

# INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN

Boulevard Cuauhtemoc 2340, Col. Revolución, Zona Urbana Río Tijuana, C.P. 22320, Tijuana, B.C. Teléfono(s): (664) 686 6248

## MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DE PROYECTOS HIDRAULICOS



# IMPLAN

Instituto Municipal de Planeación

## MODIFICACION DEL ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO ALAMAR SECCIONES II Y III

DELEGACIÓN CENTENARIO  
TIJUANA, B. C.

ABRIL DEL 2009

Elaborado por:



ECO URBE CONSULTORES, S. C.

### TIJUANA

Av. Insurgentes # 937-4, Col. Buenavista  
Tel/Fax. 01(664) 973 6854 y 973 6640,  
E-mail: [tijuana@ecourbe.com.mx](mailto:tijuana@ecourbe.com.mx)

 Instituto Municipal de Planeación	<b>INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION</b> <b>MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO</b> <b>ALAMAR</b> <b>DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.</b>	MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS  PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558
ABRIL DE 2009		

## INDICE

CONTENIDO	Página
<b>I. DATOS GENERALES</b>	<b>1</b>
I.1 Datos del proyecto	1
I.2 Datos del promovente	2
I.3 Datos del responsable del estudio de impacto ambiental	3
<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>4</b>
II.1. Información general del proyecto	4
II.2. Características particulares del proyecto	20
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO</b>	<b>38</b>
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y DE LA PROBLEMATICA DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</b>	<b>65</b>
IV.1. Delimitación del área de estudio	65
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental	66
IV.2.1. Aspectos abióticos	67
IV.2.2. Aspectos bióticos	81
IV.2.3. Paisaje	104
IV.2.4. Aspectos socioeconómicos	111
IV.2.5. Diagnóstico ambiental	121
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>131</b>
V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	131



<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
V.2. Identificación y evaluación de impactos	137
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	157
VI.1. Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación	157
VI.2. Impactos residuales	167
VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACION DE ALTERNATIVAS	169
VII.1. Pronósticos del escenario	169
VII.2. Programa de vigilancia ambiental	177
VII.3. Conclusiones	191
VII.4. Recomendaciones	192
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	195
IX. BIBLIOGRAFIA	199
X. GLOSARIO	205

## **ANEXOS**

### **RESUMEN EJECUTIVO**

Croquis de localización

Documentación del IMPlan:

Acuerdo de creación del IMPlan





ABRIL DE 2009

**INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.**

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOS

PROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

**CONTENIDO**

**Página**

Modificación del Acuerdo de Creación del IMPlan

Reglamento Interno del IMPlan

Nombramiento del representante legal:

Acta de sesión extraordinaria del Junta de Gobierno del IMPlan  
donde se nombra a Luis Duarte como director

Autorizaciones SEMARNAT:

Autorización de SEMARNAT para la MIA Regional (proyecto tres secciones)  
Autorización del plazo de ejecución de los trabajos por parte de SEMARNAT  
Autorización de modificación de la primera sección por parte de SEMARNAT

Convenio Municipio de Tijuana – Comisión Nacional del Agua

Reporte fotográfico

Cartografía

Planos

Resumen del Estudio de Hidráulica Fluvial

Resumen del Estudio de Geotecnia y análisis de bancos de material

Acciones de reforestación propuestas a SEMARNAT

Acciones de reubicación de fauna silvestre propuestas a SEMARNAT

Matrices de Identificación del Impacto Ambiental y gráficas



**ECO URBE CONSULTORES, S.C.**

INDICE

Página iii

 IMPLAN Instituto Municipal de Planeación	<b>INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION</b> <b>MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO</b> <b>ALAMAR</b> <b>DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.</b>	MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS  PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558
ABRIL DE 2009		

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

### ***I.1 Proyecto:***

#### ***I.1.1 Nombre del proyecto***

Modificación de Encauzamiento de Arroyo Alamar y de la Vialidad Vía Rápida Alamar, del tramo Km. 2+880 al Km. 10+205.

#### ***I.1.2 Ubicación del proyecto***

El sitio de las obras se ubica sobre el cauce del Arroyo Alamar, hacia el noreste de la ciudad de Tijuana, Delegación Centenario. Abarca desde la margen oriente del Blvd. Manuel Clouthier, hasta el Puente conocido como Cañón del Padre, en la carretera Tijuana-Tecate (ver Plano 1, Croquis de Localización).

