos cultivos en el Valle del Mayo con el consecuente incremento en la producción de alimentos.</p> <p>Asimismo, la operación de la presa puede crear una industria de pesca, y facilitar la producción agrícola en el área, aguas debajo de la misma, que, en algunos casos, puede más que compensar las pérdidas sufridas en estos sectores, como resultado de su construcción.</p>
<p>Programa de monitoreo y Mantenimiento general preventivo y correctivo de de las obras del embalse.</p>	<p>Las actividades en esta fase del proyecto consisten en el monitoreo de:</p> <p>Volumen de agua almacenada, volumen anual de sedimentos, calidad del agua a la salida de la presa, evaluación de la pesca en la cuenca, cambios en la vegetación, erosión en la cuenca, migración y cambios en el estado económico y social de las poblaciones reasentadas.</p> <p>Mantenimiento preventivo. Se refiere a las actividades de carácter preventivo que se realizaran a la instalación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección anticorrosiva • Mantenimiento a compuertas en general.. • Sustitución de señalamientos 	<p>El seguimiento de las acciones de monitoreo permitirá obtener un impacto positivo durante la operación de la presa.</p> <p>Un inadecuado manejo de los residuos peligrosos puede provocar contaminación del suelo y del agua superficial.</p>



Operación del sistema de embalse	Las dos presas; tanto la bicentenario como la presa del Mocuzarit deberán operar como un sistema de presas ya que la presa bicentenario será una presa reguladora que traspasará las aguas almacenadas hacia la presa el Mocuzarit, ambas bajo un plan de manejo que para tal efecto elabore la CONAGUA en coordinación con el Distrito de Riego Río Mayo.	Un inadecuado manejo del sistema de embalse, puede provocar riesgo de inundación en zonas aledañas o en su defecto alterar el caudal ecológico.
Manejo de residuos sólidos.	Durante esta etapa se generaran residuos sólidos derivados de la operación de casetas de vigilancia. Los residuos consistirán principalmente en papel, cartón y/o plástico.	Un inadecuado manejo de los residuos sólidos puede provocar contaminación del suelo.
Manejo de residuos líquidos	Durante esta etapa se generaran residuos líquidos derivados de los servicios sanitarios de los trabajadores (personal de vigilancia y mantenimiento).	Un inadecuado manejo de los residuos líquidos puede provocar contaminación del agua superficial principalmente en el área de la presa.
Manejo de residuos peligrosos	Debido a la operación de motores de bombas y planta eléctrica de emergencia, se generaran aceites gastados, sólidos impregnados de hidrocarburos y filtros.	Un inadecuado manejo de los residuos líquidos puede provocar contaminación del suelo y del agua superficial.

Por el tipo de obras no se prevé el abandono del proyecto, sino la perpetuidad de la actividad.

Para la estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional, se aplicó el Modelo de Simulación de Cambio de Calidad Ambiental KSIM, al cual se le asignaron valores de acuerdo al estado actual de los factores ambientales utilizados.

V.3 Valoración de los impactos ambientales

Tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, presentada ampliamente en los **Capítulos II** (Descripción del proyecto), **III** (Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables) y **IV** (Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región), se estima que las técnicas idóneas para la identificación de impactos es mediante la Matriz de Leopold, la evaluación de impactos ambientales adaptada a las condiciones particulares del proyecto.



Para lograr la identificación de los impactos, se elaboró una lista de las acciones del proyecto que presentarán efectos en el ambiente. Este listado y el anterior de elementos ambientales, fueron posteriormente incorporados en una matriz de interacciones simple, con el fin de identificar las relaciones causa-efecto (impactos directos o de primer orden).

Para la identificación de impactos, se diseñó una matriz de interacción basada en la Matriz de Leopold y adaptada a las condiciones particulares del proyecto, en la cual se correlaciona las actividades que se realizarán durante las diferentes etapas del proyecto, con los atributos ambientales; en la que cada intersección de columna y renglón determina el impacto que tiene posibilidad de ocurrir en las diferentes etapas del proyecto. Para el llenado de la matriz de identificación de impactos, se empleó la siguiente simbología:

- A = Adverso significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar durante un lapso de tiempo prolongado.
- a = Adverso poco significativo, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.
- B = Benéfico significativo, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.
- b = Benéfico poco significativo, cuando la actividad dentro de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Las celdas vacías representan las etapas del proyecto que no presentan impacto sobre los recursos.

En consecuencia, el proyecto involucra un total de 1000 interacciones potenciales, donde la matriz de cribado mediante Leopold (1990) destacó 367 interacciones reales. Para ello, primeramente se marcó todos los impactos identificados, cruzando los componentes y factores ambientales con las diversas actividades del proyecto, mismas que se muestran en la Tabla V.6 de identificación de impactos ambientales.

Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos, se encontraron un total de 367 interacciones entre los atributos del ambiente y las actividades, divididas en 139 del medio natural abiótico, 58 del medio natural biótico, 27 en paisaje, 103 del medio socioeconómico y 40 en gestión ambiental. De forma cualitativa, los impactos benéficos significativos (9% del total) superaron a los impactos adversos significativos (3% del total), igualmente los impactos benéficos poco significativos (70% del total) superaron a los impactos adversos poco significativos (19% del total), lo que se confirma con la aplicación de indicadores característicos para la evaluación de los impactos, según se describe más adelante.



Tabla V.6. Matriz de identificación de impactos ambientales

	Preparación del sitio							Construcción										Operación y mantenimiento				Perpetuidad de la obra								
	Análisis de selección del sitio	Procesamiento de diseño e ingeniería	Permisos y autorizaciones	Resaca y protección de especies de flora y fauna silvestres	Traslado y retrosección	Recooperación de suelo	Demolición y reprograma	Movimiento de maquinaria y equipo	Rehabilitación de caminos	Acción de caminos nuevos	Obra de abastecimiento (banco de material, bodega, bodega, saleres, almacenamiento)	Obras de contención	Obras de excavación o drenaje	Obras de desvío	Obras de toma	Vaso de la presa	Caudal ecológico	Mantenimiento de obras	Seguimiento del estado y labor de mantenimiento	Programa de seguridad y vigilancia	Entrega de obra	Ejecución plan de mantenimiento	Reparación y mantenimiento	Rehabilitación y restauración de vertederos ambientales	Reparación y mantenimiento de infraestructura de canales	Obras de conservación y mejoramiento				
Ambiente físico	Atmosfera	Generación de polvos					a											b												
		Ruido y vibraciones				a																								
		Humos y efluentes				a		a	a	a	a	a	a						b											
		Calidad del aire		b		a	b																							
	Geología	Relieve	b	b	b		b	b	a																					
		Geofomas	b			b	b	b	a	a	a																			
		Propiedades del suelo				a	b	b	A			A																		
		Erosión					b	b	A	a	a	a	a	a																
	Suelo	Uso actual	a	b	b				A										B	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	
		Calidad del suelo				b			A																					
		Calidad del suelo	b						A																					
		Estabilidad del suelo	b	b		b	b	b	A									b	b											
Agua superficial y subterránea	Calidad			b	b			A																						
	Disponibilidad			b	b													b	b											
	Patrón de drenaje			b	b		b	b	a	a	a	a	a																	
	Nivel freático																													
Ambiente biológico	Vegetación y flora	Cubierta vegetal			b	b	b	b	A																					
		Especies protegidas o de interés especial			b	b	b	b	A																					
		Habitat especial			b	b	b	b																						
		Atributos florísticos	b			b	b	b																						
	Fauna	Condición actual			b	b	b	b			a																			
		Distribución y abundancia			b				A																					
Paisaje	Especies protegidas o de interés especial			b																										
	Condiciones del hábitat			b				b																						
	Corredores biológicos			b																										
	Cualidades estéticas			b	b					a	a	a	a																	
Ambiente socioeconómico	Población	Fragilidad del ecosistema			b	b	b	b	a																					
		Arreglo visual			b									b	b															
		Demografía y migración	b	b	b																									
	Servicio	Actividades recreativas y culturales																												
		Calidad de vida	B			b													B	b	B									
		Servicios e infraestructura	b																											
		Actividades recreativas y culturales				b																								
	Economía	Valledades y acceso				b													B	B	B	B	B							
		Interacción de las comunidades																												
		Economía regional				b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	
Gestión ambiental	Empleo y mano de obra				b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b		
	Actividades productivas				b																									
	Tenencia de la tierra				b																									
	Tenencia de la tierra																													
Gestión ambiental	Normatividad ambiental	b	b	B	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b			
	Cumplimiento de estudios y tramites				b	b	b																							
	Seguimiento ambiental del proyecto				B	b	b	b																						

En el Anexo 4 se incluyen las matrices resultantes a una escala más legible.

La tabla V.7 muestra el balance de los impactos cualitativos benéficos y adversos plasmados en la matriz de identificación de impactos



Tabla V.7 Resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales según los componentes del sistema ambiental.

			Valores por componentes ambientales				Valores por rubro ambiental				Valores por ambiente en sitio			
			a	A	b	B	a	A	b	B	a	A	b	B
Ambiente físico	Atmósfera	Generación de polvos	7	0	3	0	30	0	16	0	51	7	79	2
		Ruido y vibraciones	7	0	2	0								
		Humos y olores	9	0	3	0								
		Calidad del aire	7	0	8	0								
	Geología	Relieve	2	0	5	0	5	0	11	0				
		Geoformas	3	0	6	0								
	Suelo	Propiedades del suelo	4	2	4	0	10	6	35	1				
		Erosión	5	1	5	0								
		Uso actual	1	1	9	1								
		Calidad del suelo	0	1	6	0								
		Estabilidad del suelo	0	1	11	0								
	Agua superficial y subterránea	Calidad	0	1	5	0	6	1	17	1				
		Disponibilidad	0	0	4	0								
		Patrón de drenaje	5	0	4	1								
Nivel freático		1	0	4	0									
Ambiente biológico	Vegetación y flora	Cubierta vegetal	0	1	6	1	6	2	23	4				
		Especies protegidas o de interés especial	0	1	5	0								
		Habitat especial	1	0	4	1								
		Atributos florísticos	1	0	5	0								
		Condición actual	4	0	3	2								
	Fauna	Distribución y abundancia	0	1	7	0	2	1	20	0				
		Especies protegidas o de interés especial	0	0	4	0								
		Condiciones del Hábitat	1	0	4	0								
		Corredores biológicos	1	0	5	0								
		Cualidades estéticas	5	0	7	0								
Paisaje	Fragilidad del ecosistema	3	0	5	1	9	0	16	2					
	Arreglo visual	1	0	4	1									
	Demografía y migración	0	0	8	2									
Ambiente socioeconómico	Población	Actividades recreativas y culturales	0	0	3	0	0	0	15	6				
		Calidad de vida	0	0	4	4								
		Servicios e infraestructura	0	0	11	0								
	Servicio	Vialidades y acceso	0	0	5	6	0	0	21	6				
		Interacción de las comunidades	0	0	5	0								
		Economía regional	0	0	18	0								
	Economía	Empleo y mano de obra	0	0	20	0	0	0	53	2				
		Actividades productivas	0	0	14	0								
		Tenencia de la tierra	0	0	1	2								
		Normatividad ambiental	0	0	19	2								
Gestión ambiental	Cumplimiento de estudios y trámites	0	0	5	2	0	0	30	10					
	Seguimiento ambiental del proyecto	0	0	6	6									

68 10 257 32 0 68 10 257 32 0 68 10 257 32



Tabla V.8 Resumen de la matriz de identificación de impactos según la etapa del proyecto.

	Preparacion del sitio						Construccion										Operación y mantenimiento			Perpetuidad de la obra				
	Estudio de selección del sitio	Planeacion diseño e ingeniería	Permisos y autorizaciones	Rescate y protección de especies de flora y fauna de interés	Transplante y reforestacion	Recuperacion de suelo	Desmonte y despalmes	Movimiento de maquinaria y equipo	Rehabilitación de caminos	Apertura de caminos nuevos	Obras asociadas (bancos de material, almacén, bodega, talleres, campamento, manejo de	Obras de contención	Obras de excedencias o demasías	Obras de desvío	Obras de toma	Vaso de la presa	Caudal ecológico	Mantenimiento de obras	Seguimiento del cauda y aforo de volúmenes	Programa de seguridad y vigilancia	Entrega de obra	Ejecución plan concurrente de mantenimiento	Seguimiento y monitoreo de variables ambientales	Rehabilitación y caminos nuevos de interconexión de poblados

RESUMEN DE LA IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Por componente de la etapa	a	1	0	0	4	0	3	13	7	11	7	6	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A	0	0	0	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	9	11	25	14	20	14	3	4	4	4	4	7	7	6	7	12	14	25	9	9	14	22	4	3	6
	B	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9	1	3	0	3	2	5	3	

Por etapa del proyecto	a	8						60										0			0			
	A	0						10										0			0			
	b	93						72										43			49			
	B	4						2										13			13			

Por el proyecto	a	68																									
	A	10																									
	b	257																									
	B	32																									

PROPORCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES (%)

Por etapa del proyecto	a	12%						88%										0%			0%			
	A	0%						100%										0%			0%			
	b	36%						28%										17%			19%			
	B	13%						6%										41%			41%			

A continuación se presenta la relación de factores ambientales indicadores de impactos en las diferentes etapas del proyecto.

Clima:

Efectos de huracanes en la zona.

Calidad del aire:

Emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.
Partículas suspendidas.

Ruido y vibraciones:

Efectos de niveles de ruido superiores a la NOM-081-SEMARNAT-1994 sobre la fauna silvestre y el personal.
Efectos de niveles de ruido y/o vibraciones sobre el personal y la fauna.



Geomorfología:

Relieve.
Erosión.
Inestabilidad de los terrenos.
Sismicidad.

Hidrología superficial y/o subterránea:

Cambios en la calidad del agua en la sección del embalse.
Descarga de aguas residuales (sanitarias) provenientes de los servicios de los trabajadores.

Vaso de la presa:

Turbidez temporal en la columna de agua durante las obras de incado, construcción de plataforma, instalación de bombas y tubería en la obra de toma.
Vertido de aceites y/o aditivos producto de la instalación y prueba del equipo de bombeo.
Vertimiento de residuos sólidos domésticos al vaso de la presa.

Suelo:

Calidad del suelo.
Capa superficial del suelo.
Riesgo de erosión.

Vegetación terrestre:

Composición de poblaciones vegetales terrestres, en sitios donde se llevarán a cabo las obras y vialidades internas.
Número de especies protegidas y/o endémicas.
Riesgo de incendio.

Vegetación acuática:

Modificación temporal (espacio y tiempo determinado) del hábitat de las especies en el vaso de la presa.
Reducción de la luz en la columna de agua necesaria para la fotosíntesis•

Fauna terrestre:

Desplazamiento de fauna silvestre durante las obras y vialidades internas (mamíferos, aves, anfibios y reptiles).
Cambios en la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
Especies de fauna silvestre con estatus de conservación y/o endémicas.

Fauna acuática:

Desplazamiento de fauna acuática durante las obras.
Especies de fauna silvestre/introducida con estatus de conservación y/o endémicas.

Factor Demográfico:

Variaciones en la población total y relaciones de esta variación con respecto a las poblaciones locales.



Factores socioeconómicos:

Generación de Empleo. Se generarán empleos temporales durante la preparación y construcción del ducto y obra de toma, así como de permanentes durante la operación del mismo.

Demanda y tipo de servicios de parte de los trabajadores incorporados a cada una de las etapas del proyecto.

Incremento en la actividad comercial de las comunidades vecinas como consecuencia del desarrollo del proyecto.

Ingreso económico en la región debido a la remuneración de los trabajadores, reflejándose en la economía regional.

Activación de la economía local. Requerimiento de servicios para el traslado de personal, materiales e insumos, permitiendo un efecto sobre la economía local.

Flujo vehicular.

Áreas Naturales Protegidas/Áreas de Interés Prioritario.

Superficie de afectación de Áreas Naturales Protegidas.

Paisaje:

Intervisibilidad de la infraestructura y obras anexas.

Cabe destacar que los indicadores antes descritos se utilizarán posteriormente en la metodología para la identificación de impactos ambientales.

La metodología que se utiliza en el proyecto se basa en la identificación, predicción, y evaluación de los impactos ambientales considerando las características del proyecto, cubriendo sus diferentes etapas.

Retomando los resultados de la matriz de Leopold, serán valorados en términos de magnitud e importancia en la relación proyecto-sistema ambiental, que aporte elementos de juicio en la descripción de impactos y las medidas de mitigación de impactos ambientales aplicables en cada caso. Para ello, se determinó la definición y el alcance de los criterios en la calificación de los impactos en los términos señalados (magnitud e importancia). Los impactos se califican en una escala de 0 a +/-10 según su magnitud y de 0 a 5 según su importancia. Como resultado de ello, se identifican los impactos más relevantes que requieren su atención y tratamiento. En la calificación de impactos, se identifica y marca cada acción propuesta y su correspondiente efecto.

El procedimiento consiste en recorrer la hilera correspondiente a cada acción, a fin de marcar con una diagonal (de la esquina superior derecha a la esquina inferior izquierda) cada una de las celdas de interacción con los elementos de deterioro del medio que recibirán el impacto de esas acciones. En cada una de las celdas marcadas con diagonal se anotará el valor de la magnitud en la mitad superior izquierda y el valor de la importancia en la mitad inferior derecha, pasando a analizar y discutir cada impacto para ajustar los valores preliminares asignados a las interacciones o para modificar el diseño de las obras propuestas. El peso relativo que se asigna a cada variable y los ajustes que se hacen a los valores, se determinan a nivel de grupo interdisciplinario.



En particular, para la estimación de los valores de **magnitud** de los impactos ambientales de cada una de las acciones consideradas, inicialmente se determinaron las interacciones existentes entre acción programada y factor ambiental; los valores de magnitud se estimaron considerando los siguientes elementos:

1. Extensión o cobertura del impacto
2. Duración del impacto
3. Continuidad
4. Intensidad del impacto
5. Acumulación y/o sinergia del impacto considerado

Estos elementos fueron evaluados por el consenso de los expertos (cualitativa), en escala de 1 a 10 asignándose valores negativos a los impactos adversos y positivos a los impactos benéficos. El valor 0 no existe y es en ese caso cuando no hay interacción directa entre el factor ambiental y el componente del proyecto. A continuación se describe cada uno de los conceptos de calificación utilizados en la evaluación de impactos:

Tabla V.9. Criterios de magnitud en la valoración de impactos ambientales

Término	Definición
Extensión del efecto (E):	Tamaño de la superficie o volumen afectado por una determinada acción.
Duración del impacto (D):	Lapso de tiempo durante el cual se manifiesta el efecto ambiental de la ejecución de una acción de proyecto.
Continuidad o frecuencia del efecto (C):	Frecuencia con la cual se produce determinado efecto o presencia del mismo en relación con el periodo de tiempo que abarca la acción que lo provoca.
Intensidad del impacto (I):	Nivel de aproximación del efecto con respecto a estándares existentes (límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas, la proporción de las existencias del factor ambiental en el área de estudio que serán afectadas por el impacto o, valores predeterminados en la literatura).
Acumulación del efecto (A):	Presencia de los efectos aditivos en los impactos.
Sinergia (S):	Interacción de orden mayor entre impactos que resulta en la potencialización del efecto de uno o varios de ellos.

Evaluar de 1 - 10 la extensión o cobertura del impacto. Ejemplo: si la acción a evaluar cubre toda el área del proyecto o comprende todo o una fracción del recurso ambiental afectado Será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10: La acción comprende el 100% del área del proyecto o bien tiene efectos en toda el área y en alrededores.
- 5: La acción comprende la mitad del área del proyecto o bien el recurso afectado se encuentra presente en el 50% del área y este es afectado por la acción en su totalidad.
- 1: la cobertura del impacto comprende solo una pequeña fracción del área del proyecto o del recurso afectado, impacto puntual.



Evaluar la duración del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10: equivale a un impacto de duración prolongada en la etapa evaluada
- 5: equivale a impacto de duración significativa en acciones de una etapa evaluada
- 1: Equivale a impacto sin duración de afectación

Evaluar la continuidad del impacto de 1 -10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10: equivale a un impacto de continuidad prolongada en la etapa evaluada que sin duda deriva en otras repercusiones al ambiente
- 5: equivale a impacto de duración significativa en acciones de una etapa evaluada repercusión local
- 1: Equivale a impacto sin continuidad, solo de repercusión directa

Evaluar la Intensidad (profundidad) del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10: equivale a un impacto de intensidad muy alta en la etapa evaluada, siendo un impacto muy fuerte
- 5: equivale a impacto de intensidad significativa en acciones de una etapa evaluada
- 1: Equivale a impacto sin intensidad de afectación, prácticamente imperceptible

Evaluar la Acumulación y/o Sinergia del impacto de 1 a 10. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

- 10: Acumulativo y sinérgico, inevitable (hay certeza de que ocurrirá)
- 5: Potencialmente acumulativo o sinérgico (no hay certeza de que ocurrirá)
- 1: No acumulativo, no sinérgico,

Es importante destacar que los resultados acumulados en magnitud de impactos salio en saldo positivo. Lo anterior puede analizarse a detalle en la tabla V.6.

Para la estimación de la **importancia** se consideraron los elementos siguientes:

1. Reversibilidad
2. Mitigabilidad
3. Residualidad
4. Valor económico
5. Valor sociocultural

Estos elementos fueron evaluados en escala de +1 a + 5. Para la estimación de cada uno de los elementos se requirió de la participación de un equipo multidisciplinario, con conocimiento de campo de la zona del proyecto, sobre la base de una evaluación preliminar realizada por el área encargada de la integración de la evaluación.

**Tabla V.10. Criterios de importancia en la valoración de impactos ambientales**

Término	Definición
Reversibilidad del impacto (R):	Posibilidad de que el factor afectado pueda volver a su estado original, una vez producido el impacto y suspendida la acción tensionante.
Mitigabilidad (M):	Posibilidad que existe para aplicar medidas preventivas, correctivas y/o compensatorias a un determinado impacto.
Residualidad (Re):	Aquellos impactos que aún con medidas de mitigación no es posible controlar la totalidad de la afectación.
Valor económico (Ve):	Aquellos impactos que inciden directamente en la inversión del promotor y la afectación de recursos económicos de terceros al proyecto.
Valor sociocultural (Vs):	Aquellos impactos que modifican parámetros poblacionales como migración, usos y costumbres del entorno del proyecto.

Para explicar el empleo de los rangos de valoración, se enlistan los siguientes criterios:

Criterios de importancia

Evaluar la reversibilidad del impacto de 1 a 5. El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: Equivale a un impacto 100% irreversible

1: Impacto 100% reversible

Evaluar la mitigabilidad (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: El impacto no tiene mitigabilidad / ecosistema frágil

1: la zona prácticamente no requiere medida de mitigación por el proyecto.

Evaluar la residualidad de factor ambiental a evaluar (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: El impacto ambiental es residual sin medida de mitigación efectiva

1: No hay residualidad del impacto, existe medida de mitigación efectiva

Evaluar la importancia por el valor económico del recurso (de 1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: Recurso con muy alto valor económico

1: Recurso prácticamente sin valor económico.

Evaluar la importancia por el valor sociocultural del recurso (1 a 5). El signo será positivo si es benéfico o negativo si es adverso. Ejemplo:

5: Recurso con muy alto valor sociocultural

1: Recurso prácticamente sin valor socio-cultural

Identificando con un signo negativo al impacto adverso y con signo positivo a los impactos benéficos.