#### ***I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.***

La vida útil del proyecto es indefinida. La vida útil esperada de los materiales es de 25 años, sin embargo dado que se pretende que brinde un servicio permanente, se implementarán programas de mantenimiento preventivo y correctivo adecuados para optimizar la vida útil.

#### ***I.1.4 Presentación de la documentación legal:***

Se anexa copia simple del Acuerdo que Crea el Organismo Público Descentralizado de la Administración Pública Municipal denominado Instituto Municipal de Planeación (IMPlan), publicado en el Periódico Oficial de fecha 28 de Diciembre de 1998.

Se anexa Reforma al Acuerdo de creación del Instituto Municipal de Planeación, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 21 de julio de 2006.

Se anexa también Reglamento Interno del Instituto Municipal de Planeación, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 2 de enero del 2009.



 <small>Instituto Municipal de Planeación</small>	<b>INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION</b> <b>MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO</b> <b>ALAMAR</b> <small>DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.</small>	MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS
ABRIL DE 2009		PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558

Se agrega Acta de la Sesión de la Junta de Gobierno del IMPlan, de fecha 19 de Diciembre de 2007, en que se designa al Arq. Luis Alfonso Duarte Mora como Director General del organismo.

## ***I.2 Promovente***

### ***I.2.1 Nombre o razón social***

Instituto Municipal de Planeación (IMPlan).

### ***I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente***

IMP-981228-IYO

### ***I.2.3 Nombre y cargo del representante legal***

Arq. Luis Alfonso Duarte Mora, Director General del IMPlan. Se anexa nombramiento.

### ***I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal***

Boulevard Cuauhtemoc 2340, Col. Revolución, Zona Urbana Río Tijuana, C.P. 22320, Tijuana, B.C.

Teléfono(s): (664) 686 6248

Correo electrónico: [llduarte@tijuana.gob.mx](mailto:llduarte@tijuana.gob.mx)

## ***I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental***

### ***I.3.1 Nombre o razón social***

Eco Urbe Consultores, S.C.



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 2

 Instituto Municipal de Planeación	<b>INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION</b> <b>MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO</b> <b>ALAMAR</b> <b>DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.</b>	MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS  PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558
ABRIL DE 2009		

***I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP***

EUC 010621 FS5

***I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.***

Ocean. Irma Andrea Martínez Rocha

Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

MARI 640715 MB9

Número de Cédula Profesional.

**1776071**

***I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.***

Calle y número exterior, número interior o número de despacho, o bien, lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal. Colonia o barrio, código postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos (incluir la clave actualizada de larga distancia), fax y correo electrónico.

Avenida Insurgentes 937-4

Colonia

Colonia Buenavista

Código Postal

22415

Municipio o Delegación,

Delegación Mesa de Otay, Municipio de Tijuana

 <b>INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION</b> <b>MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO</b> <b>ALAMAR</b> <small>ABRIL DE 2009</small>	<b>DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.</b>	MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS  PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558
---	--	---

Entidad Federativa,

Baja California

Teléfonos (incluir la clave actualizada de larga distancia),

(664) 973 6854

Fax

(664) 673 66 40

Correo Electrónico.

[irmaamtz@ecourbe.com.mx](mailto:irmaamtz@ecourbe.com.mx)

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### *II.1.1 Naturaleza del proyecto*

El proyecto general consiste en la obra de canalización del Arroyo Alamar, en la Delegación Centenario de la ciudad de Tijuana B.C., con una longitud total de 10.205 Km. Esta canalización se dividió en tres secciones: I) de la zona conocida como La Bocina hacia el Blvd. Gato Bronco (Km 0+000 al 2+917), II) del Blvd. Gato Bronco al Blvd. Terán Terán (Km 2+917 al Km 6+000) y III) del Blvd. Terán Terán hasta la carretera de cuota a Tecate (Km 6+000 al Km 10+205). Asimismo, se pretende la construcción de las estructuras para la incorporación de 21 afluentes a lo largo de la canalización propuesta, y la construcción de una vialidad denominada Vía Rápida Alamar. Este proyecto general fue sometido a evaluación en materia de impacto ambiental ante la SEMARNAT y autorizado, mediante resolución SGPA/DGIRA.DG.-1407/07, de fecha 25 de junio de 2007.