V.3.1 Impactos ambientales generados

Para la selección de los impactos significativos se consideraron los factores ambientales afectados que requerirían de medidas de mitigación cuya aplicación sería de mayor atención con programas de seguimiento específicos y principalmente relacionados con los intereses de las comunidades afectadas por el área del embalse, ya que, a pesar de que todas las poblaciones obtienen beneficios, algunas no serán afectadas por la relocalización de sus habitantes.

Uno de los criterios asumidos para tal consideración, es que la información compilada en el presente informe, indica que no hay argumentos legales o técnicos que indiquen que el proyecto representa un riesgo ambientalmente, sin embargo, cabe aclarar que, como toda actividad de carácter antropogénica, es inevitable perturbar sistemas naturalmente equilibrados y que toda previsión asumida puede o no ser incompleta.

Geomorfología del cauce.

La geomorfología del cauce sufrirá fuertes transformaciones del relieve por las excavaciones y cortes en laderas. En los sitios con baja consolidación de materiales, es probable que se incrementen los procesos de erosión y por ende, la desestabilización de tierras, modificando el perfil del cauce.

Agua superficial (Cantidad o flujo y Calidad).

El agua superficial recibirá un impacto significativo en el flujo provocando un cambio de sistema lótico (río) a léntico (embalse), de tal manera que la producción fitoplanctónica y las concentraciones de nutrientes en la columna de agua, pueden aumentar provocando cambios en las comunidades y posibles florecimientos algales con una disminución en la calidad del agua. Además, se presentarán cambios en la dinámica de parámetros fisicoquímicos, tales como: la temperatura, oxígeno disuelto, pH y productividad, por la creación de una columna de agua y perfil vertical de distribución, en lugar de la distribución horizontal y transversal como existe actualmente sobre el río. También se presentarán cambios en la calidad del agua, por el material orgánico inundado y por las modificaciones a los procesos de auto depuración del agua fluvial a agua estancada. El embalse traerá como consecuencia el incremento de materia orgánica y nutrimentos, lo cual acelerará el proceso de eutroficación e incrementará las poblaciones de microorganismos. También se favorecerá el establecimiento de condiciones anóxicas en las capas inferiores del embalse y el crecimiento de malezas acuáticas.

Balance hídrico.

El embalsamiento del agua incrementa las pérdidas por evaporación y las filtraciones, sin embargo, si se considera una relación lineal entre la tasa de evaporación y el área evaporante, la tasa de evaporación se incrementará de la actual.



Agua subterránea.

El agua subterránea se verá afectada principalmente por la disminución de la recarga del acuífero superficial aguas abajo de la presa, durante la etapa de construcción.

Calidad del aire.

La calidad del aire se verá afectada por la emisión de gases de combustión de los vehículos y de la maquinaria de trabajo en la etapa de preparación del sitio y construcción, además un aporte importante es la emisión de polvos o partículas derivados del manejo y transporte del material de construcción y residual. Aquí también se incluye la generación de ruido por la maquinaria de trabajo, el cual es probable que su impacto sea relativamente bajo.

Microclima.

El microclima se verá afectado por el aumento de la temperatura al momento de limpiar y desmontar las diferentes áreas del proyecto, como es la desecación del cauce del río para la construcción de los diques y la construcción de nuevos caminos.

Relieve topográfico.

El relieve topográfico será modificado de manera muy ligera en el cauce del río por las obras de desvío, en la construcción de caminos y en la construcción de retenidas e instalación de torres de transmisión.

Estabilidad de taludes y laderas.

La etapa principal en que se verá afectada la estabilidad de los taludes, es durante la preparación y construcción del sitio, ya que la utilización de explosivos, excavaciones y preparación del terreno para la construcción y cimientos, puede comprometer la integridad del suelo y del subsuelo, sin embargo, este impacto es mitigable mediante medidas tendientes a la realización escalonada de actividades de explosión. En las etapas de construcción y de operación, podrán presentarse reacomodos del terreno en las laderas donde el suelo no esté lo suficientemente arraigado, con la posibilidad de deslizamientos.

Suelo.

La inundación del embalse, principalmente, así como las instalaciones auxiliares para la operación de la presa, ocasionarán la pérdida de suelo fértil. También la construcción y mejora de caminos implicará un impacto sobre el suelo.

Vegetación riparia.

La vegetación riparia será inundada a lo largo del cauce (cerca de 23 km) y además de ser un impacto total, implica la pérdida del hábitat para la fauna terrestre. El impacto en este componente ambiental es altamente significativo y por lo tanto, es uno de los mayores impactos que se presentarán en el desarrollo del proyecto.



Vegetación terrestre.

La vegetación terrestre será alterada por la construcción de caminos principalmente y por las maniobras, construcción de accesos y limpieza (desmonte) de las áreas para las obras. El principal impacto ocurrirá en la fase de preparación del sitio construcción, cuando se elimine la vegetación en las áreas por construir y se incremente el tipo y volumen del tránsito vehicular principalmente camiones de volteo. Con ello se provocarán impactos secundarios en las poblaciones de pequeños vertebrados al verse fragmentadas y aisladas.

Comunidades de peces.

La comunidad de peces recibirá uno de los mayores impactos, sobretodo en la riqueza y biodiversidad río arriba y río abajo, así como en las migraciones de aquellas especies que lo hacen con fines reproductivos; la pesca actualmente no es una actividad importante en el área del proyecto, sin embargo es una actividad productiva potencial con la creación de los embalses.

Fauna terrestre (mamíferos, aves reptiles y anfibios).

La construcción de caminos tendrá un efecto sobre la fauna semejante al de la vegetación terrestre. El efecto de estos caminos será más pronunciado en las especies de mamíferos, particularmente en aquellas de menor tamaño, que son especies que no suelen desplazarse grandes distancias. Se estima que muy pocas aves serán afectadas por las obras de forma directa, aunque ocurrirán daños en sus territorios y árboles de percha y anidación. No obstante, la recuperación de las poblaciones es rápida, por lo que el impacto ocasionado por la construcción de caminos permanentes de acceso se estima como muy bajo. Contrario a lo anterior, la construcción de un camino representa una nueva barrera para los anfibios y reptiles que, aunque no suelen desplazarse grandes distancias, si se mueven a través del suelo o escalando los troncos de los arbustos en busca de alimento y/o refugio, por lo que la apertura de un claro artificial los deja expuestos a ser más visibles para los depredadores o bien les restringe el desplazamiento al fragmentar su espacio.

Paisaje.

El paisaje será modificado significativamente provocando diferentes efectos, entre ellos se presentará un efecto “barrera” para la distribución de la fauna silvestre y acuática en la zona, modificándose la biocenosis o conjunto o comunidades de organismos de distintas especies, que se establecen en determinadas condiciones ecológicas y que se mantienen en un estado de equilibrio dinámico. Se crearán condiciones distintas que podrán ser determinantes en el tipo de organismos vegetales y animales que mejor se adapten a las características del embalse. Se modificará la distribución de la fauna silvestre por la pérdida o fragmentación del hábitat, modificándose la cadena trófica.

Empleo.

Cada una de las etapas del proyecto creará una demanda de mano de obra que podrá ser satisfecha parcialmente con la oferta disponible en la región. Sin embargo, no esta garantizada



la incorporación exclusiva de habitantes de la región ya que esto dependerá de factores, por ejemplo: disposición para emplearse en las actividades de construcción, sueldos ofrecidos, facilidades de transporte, etcétera. Sin embargo este es un impacto positivo.

Producción agropecuaria.

La producción agropecuaria se verá afectada positivamente al incrementar la disponibilidad de agua para el ganado en los agostaderos cercanos al cauce del río.

Por componentes de la obra

En este orden de ideas, se evaluaron los impactos ambientales negativos que puede generar el proyecto, llegando a las siguientes conclusiones:

- Durante el proceso de almacenamiento del caudal en el embalse de presa Pilares se tiene un efecto negativo en el factor ambiental agua (Drenaje).
- Durante la construcción de las obras civiles (presa, diques y obras de contención, desvío, demasías, de toma) habrá un efecto negativo en el factor ambiental agua (Drenaje).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental suelo (Uso del suelo).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental suelo (Vulnerabilidad a erosión).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental población (Movimientos sociales=migración).
- Durante la construcción de las obras civiles (habrá un efecto negativo en el factor ambiental población (Migración).
- En la etapa de Planeación, ingeniería de detalle y proyecto ejecutivo se puede generar un efecto negativo en el factor ambiental población (Movimientos sociales).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental fauna terrestre (Especies de interés).
- Durante el proceso de almacenamiento del caudal en el embalse de la presa Pilares se tiene un efecto negativo en el factor ambiental vegetación terrestre (Diversidad).
- Durante el proceso de almacenamiento del caudal en el embalse se tiene un efecto negativo en el factor ambiental fauna terrestre (Diversidad).
- Al reubicar a las comunidades del área inundable del embalse se tendrá la posibilidad de un efecto negativo en el factor ambiental población (Migración).
- Al reubicar a las comunidades del área inundable del embalse se tendrá la posibilidad de un efecto negativo en el factor ambiental población (Tasa de crecimiento).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental fauna acuática (Diversidad).



- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental vegetación acuática (Diversidad).
- Al reubicar a las comunidades del área inundable del embalse se tendrá la posibilidad de un efecto negativo en el factor ambiental suelo (Uso del suelo).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental población (Cultura).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental fauna terrestre (Diversidad).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental vegetación terrestre (Diversidad).
- Al reubicar a las comunidades del área inundable del embalse se tendrá la posibilidad de un efecto negativo en el factor ambiental agua (Disponibilidad).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental suelo (Calidad del suelo).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental suelo (Relieve).
- Al reubicar a las comunidades del área inundable del embalse se tendrá la posibilidad de un efecto negativo en el factor ambiental fauna terrestre (Diversidad).
- Al reubicar a las comunidades del área inundable del embalse se tendrá la posibilidad de un efecto negativo en el factor ambiental vegetación terrestre (Diversidad).
- Al reubicar a las comunidades del área inundable del embalse se tendrá la posibilidad de un efecto negativo en el factor ambiental agua (Drenaje).
- Durante la construcción de las obras civiles (habrá un efecto negativo en el factor ambiental atmósfera (Ruido)).
- Durante la construcción de las obras civiles habrá un efecto negativo en el factor ambiental atmósfera (Calidad del aire).

Para la evaluación del impacto ambiental del presente proyecto, **no** se consideró hacer un balance simple en base a la cantidad de impactos ambientales positivos vs los impactos negativos. No obstante lo anterior, se mencionarán de manera enunciativa los impactos positivos del proyecto, ya que es necesario destacar que los aspectos sociales, y sobre todo la reubicación de las comunidades afectadas, tienen un peso muy importante en la realización de proyecto, independientemente de que los resultados del estudio técnico realizado hasta la fecha (Ingeniería básica), indica la viabilidad técnica del proyecto.

Los impactos positivos del proyecto son:

- Durante la operación de la presa tiene un efecto positivo en el factor ambiental agua (Drenaje).
- Durante el proceso de almacenamiento del caudal de la presa Pilares, se tiene un efecto positivo en el factor ambiental fauna acuática (Diversidad).
- Durante el proceso de almacenamiento de la presa tiene un efecto positivo en el factor ambiental suelo (Uso del suelo).



- Durante el proceso de almacenamiento del caudal tiene un efecto positivo en el factor ambiental paisaje (Estética).
- Durante el proceso de almacenamiento del caudal tiene un efecto positivo en el factor ambiental atmósfera (Calidad del aire).
- Una vez terminada la reubicación de comunidades del área inundable del embalse se tendrá un efecto positivo en el factor ambiental agua (Calidad).
- Una vez terminada la reubicación de comunidades del área inundable del embalse se tendrá un efecto positivo en el factor ambiental empleo (Población Económicamente Activa).
- Una vez terminada la reubicación de comunidades del área inundable del embalse se tendrá un efecto positivo en el factor ambiental población (Calidad de vida).
- La actividad de Obras civiles tiene un efecto positivo en el factor ambiental empleo (Población Económicamente Activa).
- Durante el proceso de almacenamiento del caudal tiene un efecto positivo en el factor ambiental vegetación acuática (Diversidad).
- La actividad de Mantenimiento del sistema tiene un efecto positivo en el factor ambiental agua (Calidad).
- La actividad de Mantenimiento del sistema tiene un efecto positivo en el factor ambiental agua (Disponibilidad).
- Durante el proceso de almacenamiento (vaso de la presa Pilares) tiene un efecto positivo en el factor ambiental suelo (Vulnerabilidad a erosión).
- Durante el proceso de almacenamiento tiene un efecto positivo en el factor ambiental atmósfera (Ruido).
- Durante el proceso de almacenamiento tiene un efecto positivo en el factor ambiental clima (Microclima).
- Una vez terminada la reubicación de comunidades del área inundable del embalse se tendrá un efecto positivo en el factor ambiental paisaje (Estética).
- Una vez terminada la reubicación de comunidades del área inundable del embalse se tendrá un efecto positivo en el factor ambiental población (Movimientos sociales).
- Una vez terminada la reubicación de comunidades del área inundable del embalse se tendrá un efecto positivo en el factor ambiental población (Cultura).
- La actividad de Obras civiles tiene un efecto positivo en el factor ambiental paisaje (Estética).
- La actividad de Obras civiles tiene un efecto positivo en el factor ambiental población (Calidad de vida).



V.4 Impactos residuales

La actividad de almacenamiento del caudal de la presa Pilares tiene un efecto positivo en el factor ambiental fauna acuática (Diversidad). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

La Operación de la presa Pilares tiene un efecto positivo en el factor ambiental agua (Calidad). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

El almacenamiento del caudal en el vaso de la presa Pilares tiene un efecto positivo en el factor ambiental suelo (Uso del suelo). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

El almacenamiento del caudal tiene un efecto positivo en el factor ambiental paisaje (Estética). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

El almacenamiento del caudal tiene un efecto positivo en el factor ambiental atmósfera (Calidad del aire). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

La Reubicación de comunidades del área inundable del embalse tiene un efecto positivo en el factor ambiental agua (Calidad). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

La Reubicación de comunidades del área inundable del embalse tiene un efecto positivo en el factor ambiental empleo (Población Económicamente Activa). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

La Reubicación de comunidades del área inundable del embalse tiene un efecto positivo en el factor ambiental población (Calidad de vida). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

Las Obras civiles (vaso de la presa, obras de contención, de demasías, de desvío, de toma) tiene un efecto positivo en el factor ambiental empleo (Población Económicamente Activa). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

El almacenamiento del caudal para el vaso de la presa Pilares tiene un efecto positivo en el factor ambiental vegetación acuática (Diversidad). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

Las actividades de Mantenimiento del sistema tiene un efecto positivo en el factor ambiental agua (Calidad). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.



Las actividades de Mantenimiento del sistema tiene un efecto positivo en el factor ambiental agua (Disponibilidad). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

El almacenamiento del caudal tiene un efecto positivo en el factor ambiental suelo (Vulnerabilidad a erosión). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

El almacenamiento del embalse Pilares tiene un efecto positivo en el factor ambiental atmósfera (Ruido). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

El almacenamiento del caudal tiene un efecto positivo en el factor ambiental clima (Microclima). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

La Reubicación de comunidades del área inundable del embalse tiene un efecto positivo en el factor ambiental paisaje (Estética). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

La Reubicación de comunidades del área inundable del embalse tiene un efecto positivo en el factor ambiental población (Movimientos sociales). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

La Reubicación de comunidades del área inundable del embalse tiene un efecto positivo en el factor ambiental población (Cultura). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

Las Obras civiles tienen un efecto positivo en el factor ambiental paisaje (Estética). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.

Las Obras civiles tiene un efecto positivo en el factor ambiental población (Calidad de vida). Por su valor de importancia y magnitud, se clasifica como un impacto significativo.



VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Agrupación de los impactos de acuerdo a las medidas de mitigación propuestas

En el presente capítulo se incluyen las medidas de mitigación que pueden aplicarse a los impactos adversos identificados. Las medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos en cada etapa del proyecto (Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento).

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, permite la disminución de los impactos ambientales.

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.

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, operación y mantenimiento y abandono de sitio).

Las medidas de mitigación pueden incluir una o varias de las acciones alternativas:

- Evitar el impacto total al no desarrollar todo o parte del 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 ser clasificadas de la siguiente forma:

- a) Medidas de manejo. Aplicación obligatoria de las Normas Oficiales Mexicanas, así como Planes de Contingencias Ambientales, de Seguridad e Higiene. Así como criterios de protección descritos en Planes de Ordenamientos y Áreas Naturales Protegidas existentes en el área.
- b) Medidas de prevención. 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.
- c) Medidas de minimización o mitigación. 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 tienen 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 decisión sobre un proyecto o de una actividad del proyecto, a partir de la posibilidad de emplear diversas alternativas. Otras medidas de mitigación tiene relación con el rescate del medio que puede ser afectado, como por ejemplo el trasplante de organismos vegetales.
- d) Medidas de restauración. Son aquellas que tienden a promover la existencia de las condiciones similares a las iniciales.
- e) Medidas de compensación. Un impacto ambiental puede provocar daños al ecosistema que hacen necesarios aplicar medidas que compensen sus efectos. Por lo general estos impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría inherentes. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas, son la reforestación o la inversión en obras de beneficio al ambiente. Especialmente la medida no es aplicable en el sitio si no en áreas equivalentes o similares a las afectadas.

A continuación se presenta la metodología empleada para la definición de las medidas de mitigación.

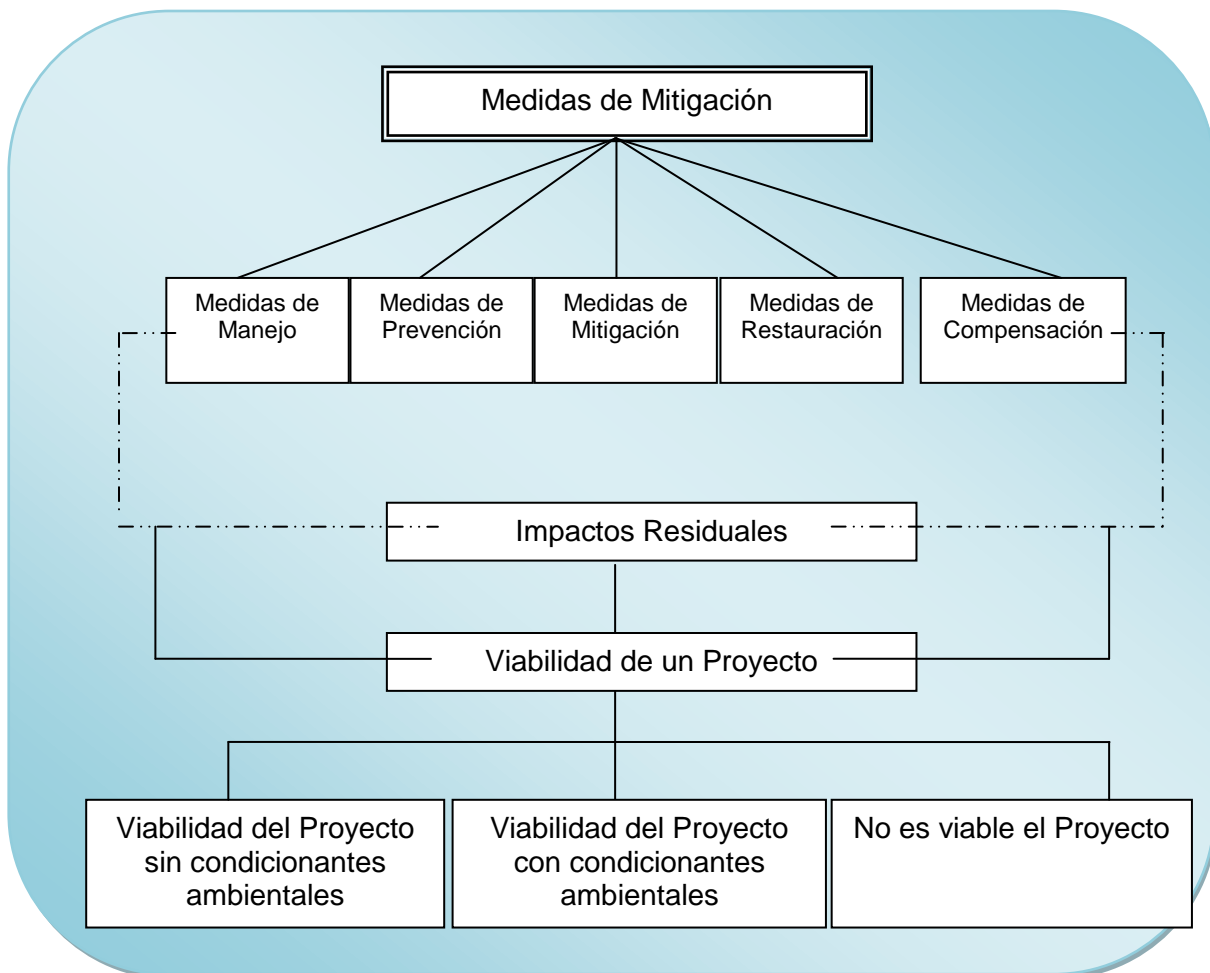


Figura VI.1 Aspectos esenciales relacionados con las Medidas de Mitigación y la calidad del proyecto.

VI.1 Agrupación de los impactos de acuerdo a las medidas de mitigación propuestas.

Los impactos ambientales se agruparon de acuerdo al tipo de medida de mitigación por factor ambiental, posteriormente se presentan las medidas de mitigación en tablas derivadas de la evaluación de impactos ambientales negativos o adversos, de tal forma que se propongan las medidas de mitigación para cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados.



PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION.

Medio Biótico.

Vegetación.

Debido a la presencia de organismos arbóreos, arbustivos y herbáceas dentro del embalse del vaso de la presa y en sitios de obras (cortina, dique y bancos de materiales), se deberá instrumentar un **Programa de Rescate de Flora** que deberá instrumentarse previamente a las actividades de despalme, desmonte y/o remoción y consecuentemente aplicar un **Programa de Reforestación con especies nativas** en sitios fuera del embalse donde no se cuenta con cubierta vegetal.

Programa de Rescate de Flora.

El Programa de Rescate de Flora que deberá instrumentarse previamente al llenado del embalse y previo a las actividades de despalme, desmonte y/o remoción de vegetación en las áreas de obras y bancos de materiales y donde se identifiquen las especies arbóreas que deberán preferentemente conservarse in situ o bien, integradas al diseño de aéreas verdes de acuerdo al proyecto; así como los ejemplares susceptibles de trasplantarse para utilizarse posteriormente en acciones de reforestación.

Programa de Reforestación con especies nativas.

Se deberá emplear especies autóctonas (leñosas y herbáceas, según se requiera); en ningún caso se llevara a cabo la introducción de especies exóticas, en especial de eucalipto, tamariz y casuarina.

Cuando se requiera favorecer el establecimiento de las plantaciones, mejorando la calidad del sustrato, se deberá disponer los materiales orgánicos producto del despalme o de los residuos sólidos orgánicos para la producción de composta; esta alternativa será soportada con el proyecto y programa correspondiente, incluyendo infraestructura, personal, equipo y recursos necesarios.

Asimismo, la vegetación obtenida durante el despalme en los sitios de obras, será triturada a su mínima expresión y reincorporada a aquellos sitios destinados para reforestación o en aéreas adyacentes, dentro del predio, con vegetación natural.

No se permitirá el uso de herbicidas u otros productos químicos durante las actividades de desmonte. Asimismo, se prohibirá la quema de material vegetal producto del desmonte.

Además de lo anterior se deberá implementar las siguientes medidas.

- Deberán utilizarse los caminos de acceso ya existentes.



- En caso de que en la construcción de los caminos de acceso se afecte al arbolado, se deberá aplicar la medida de compensación sembrando 3 ejemplares por cada árbol derribado.

No se deberá utilizar quemas de maleza durante las actividades de desmonte, ni utilizar productos químicos que afecten el brote de vegetación.

- El material producto de las excavaciones y despalme que no se utiliza en los rellenos y en general todos los residuos no factibles de ser reutilizados, se deben enviar fuera del área de la obra para ser destinados a los sitios que designen las autoridades competentes.

Asimismo, se deberá considerar la Ley Forestal y de Desarrollo Sustentable y apegarse a sus ordenamientos al momento de solicitar el Cambio de Uso de suelo en materia forestal de las áreas que serán consideradas dentro del proyecto

Fauna silvestre.

Se implementaran las siguientes medidas de prevención y mitigación.

- Programa de rescate de fauna silvestre
- Prohibido cazar, pescar o dañar la fauna presente.
- Prohibido introducir fauna domestica durante la Preparación del Sitio y Construcción del Proyecto.

Programa de rescate de fauna silvestre.

Una vez iniciado el llenado del embalse se llevara a cabo un intenso programa de auyentamiento de todas las especies que habitan dentro del embalse de tal forma que todas las especies que tengan la capacidad de movilización puedan desplazarse fuera de la zona, dentro de este programas se consideraran las especies con estatus de conservación y los ejemplares de lento desplazamiento o que habitan en madrigueras subterráneas. A continuación se presenta la fauna silvestre como factible de presentarse en alguna de las etapas del proyecto.

Aves amenazadas:

Cigüenia jabirú (Jabiru mycteria), cigüeña americana o cigüeña coco (Mycteria americana), pato golondrino (Anas acuta), cerceta aliazul clara (Anas cyanoptera), pato chalcuan (Mareca americana), pato coludo chico (Authya affinis), loro frentiblanco (Amazona albifrons) y Martin pescador (Chloroceryle sp).

Reptiles en Peligro de extinción:

Tortuga blanca (Chelonia mydas), tortuga lora (Lepidochelys kempfi) y la tortuga de carey (Eretmochelys imbricata). Asimismo, durante estas acciones se verán afectadas las especies de lento desplazamiento talas como anfibios y reptiles.



Educación ambiental.

Se llevara a cabo un Programa de **Educación Ambiental para los trabajadores**. En este programa se debe capacitar al personal para el manejo de los residuos, evitar afectaciones innecesarias (desmontes que rebasen los requerimientos constructivos del proyecto), concientización para la protección de la flora y fauna silvestre (evitar caza de fauna silvestre y comercialización de vegetales y animales), evitar la contaminación por derrames de sustancias químicas y favorecer el uso de las letrinas portátiles en los frentes de trabajo.

Aire.

Control de emisiones a la atmosfera.

Debido a la utilización de vehículos para el transporte de personal, equipo y materiales, así como en el uso de maquinaria pesada, se ocasionarán emisiones de gases contaminantes a la atmosfera.

Inicialmente se deberá delimitar las áreas de trabajo, de tal forma que se mantenga a la restricción de la circulación de maquinaria y equipo a áreas específicas de trabajo.

Asimismo, se requerirá de la aplicación de las medidas de prevención; por lo que no se rebasaran los niveles máximos permisibles de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en material de aire:

- a) **NOM-041-SEMARNAT-1993**, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustibles.
- b) **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 diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.
- c) **NOM-045-SEMARNAT-1993**, que establecen los niveles de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.
- d) **NOM-050-SEMARNAT-1993**, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminante provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos como combustible.

Además, para reducir la generación de emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, producto de la combustión interna de los motores de las unidades de transporte de personal, materiales y de maquinaria pesada, se solicitara a los propietarios de las unidades que no mantengan encendidos os motores y equipos mientras no realicen una labor específica, así como antes de iniciar y durante las obras, mantener afinados y en buenas condiciones mecánicas los motores de los vehículos, y estar en ópticas condiciones mecánicas.



Previo al inicio de la preparación del sitio, se deberá elaborar un **Programa de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos**, que incluya el procedimiento que debe llevar a cabo para verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas referidas. Además, se llevarán bitácoras del mantenimiento de la maquinaria, equipo y vehículos.

Generación de ruido.

Debido a que algunas de las actividades que se realizan en la construcción de las obras que se contratan generan altos niveles de ruido, se deben tomar medidas necesarias a fin de que el personal no sufra daños en su salud, debiendo cumplir con la legislación y observaciones o medidas que las autoridades competentes en la materia establezcan sobre algún caso en particular.

Se controlarán las emisiones de ruido de vehículos, maquinaria y equipo a fin de no sobrepasar los niveles autorizados en el Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido y en la Norma Oficial Mexicana 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. Para ello debe equipar y mantener sus unidades en condiciones adecuadas para cumplir con lo establecido en los citados ordenamientos.

Además, para reducir el incremento en los niveles de ruido ocasionado por el empleo de maquinaria pesada, se solicitará a los contratistas de la obra, que indiquen a los conductores de sus camiones la obligatoriedad para que cierren sus escapes de las unidades, cuando se encuentren circulando cerca de las poblaciones aledañas o centros comerciales.

Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" que se permite a las fuentes fijas por el citado reglamento, son los establecidos en la tabla VI.2

Tabla VI.2 Horarios y límites máximos permisibles del nivel sonoro (NOM-080-SEMARNAT-1994)

Horario	Límites máximos permisibles
De 6:00 a 22:00 hrs.	68 dB(A)
De 22:00 a 6:00 hrs.	65 dB(A)

Por otro lado, los trabajadores de maquinaria pesada, principalmente, deberán emplear tapones auditivos para mitigar el ruido.

Partículas suspendidas de polvo.

Durante la etapa de Preparación del Sitio, en las actividades de desmonte, despalme y limpieza del sitio, así como durante el transporte de materiales, se removerá la capa edáfica (capa fértil de suelo) y superficial de los caminos de acceso, generándose emisiones de partículas de polvos.

Como medida de mitigación, para evitar la alteración de la calidad del aire por emisión de polvos, en las áreas de maniobra de maquinaria y vehículos, se deberán llevar a cabo



desmontes paulatinos, así como realizar el riego de terracerías, la utilización de lonas en camiones de carga de materiales, y de residuos de tierras, así como el transporte de materiales y residuos sólidos en medio húmedo (cuando la naturaleza del material lo permita); a fin de mitigar la emisión de polvo.

Suelo.

Perdida de la capa edáfica.

La cubierta edáfica fértil, retirada durante esta etapa, se deberá disponer en un sitio, con la finalidad de reincorporarla posteriormente en las áreas destinadas para áreas verdes o restitución.

Generación de residuos sólidos.

Para evitar la contaminación del suelo por residuos sólidos domésticos, como basura generada por los trabajadores, se establecerá la siguiente medida de mitigación: recolección y depósito de basura doméstica en tambos de 200 litros con tapa, señalizados para tal fin, y pos, y posteriormente serán transportados al relleno sanitario municipal o donde indique la autoridad competente.

Se deberá contactar a la autoridad municipal para realizar la confirmación de los residuos sólidos no peligrosos en relleno o donde disponga la autoridad local, quedando prohibido disponerla en sitios no autorizados.

Con base en lo anterior se deberá desarrollar y aplicar un Programa de manejo de residuos no peligrosos para las etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

Lineamientos para la elaboración del Programa de manejo de residuos sólidos no peligrosos.

Se deberá aplicar los siguientes lineamientos para el manejo de los residuos sólidos.

- a) Colocación de contenedores en áreas estratégicas de los diferentes frentes de trabajo, la recolección diaria de los residuos, y la conducción al relleno sanitario. Todos los residuos susceptibles de ser reciclados deben ser seleccionados para su envío a los centros de acopio y reutilización.

La recolección de los residuos sólidos se debe realizar en vehículos cerrados y empleados exclusivamente para tal fin. Se debe llevar un seguimiento para que la recolección se realice diariamente en todos los frentes de trabajo y para que no exista mezcla de residuos peligrosos con no peligrosos.

- b) Se debe promover acciones de educación ambiental, a fin de inducir a los usuarios a la separación de residuos, y en su caso, la reutilización de los mismos.



Generación de residuos peligrosos.

En caso de que se realicen actividades de mantenimiento y reparación de maquinaria y vehículos en el sitio del proyecto, se adoptaran las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por derrame accidental de aceites, grasas, combustibles o lubricantes, considerados como residuos peligrosos.

Para el manejo de los residuos peligrosos, se desarrollara el **Programa de manejo de residuos peligrosos.**

Programa de manejo de residuos peligrosos.

Se consideran residuos peligrosos aquellos definidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y el Reglamento en Material de Residuos Peligrosos (RLGEEPAMRP), así como sus disposiciones complementarias.

Identificación de los residuos peligrosos.

Se deberán identificar los residuos peligrosos que se generen de acuerdo con los lineamientos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-1993; que establecen las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismo y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, y la NOM-053-SEMARNAT-1993; que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los elementos que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Con relación a los envases y recipientes de los materiales y sustancias empleados en la construcción: aceites, lubricantes, aditivos, resinas, solventes, curacretos y compuestos orgánicos; se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos, con la finalidad de controlar su manejo y disposición final como residuos peligrosos, realizando los trámites para registrarse como empresa generadora de residuos peligrosos, así como la contratación de una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT para el transporte y disposición final de los residuos peligrosos. Se llevará una bitácora de generación mensual de entradas y salidas del almacén para reportar a la autoridad.

Manejo de los residuos peligrosos.

El manejo de los residuos peligrosos será como se indica a continuación:

Al iniciarse la construcción, el promoverte deberá registrarse ante la autoridad ambiental como generador de residuos peligrosos, como la Ley General Para la Gestión y Prevención Integral de los Residuos y Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos.

De igual forma, al inicio de la obra, el promoverte debe construir un almacén temporal de residuos para las etapas de preparación del sitio, construcción y posteriormente en la operación, el cual debe ser de preferencia cerrado y cumplir con lo que se establece el Reglamento en Material de Residuos Peligrosos. Durante el periodo de construcción del almacén temporal de residuos peligrosos, el promoverte debe acondicionar un área provisional para este fin.



Desde el inicio de la construcción de las obras, el promotor debe tener en existencia los recipientes adecuados para el almacenamiento de residuos peligrosos.

El promotor deberá recolectar y almacenar diariamente los residuos peligrosos que se generen en las diferentes áreas de trabajo dentro y fuera del predio. Los recipientes para el almacenamiento de residuos peligrosos deben ser de un material adecuado a las características del residuo e identificados conforme a lo que establece el artículo 14 del Reglamento.

El promotor, desde el inicio de obra, deberá contar con una bitácora exclusiva para el registro del manejo de los residuos peligrosos, la cual debe cumplir con lo estipulado en los artículos 8 y 21 del Reglamento.

La información contenida en la bitácora deberá concordar con los manifiestos de generación y los manifiestos de entrega, transporte y recepción de dichos residuos.

Se deberá contactar a una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT para el transporte de Residuos Peligrosos.

Si durante cualquier etapa del manejo de residuos peligrosos existe una fuga, derrame, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos peligrosos, el promotor debe notificar de inmediato a la PROFEPA, de acuerdo con lo establecido en el artículo 42 del Reglamento.

Se deberá evitar el derrame de hidrocarburos (combustibles), para lo cual se deberá contar con un **Programa de Manejo en caso de derrame**, con la finalidad de contener, limpiar y restaurar el suelo o agua contaminada.

Programa de Manejo en caso de derrame.

En caso de almacenamiento de combustibles, se deberá contar con un almacén, el cual deberá contar con piso impermeable, así como rejilla con dique de contención en caso de derrame, que al menos contenga el 20% del volumen máximo almacenado.

Agua.

Manejo de aguas residuales.

Para evitar la contaminación del agua superficial y marina por residuos líquidos, se deberán utilizar letrinas móviles para el uso de los trabajadores; para lo cual se recomienda que sea una letrina por cada 25 trabajadores. Dichas letrinas serán acondicionadas y mantenidas por empresas autorizadas, las cuales serán las responsables de la disposición final de los residuos que en dichas letrinas se generen. Evitando la defecación al aire libre que pudiera ser fuente de infección gastrointestinal.

Se deberá contactar a una empresa especializada en el alquiler de letrinas móviles, de tal forma que se cuente con el servicio de mantenimiento de las mismas.



Flujo vehicular.

Durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, se deberá contar con señalamientos, lo cual permitirá que los vehículos que circulan sobre la carretera, las principales vialidades y caminos de acceso, no se vean afectados por problemas de tránsito.

Asimismo, se deberán aplicar las siguientes disposiciones:

- SE DEBERA COLOCAR LETREROS QUE ANUNCIEN LA ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS Y CAMIONES DE CARGA Y/O MAQUINARIA EN LA ENTRADA DE CADA CAMINO DE ACCESO A SITIOS DE OBRA.
- POR OTRO LADO, EL HORARIO DE TRANSPORTE DE MATERIALES, PERSONAL Y RESIDUOS SOLIDOS DOMESTICOS; SE DEBERA REALIZAR EN UN HORARIO DE MENOR TRANSITO.

SEGURIDAD E HIGIENE.

EN MATERIAL DE SEGURIDAD E HIGIENE SE DEBERA DAR CUMPLIMIENTO A LAS SIGUIENTES NORMAS.

NOM-001-STPS-1999. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-002-STPS-2000. Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1998. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-006-STPS-2000. Manejo y almacenamiento de materiales – condiciones y procedimiento de seguridad.

NOM-010-STPS-1999. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

NOM-019-STPS-2004. Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

NOM-020-STPS-2002. Recipientes sujetos a presión y Calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad.



NOM-021-STPS-1993. Relativa a los requerimientos y características de los informes de riesgos de trabajo que ocurran para integrar estadísticas.

NOM-025-STPS-1993. Relativa a los niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Vegetación.

Debido al mantenimiento del derecho de vía, se eliminará la vegetación, por lo que se deberá contar con un programa de vigilancia, para evitar el desarrollo de especies arbóreas que llegue a impactar con sus raíces.

En este sentido se deberá aplicar los siguientes puntos.

- Las podas selectivas de mantenimiento se deberán realizar dentro del derecho de vía.
- Se deberá conservar una cubierta vegetal para evitar la erosión dentro del derecho de vía, en los tratos donde sea factible.

En el derecho de vía, no deberán existir obstáculos no construcciones de ninguna naturaleza, instalados por el responsable de la obra, para protección del público y de la propia línea.

Aire.

VI.1.2.2.1 Calidad del aire.

Debido a la utilización de vehículos automotores y a la actividad vehicular que se realizaran en la etapa de Operación, se ocasionaran emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, provocadora por la combustión interna de los motores.

Se requiere de medidas de prevención consistentes en que no se rebasen los niveles máximos de permisibles de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire:

- **NOM-041-SEMARNAT-1993.** 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 diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 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 diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.
- **NOM-050-SEMARNAT-1993.** Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores



en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos como combustibles.

- **NOM-043-SEMARNAT-1993.** niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas solidas provenientes de fuentes fijas. Esta norma oficial mexicana establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas solidas provenientes de fuentes fijas.

Cabe destacar que se deberá aplicar la NOM-043-SEMARNAT-1993, para la planta eléctrica de emergencia.

Asimismo, se deberá aplicar el Programa de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos.

Agua.

Aguas residuales.

Durante la operación, se deberá contar con sanitarios para el personal de mantenimiento y vigilancia en oficinas de Ciudad del Carmen y en Estaciones de Rebombeo

VI.1.2.5.3 Manejo de residuos peligrosos.

Durante la operación se deberá desarrollar y aplicar un Programa de Manejo de Residuos no peligrosos.

Manejo de residuos peligrosos.

Para evitar la contaminación del suelo por un inadecuado manejo de residuos peligrosos se dará continuidad con el manejo de los residuos mediante el Programa de manejo de residuos peligrosos, el cual deberá implementar desde las etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

El tanque de almacenamiento de diesel para la planta eléctrica de emergencia deberá tener rotulado la sustancia, la capacidad de almacenamiento y deberá contar con un dique de contención de al menos el 100% del volumen total del tanque; de tal forma en caso de derrame, se evite la contaminación del suelo.

VI.2 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.

De manera específica, a continuación se presentan las tablas de medidas de mitigación en todas las etapas, por etapa y por factor ambiental impactado.



VI.1.2. Operación y mantenimiento.

Aire.

Debido a la utilización de vehículos automotores y a la actividad vehicular que se realizarán en la etapa de Operación, se ocasionarán emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, provocadora por la combustión interna de los motores.

Se requiere de medidas de prevención consistentes en que no se rebasen los niveles máximos de permisibles de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de aire:

NOM-041-SEMARNAT-1993. 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 diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 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 diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos como combustibles.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. Esta norma oficial mexicana establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

Cabe destacar que se deberá aplicar la NOM-043-SEMARNAT-1993, para la planta eléctrica de emergencia.

Asimismo, se deberá aplicar el Programa de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos.

Agua.

Aguas residuales.

Durante la operación, se deberá contar con sanitarios para el personal de mantenimiento y vigilancia en oficinas de Ciudad del Carmen y en Estaciones de Rebombeo



Durante la operación se deberá desarrollar y aplicar un Programa de Manejo de Residuos no peligrosos.

Manejo de residuos peligrosos.

Para evitar la contaminación del suelo por un inadecuado manejo de residuos peligrosos se dará continuidad con el manejo de los residuos mediante el Programa de manejo de residuos peligrosos, el cual deberá implementar desde las etapas de Preparación del Sitio y Construcción.

El tanque de almacenamiento de diesel para la planta eléctrica de emergencia deberá tener rotulado la sustancia, la capacidad de almacenamiento y deberá contar con un dique de contención de al menos el 20% del volumen total del tanque; de tal forma en caso de derrame, se evite la contaminación del suelo.



VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Con base en la descripción del escenario ambiental actual obtenido en el capítulo V, y con el cual se construyó el escenario resultante del desarrollo del proyecto integral, se incorporan las medidas de mitigación por factor ambiental modificado, obteniéndose el escenario ambiental final, con la presencia de los proyectos y las medidas de mitigación.

El suelo y la vegetación son dos de los componentes ambientales que sufrirán los impactos más significativos; el suelo quedará modificado en todo lo que dure la vida útil del proyecto, y por tratarse de una infraestructura hidráulica de tal importancia, no se vislumbra en el largo plazo el abandono de estas obras.

VII.1 Escenario ambiental modificado con medidas de mitigación.

Para efectos de estimar cualitativa y cuantitativamente los cambios generados en el sistema ambiental se ha hecho uso del modelo de simulación de cambio de calidad ambiental Ksim.

VII.1.1. Modelo de Simulación de Cambio de Calidad Ambiental KSIM.

Para el presente análisis se constituyeron cuatro factores principales que se han venido desarrollando con anterioridad: Ambiente físico, Ambiente biológico, Paisaje y Ambiente socioeconómico. Cada una de ellas se miden en función de su estructura, su dinámica y la modificación a través del tiempo. Para ello se desarrolla una simulación dinámica espacial con la información obtenida a través del Modelo de Simulación de Cambio de Calidad Ambiental KSIM y que coadyuva a proyectar los escenarios posibles en el transcurso del tiempo.

Al modelo, se le asignaron valores de acuerdo al estado actual de los factores ambientales utilizados, partiendo de que el valor de máxima calidad ambiental es de 0.990 y el mínimo es de 0.100. De acuerdo con las gráficas, los valores iniciales son:

Tabla VII.1 Valores de alimentación al modelo KSIM

FACTORES	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA
Ambiente físico	0.900	0.950	0
Ambiente biológico	0.800	0.800	0
Paisaje	0.400	0.420	0
Ambiente Socioeconomico	0.600	0.600	0

Para poder medir los cambios en los factores ambientales anteriormente señalados, se utilizaron los procesos aleatorios, donde se calculan los cambios en los factores a partir de la transición que puedan presentar cada clase generada, la expresión matemática es la siguiente:



$$X(t+1) = P^n \cdot X(t)$$

donde: $X(t)$ es el estado del sistema en el tiempo t

$X(t+1)$ es el estado del sistema en el tiempo $t+1$

P^n son los estado posibles de ocurrencia.

A partir de los valores y probabilidades obtenidos en el Ksim se calcularon los resultados de las proyecciones en situaciones con proyecto y sin proyecto generando las modificaciones entre periodos de 5, 15 y 20 años. Sin embargo con el cálculo e integración de todas las variables se pudieron determinar escenarios hasta los 50 años.

Cabe destacar que el uso de la presente metodología responde a la necesidad de poder estipular los posibles escenarios futuros a partir de los cambios presentes que se tienen registrados en la actualidad, y que conjunta tanto los impactos que tiene la obra como las actividades locales de la región. De este modo, la metodología sirve para poder hacer un diagnóstico presente el cual pueda agrupar cada uno de los usos de suelo que están generando cambios en la superficies, así como áreas donde encontramos transición de actividades y por consiguiente de impactos.

Tabla VII.2. Modificación a 5 años

FACTORES	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	MODIFICACION
Ambiente físico	0.9153	1.052978	0.137678
Ambiente biológico	0.8112	0.815269	0.004069
Paisaje	0.402	0.420262	0.018262
Ambiente Socioeconomico	0.6054	0.588398	0.017002
FACTORES	CON PROYECTO	MODIFICACION	PORCENTAJE
Ambiente físico	1.052978	0.137678	13.07507
Ambiente biológico	0.815269	0.004069	0.499065
Paisaje	0.420262	0.018262	4.345419
Ambiente Socioeconomico	0.588398	0.017002	2.88952

Dentro del periodo más próximo (5 años), las modificaciones del ambiente físico son las que determinan los cambios en el suelo producto de la obra y que sin lugar a dudas manifiestan porcentajes apreciables dentro del cálculo de las distintas variables estimadas. Sin embargo la situación sin proyecto presenta cambios en la superficie debido a las actividades localizadas en varias áreas aledañas o dentro del área del proyecto, principalmente cambios de los usos de suelo para el desarrollo de ganadería.

Por tanto la modificación en la situación con proyecto y sin proyecto dentro del ambiente físico (0.9153 y 1.0529 respectivamente) resulta dentro de una tendencia homogénea el cual arroja una modificación de 0.1376 asimilando una transición dentro de áreas que ya han tenido otro tipo de modificaciones producto de actividades primarias.

El ambiente biológico presenta una tendencia mas drástica en las dos situaciones analizadas, lo anterior responde a que existen cambios en las coberturas producto de la inundación de la zona, lo cual arroja que una situación sin proyecto no muy similar a una con proyecto independientemente a la actividad antrópica de tiempo atrás acumulada.



El paisaje presenta un descenso de 4.3% de calidad ambiental a partir de la construcción de la obra, la cual trae consigo que disminuya el valor paisaje del área trazada dentro del proyecto.

El factor socioeconómico figura el inicio de la puesta en marcha de la obra donde los beneficios esperados tienden a ser dentro de un horizonte a mediano plazo para que pueda generar resultados representables dentro del presente análisis.

Tabla VII.3. Modificación a 10 años

FACTORES	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	MODIFICACION
Ambiente físico	0.913623	1.050442	0.136819
Ambiente biológico	0.808657	0.810654	0.001997
Paisaje	0.400162	0.418479	0.018317
Ambiente Socioeconomico	0.602613	0.599576	0.003038
FACTORES	CON PROYECTO	MODIFICACION	PORCENTAJE
Ambiente físico	1.050442	0.136819	13.02491
Ambiente biológico	0.810654	0.001997	0.246378
Paisaje	0.418479	0.018317	4.376954
Ambiente Socioeconomico	0.599576	0.003038	0.506617

Dentro del análisis de los 10 años podemos observar como los cálculos presentan diferencias a los escenarios anteriores. El ambiente físico continúa siendo la parte de medular de los cambios generados por los distintos cambios de uso de suelo. Sus valores permanecen dentro de la tendencia de los 5 años arrojando una modificación en términos porcentuales de 13.02% este dato se debe que el área registra otras actividades que conjuntan dentro del panorama actual aunados a los de la obra.

Sin embargo en el ambiente biológico la modificación presenta variaciones mas drásticas que a su vez son dirigidas a escenarios distintos producto de los impactos que ha recibido el área del proyecto.

El paisaje arroja una modificación mínima 0.0183 pero al calcularse frente a la situación sin proyecto, debido a que no hay obras de una capacidad física por igual tienden a llevar la tendencia de cambio en 4.37% esto debido en gran parte a las obras de restauración y mantenimiento de la obra.

Finalmente el factor socioeconómico se recupera al tener una variación de 0.50% a diferencia del periodo anterior de 2.88%, en este periodo los beneficios comienzan a fomentar y desarrollar la calidad de vida producto del desarrollo del proyecto encaminado a satisfacer necesidades de corte urbano.

Tabla VII.4 Modificación a 15 años

FACTORES	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	MODIFICACION
Ambiente físico	0.911926	1.047722	0.135796
Ambiente biológico	0.806089	0.805956	0.000133
Paisaje	0.398324	0.416699	0.018374
Ambiente Socioeconomico	0.599820	0.610530	0.010710
FACTORES	CON PROYECTO	MODIFICACION	PORCENTAJE
Ambiente físico	1.047722	0.135796	12.96110
Ambiente biológico	0.805956	0.000133	0.016560
Paisaje	0.416699	0.018374	4.409533
Ambiente Socioeconomico	0.610530	0.010710	1.754203



Dentro de este periodo el factor físico disminuye su modificación a medida que los impactos se mitigan y que exista un cambio de las actividades. Si bien el alcance de la obra con respecto a la cobertura responde a 0.1357, los niveles de cambio sin proyecto se mantienen en 0.9119 siendo muy similar la tendencia dentro de los dos escenarios

El factor ambiental biológico mantiene una pérdida de calidad ambiental muy baja, casi de manera totalmente homogénea dentro de las dos situaciones con y sin proyecto (0.8060 y 0.8059) las medidas de protección y restauración surten efecto a medida que los años pasan y que pueden regenerarse los impactos acumulados.

El paisaje en este caso mantiene su pérdida de calidad a medida que los nuevos escenarios se incorporan sobre nuevas áreas y que a su vez delimitan su paso dentro de la zona de interés del proyecto.

Por su parte el factor socioeconómico mantiene una estabilidad y presupone que los beneficios esperados de la obra proyectan resultados esperados dentro de la calidad de vida de los habitantes de la región y por consiguiente de las condiciones socioeconómicas de la población en general.

Integración de resultados

La situación sin proyecto vislumbra un panorama donde las condiciones actuales en conjunto con los ciclos naturales tienden a modificar cada uno de los factores, existiendo una pérdida de calidad ambiental ajena a los efectos que puede traer consigo la obra.

La reducción vista a través de los cálculos realizados asimila que el área está en constante cambio y que la tendencia se aproxima a una reducción de la calidad ambiental a partir de los ciclos mismos de la naturaleza en conjunto con actividades locales las cuales no están mitigando los impactos. En la siguiente grafica se puede apreciar la tendencia:

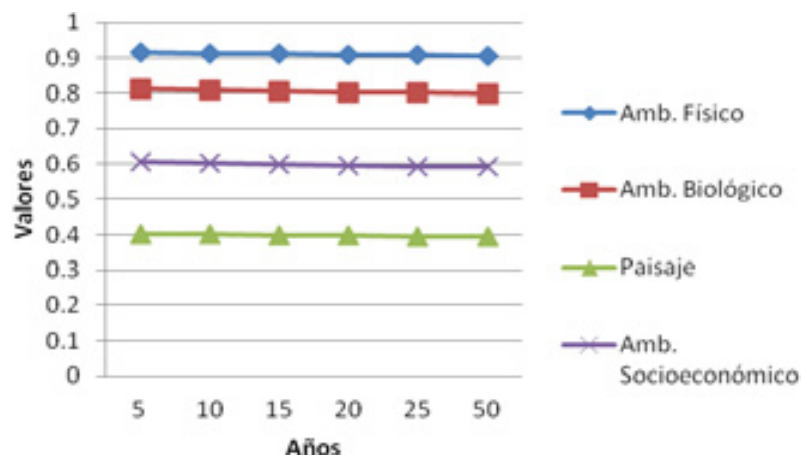


Figura VII.1. Presentación de resultados pronóstico sin proyecto



El ambiente biológico presentó una reducción significativa en el primero periodo, sin embargo a partir de las medidas de restauración el impacto disminuye. No hay que perder de vista que otras actividades aledañas a las de la obra están generando cambios dentro del factor ambiental biológico, lo cual contribuye a que exista un cambio continuo, sobre todo en la vegetación.

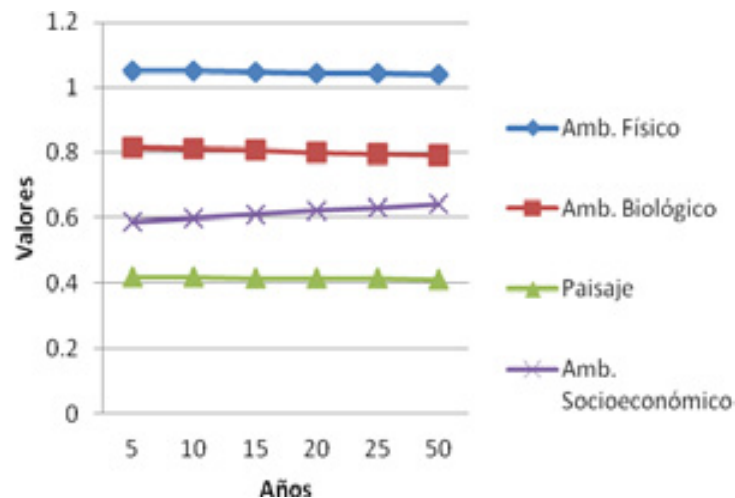


Figura VII.2. Presentación de resultados pronóstico con proyecto

El paisaje por su parte se ve afectado a medida que la obra permanece constante en conjunto con las vías de comunicación ya existentes, esto aunado al crecimiento de asentamientos humanos y de los fenómenos de urbanización que generan que el área quede afectada por la obra, reduciendo la calidad ambiental de este factor.

El factor socioeconómico desprende valores distintos a medida que la obra repercute sobre la calidad de vida de las personas de la región. Su comportamiento a través de los diferentes periodos de tiempos calculados, se articulan positivamente ante los problemas de escases de agua que se presentan en la actualidad.

VII.2 Programa de Monitoreo.

Como todo tipo de proyecto, se requiere para una adecuada vigilancia ambiental, elaborar un Programa de Monitoreo en materia ambiental que contenga cuando menos algunos de los siguientes programas, dependiendo de sus características:

- Programa de Manejo, Conservación y Restauración de Suelos.
- Programa de Rescate y Resguardo de Vegetación y Fauna Silvestre de lenta movilización.
- Programa de Educación Ambiental.



- Programa de Manejo y Control de Residuos, en concordancia con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Programa de Manejo de Maquinaria y Equipo y Transporte de Materiales.
- Programa para la Prevención y Manejo de Situaciones Críticas ante Contingencias y Desastres Naturales, como incendios, sismos y huracanes.
- Programa de Protección Civil y Primeros Auxilios.

El Programa de Monitoreo Ambiental, tiene como objetivo principal asegurar que la realización del proyecto se ejecute de una forma ambiental adecuada, para ello, además de controlar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctivas que resulten del resolutive de impacto ambiental y las referidas en el propio estudio del Proyecto, facilita a:

- Controlar el progreso de las medidas adoptadas y, si estas no son satisfactorias, aplicar medidas correctivas para subsanarlas.
- Establecer el tipo y la frecuencia de los controles.
- Localizar durante el desarrollo de las obras afecciones no previstas en la Manifestación de Impacto Ambiental y aplicar las medidas adecuadas para evitarlas o minimizarlas.
- Proporcionar algún aviso inmediato cuando un indicador del impacto seleccionado se acerca a un nivel crítico predeterminado.
- Obtener la información útil que puede utilizarse para valorar la eficacia de las medidas correctivas aplicadas.

En base a lo anterior, las acciones establecidas en el programa corresponden a aquellas actividades que generan impactos sobre los factores ambientales considerados en la matriz de evaluación de impactos, para lo cual se determina el tipo de gestión y la forma de medición o de control a través de los indicadores que permitan dar el adecuado seguimiento y valoración del cumplimiento respectivo.

Para efectos de establecer los valores iniciales de cada uno de los factores ambientales involucrados, se realizará un monitoreo en estadio cero, es decir previo al arranque de las actividades, de tal forma que estos valores nos permitan conocer las condiciones ambientales de medio y poder valorar con mayor certeza el nivel de los impactos que se hayan considerado.

Desde la fase de preparación del sitio se tendrá una persona responsable con criterio y conocimiento sobre las medidas de protección ambiental que se recomiendan para estas obras de acuerdo a lo manifestado en este estudio. Esta persona tendrá autoridad por parte de la empresa promovente para tomar decisiones en campo cuando así lo considere conveniente para afectar lo menos posible el entorno natural.

La etapa de preparación del sitio será básicamente previa a la construcción de las obras y la gestión de trámites para las últimas autorizaciones de la presa Bicentenario, por lo que los rubros serán indicados basados en la normatividad que aplica. Prácticamente esta etapa solo realiza aquellas actividades que permitan el acceso a la maquinaria, los equipos, los materiales e insumos necesarios para iniciar la construcción de las obras.

Las actividades previstas en este Programa de Monitoreo, ha reserva de las que establezca la autoridad en la resolución del presente documento corresponderán a la rehabilitación de los



caminos de acceso y la apertura del derecho de vía mediante el desmonte y despalle solo en las áreas o tramos que se requieran.

Al igual que en la etapa de preparación del sitio, durante la fase de construcción del embalse, el Programa de Monitoreo Ambiental se basará, para el correcto funcionamiento del mismo, sobre los siguientes indicadores de impactos ambientales.

- Seguimiento de las emisiones de polvo.
- Seguimiento de afectaciones del suelo.
- Seguimiento de afectaciones a la flora y la vegetación.
- Seguimiento de afectaciones por manejo de residuos

La etapa de operación y mantenimiento difiere un poco de las etapas que le anteceden debido a que prácticamente es una operación pasiva a reserva de la estación de bombeo y rebombeo por las características propias de las condiciones en el suministro de agua a la ciudad de Hermosillo donde las afecciones previstas se inclinan básicamente a aire, suelo y agua. En términos generales el seguimiento de las principales afectaciones tendrá las siguientes actividades a través del Programa de Monitoreo Ambiental:

Seguimiento de las emisiones de polvo

Para el seguimiento de las emisiones de polvo, producidas en su mayor parte por la maquinaria que operará en las obras, se mantendrá una observación prácticamente permanente en toda la zona de tal manera que se observará si se cumplen las medidas adoptadas como son:

- Regar las superficies donde potencialmente puede haber una cantidad superior de polvo.
- Velocidad reducida de los camiones de volteo.
- Vigilancia de las operaciones de carga, descarga y transporte del material.
- Instalación de pantallas protectoras contra el viento (en caso de requerirse).

La toma de datos se realizará mediante inspecciones visuales periódicas en las que se estimará el nivel de polvo existente en la atmósfera y la dirección predominante del viento estableciendo cuales son los lugares afectados.

Las observaciones se realizarán de forma continua en las horas del día donde las emisiones de polvo se consideren altas. Como norma general, la primera observación se realizará antes del comienzo de las actividades para tener un conocimiento de la situación previa y poder realizar comparaciones posteriores.

Seguimiento de afectaciones sobre los suelos

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobretodo, la apertura de accesos y el despeje y desbroce de todas las superficies necesarias para la ejecución de las obras.



Se realizarán visitas para poder observar directamente el cumplimiento de las medidas establecidas para minimizar el impacto, evitando que las operaciones se realicen fuera de las zonas señaladas para ello.

Durante las visitas se observará:

- La vigilancia en el desbroce inicial, desmontes y cualquier otro movimiento de tierra para minimizar el fenómeno de la erosión y evitar la posible inestabilidad de los terrenos.
- Modelado de las escombreras para que una vez finalizadas las extracciones producto de la excavación, la unidad paisajística no se vea muy modificada
- Acopio de la tierra vegetal de forma que posteriormente se pueda utilizar para, por ejemplo, la regeneración de las escombreras, accesos o cualquier superficie que sea necesario acondicionar. Los acopios se deberán realizar en los lugares indicados y que corresponden a las zonas menos sensibles del territorio. Los montículos de tierra en ningún caso deberán existir.
- Se realizarán observaciones en las zonas limítrofes con el fin de detectar cambios o alteraciones no tenidas en cuenta en el presente estudio.

Los posibles cambios detectados en el entorno se registrarán y analizarán para adoptar en cada caso las medidas correctoras necesarias. Se realizará un análisis de la zona/s afectadas, adoptando nuevos diseños los cuales se intentarán ejecutar con la mayor brevedad posible.

Seguimiento de las afectaciones a la flora y la fauna

Se seguirá el control de las medidas elegidas para la minimización de los impactos a la flora y fauna del lugar afectado por las obras del proyecto.

Si se detectara alguna nueva afectación a la vegetación o la fauna del entorno, se procedería al estudio de la misma y a la adopción de nuevas medidas correctoras para intentar paliar los problemas encontrados.

Seguimiento de afectaciones por manejo de residuos

Durante la construcción del embalse, de forma especial, durante los cortes y movimientos de tierras, se procederá a realizar un seguimiento durante las obras de acuerdo con la normativa vigente en materia de residuos peligrosos y no peligrosos

Otras consideraciones:

Para el seguimiento del programa de monitoreo ambiental, la empresa constructora establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental y que puedan verificar los siguientes aspectos:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas preventivas y correctivas de impacto ambiental previstas.



- Verificar los estándares de calidad de los materiales y medios empleados en las actuaciones proyectadas de índole ambiental.
- Comprobar la eficacia de las medidas preventivas y correctivas establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
- Detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Informar de manera sistemática a las autoridades implicadas sobre los aspectos objeto de monitoreo y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
- Describir el tipo de informes y la frecuencia y periodo de su emisión y a quien van dirigidos.
- Para conseguir estos objetivos el Programa de Monitoreo Ambiental debe describir con el suficiente grado de detalle el seguimiento que se va a hacer de las medidas correctivas y de los elementos del medio natural. Se deben especificar los plazos estipulados para su realización, la frecuencia de controles, el espacio físico a controlar, los métodos a utilizar, el equipo humano implicado, los equipos de medida a emplear, etc.
- El Programa de Monitoreo Ambiental puede articularse en torno a las diferentes unidades del medio natural como a las diferentes fases de realización del proyecto a controlar.
- Se propone para cada actuación explicar con detalle los objetivos que persigue, los indicadores utilizados, los umbrales de alerta considerados, las inspecciones a llevar a cabo detalladas (metodología, lugares y periodicidad)
- Los objetivos principales de los Informes emitidos durante el desarrollo práctico del Programa de monitoreo ambiental son:
 - Asegurar el cumplimiento de todas las medidas contempladas en el documento.
 - Hacer accesible la información.
 - Dejar constancia documental de cualquier incidencia en su desarrollo.

Cada 6 meses, a partir de la fecha de Resolutivo de Impacto Ambiental, se presentará un informe sobre el desarrollo del Programa y sobre el grado de eficacia y cumplimiento de las medidas correctoras y protectoras adoptadas en este estudio.

VII.3 Conclusiones

El promovente con el apoyo financiero de la CNA y el Gobierno del Estado de Sonora, llevara a cabo el desarrollo del proyecto **Presa Bicentenario**

Es importante que la metodología seleccionada sea acorde con el tipo del proyecto del cual se trata, dadas las características del proyecto. Por otra parte y en función de la recopilación, verificación de información en campo, análisis y evaluación de la misma, para el proyecto, se procedió a la identificación y descripción de los impactos ambientales que el presente proyecto generara, durante sus diferentes etapas sobre su entorno natural y socioeconómico.

Con base en lo descrito anteriormente y tomando en consideración la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible para el desarrollo del proyecto, se estima que las técnicas idóneas para la identificación y evaluación de impactos ambientales corresponden a:



- **Redes de causa-efecto.** Con base en redes de acciones y sus efectos sobre los factores y atributos naturales y socioeconómicos, se identifican los impactos ambientales primarios, secundarios y terciarios; y donde al aplicarse las medidas de mitigación se identifican los impactos residuales.
- **Modelo de Simulación de Cambio de Calidad Ambiental KSIM.** Mediante este modelo se estiman cualitativa y cuantitativamente los cambios generados en el Sistema Ambiental regional
- **Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.** La identificación y evaluación de los impactos, se realizó mediante la Matriz de Leopold (1971), utilizando los criterios de naturaleza del impacto, tipo de acción, extensión, temporalidad y reversibilidad. Cabe mencionar que a través del uso de esta técnica, es posible abundar en la explicación puntual de los impactos identificados y evaluados.
- **Evaluación de Impactos Ambientales.** una vez identificado los impactos, estos se evalúan mediante la valoración de los impactos, de forma cuantitativa.



VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

VIII.1. Cartografía

Se integra la cartografía para mostrar la ubicación del embalse, así como las localidades importantes, vías de comunicación y cartas temáticas. Las imágenes se construyeron con la sobreposición del proyecto sobre las imágenes disponibles, planos y cartas temáticas. Las orthofotos e imágenes de satélite se adquirieron y consultaron en INEGI y la página www.google.com.

Las referencias geográficas de las imágenes incluidas están expresadas en coordenadas UTM, WGS84 para la Región 12. Cuando se utiliza un datum distinto este se señala adecuadamente.

Se utilizaron las cartas temáticas de INEGI ya citadas

VIII.2. Fotografías

Durante el recorrido de campo se hizo el levantamiento topográfico por donde se sembrará la cortina y dique, así mismo se tomaron fotografías de la vegetación y de la fauna que se avistó durante los recorridos.

VIII.3. Videos

No se incluyen

VIII.2 OTROS ANEXOS

Solo se incluyen los ya señalados en el contenido del documento.



VIII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acuífero: cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Ambiente: conjunto de elementos naturales (físicos y biológicos) y los inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados y hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos.

Aprovechamiento sustentable: la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Biodiversidad: la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Cauce de una corriente: el canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento.

Contaminación: la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Contingencia ambiental: situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Control: inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la normatividad.

Criterios ecológicos: los lineamientos obligatorios contenidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Sonora, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.



Cuenca hidrológica: el territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciadas de otras, aun sin que desemboken en el mar. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión del recurso hidráulico.

Cuerpo receptor: la corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando pueden contaminar el suelo o los acuíferos.

Daño ambiental: es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Desarrollo sustentable: es el proceso evaluables mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Desequilibrio ecológico: la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Ecosistema: unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Efecto ambiental: es la repercusión de algún impacto que se manifiesta mediante cambios, modificaciones, alteraciones en el estado natural o basal del elemento o recurso ambiental.

Equilibrio ecológico: la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hacen posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Elemento natural: los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

Evaluación ambiental: es el proceso mediante el cual se integran las consideraciones ambientales en las primeras etapas de planeación del desarrollo. Se busca identificar las implicaciones positivas y negativas sobre el ambiente, derivadas del diseño de un plan, programa o política de desarrollo, así como las medidas de prevención y mitigación respectivas.



Evaluación de impacto ambiental: es el proceso mediante el cual se identifican y evalúan los impactos ambientales potenciales de un proyecto específico y generalmente éste se realiza una vez que se ha finalizado el proyecto ejecutivo.

Fauna silvestre: las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Fragmentación: división física de un ecosistema, hábitat o población que altera la dinámica estructural y funcional de los componentes en ellos incluidos. La magnitud e importancia de los cambios ocurridos dependerán del tipo de poblaciones y asociaciones biológicas presentes, su fragilidad, resistencia, resiliencia, capacidad de carga, entre otras.

Flora silvestre: las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Hábitat: es el sitio específico en un medio ambiente físico y su comunidad biótica, ocupado por un organismo, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo en particular.

Impacto ambiental: modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental sinérgico: aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental residual: el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Infraestructura hidráulica: las obras de ingeniería como instalaciones, construcciones y, en general, los inmuebles que estén destinados a la prestación de servicios hidráulicos.



Manifestación de impacto ambiental: documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Material peligroso: elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

Medidas de prevención: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Ordenamiento ecológico: 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 al 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.

Preservación: conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales.

Prevención: conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

Protección: el conjunto de políticas y medidas para mejorar al ambiente y controlar su deterioro.

Recurso natural: elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Residuo: cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Restauración: conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.



Sistema de agua potable y alcantarillado: el conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.

Transferencia de derechos de agua: pasar agua de uso agrícola para uso urbano.

Uso doméstico: la utilización de agua nacional destinada al uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de sus árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de sus animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa.



IX. BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Técnica Consultiva para la Determinación del Coeficiente de Agostadero (COTECOCA) 1989. Manual de los Tipos de Vegetación para el Estado de Sonora. SARH. México. 397 pp.
- Gobierno del Estado de Sonora. 1992. Revista Ecológica "Fauna Sonorense", Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo Sonora 33 pp.
- Larry W. Canter, 1998, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Segunda Edición. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. 841 pp.
- Conesa, F.V. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 385 pp.
- Rau J. and Wooten D. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A. Cap. 8.
- Leopold, L.B., E. Clarke F., B. Hanshaw B. And J.R, Balsley. 1971. A. produce for evaluating environmental impact. U.S. Dept. Inter. Geol. Surv. Circ. 645. 13 pp.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432 pp.
- Krebs, C.J. 2001. Ecología. Oxford University Press. México. 753 pp.
- CITES. 1994. Guía de identificación de aves de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación.
- Diario Oficial de la Federación (D.O.F.). 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- D.O.F, 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-1994, que establece las condiciones que deben cumplir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.
- INE, SEMARNAP. 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisible de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. DOF 06 de agosto de 1999, Gaceta Ecológica, Número 50, México, pp. 80-84.
- SEMARNAP. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. SEMARNAP. México, D.F.
- Gobierno del Estado de Sonora. 1990. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para el Estado de Sonora, Ley 217. Gobierno del Estado de Sonora, Sec. de Infraestructura Urbana y Ecología. Agua Prieta, Son. 62 p.
- INEGI, 2002. Sistema de Información Geográfica del Estado de Sonora (SIGE). México.



- INEGI. 2000. Tabulados Básicos Sonora. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) tomos del I al V, México.
- INEGI. 1993. Estudio Hidrológico del Estado de Sonora. INEGI y Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo, Son.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).1981.Carta uso de suelo y vegetación 1:250,000. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).1981.Edafológica 1:250,000. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Carta Geológica 1:250,000. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).1981. Carta de Hidrología Subterránea 1:250,000. INEGI. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).1981. Carta de Hidrología Subterránea 1:250,000. INEGI. México.