Posteriormente, fue solicitada la ampliación del plazo de los trabajos y autorizada mediante oficio SGPA/DGIRA.DG.-0502/08, de fecha 03 de marzo de 2008.



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 4



ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

Después se solicitó la modificación del proyecto correspondiente a la primera sección, comprendido entre el Km. 0+000 y el Km. 2+917, y autorizada la misma por la SEMARNAT mediante oficio SGPA/DGIRA.DG.-1553/08, de fecha 27 de mayo de 2008.

Mediante el presente documento se solicita autorización en materia de impacto ambiental para la modificación al proyecto general de las obras de encauzamiento del Arroyo Alamar, desde el Km. 2+917 al Km. 10+205 (segunda y tercera secciones) respecto al proyecto autorizado por la SEMARNAT, en materia de impacto Ambiental.

Las modificaciones propuestas en este documento tienen dos objetivos: en primer lugar, ajustar el proyecto al nuevo trazo de la zona federal, ya que el proyecto original se elaboró con la demarcación efectuada en el 2002, mientras que en el 2006 hubo una nueva demarcación, aunque aún no ha sido publicada. Por lo tanto, el proyecto original requirió de ajustes por el nuevo trazo de la zona federal para reducir las afectaciones a terceros que radican en las colindancias de la zona federal. El proyecto se ejecutará dentro del cauce y de la zona federal del Arroyo Alamar, delimitados en el año 2006 por la Comisión Nacional del Agua.

En segundo lugar, se pretende cambiar el diseño del encauzamiento del Arroyo Alamar en la segunda etapa del mismo, comprendido del Km. 2+917 al Km. 6+200, sustituyéndose el enfoque ecohidrológico autorizado por la construcción de un canal con taludes y plantilla de concreto, en tanto que la tercera etapa, comprendida del Km. 6+200 al Km. 10+205 continuará con el enfoque ecohidrológico. Cabe señalar que no se considera el desarrollo de la vialidad Vía Rápida Alamar dentro de este documento, por no ser competencia de SEMARNAT, de acuerdo a las resoluciones emitidas a la fecha.

En resumen, el proyecto modificado, del que se solicita autorización en materia de impacto ambiental, considera 3 puntos a evaluar:

1. Modificación parcial del trazo del canal autorizado, en el tramo que va del Km. 2+917 al Km. 10+205 (del Blvd. Manuel Clouthier al Puente del Cañón del Padre) para ajustar su trazo a la demarcación de zona federal elaborada en el 2006, así como para permitir aprovechar la zona federal del arroyo Alamar, reduciendo afectaciones a terrenos privados, colindantes a la misma, al pasar de 100,773.61 m<sup>2</sup> a 1,649.14 m<sup>2</sup>.
2. Modificación del concepto ecohidrológico autorizado, en el tramo que va del Km. 2+917 al Km. 6+200 (del Blvd. Manuel Clouthier al Blvd. Héctor Terán Terán), por un concepto tradicional, donde los bordos y la plantilla son a base de concreto hidráulico, provocando una sensible reducción de la sección del canal, ya que pasa de una sección tipo 140.00 m a una de 89.00 m.



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 5

3. Modificación del concepto ecohidrológico autorizado, en el tramo que va del Km. 8+400 al 10+205, por uno tradicional, donde los bordos son revestidos de concreto y la plantilla es de tierra compactada, mediante la disminución de la sección tipo de 140.00 m a una de 88.30 m.

Se estima que habrá impactos de mayor magnitud a los considerados en la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad regional (MIA-R) autorizada, por lo que el promovente decidió presentar nuevamente una manifestación de impacto ambiental, con el propósito de que se actualice la información presentada y la autorización en materia de impacto ambiental por la modificación del proyecto.

Dado que los impactos derivados del encauzamiento del arroyo fueron considerados y evaluados en la MIA-R autorizada, el presente documento se presenta en la modalidad particular, pues su objetivo es solicitar la autorización de los impactos ambientales de magnitud distinta a los autorizados, derivados de la modificación del proyecto original. Estos impactos se detallan en el apartado correspondiente.

Se prevé que estos impactos se manifiesten principalmente en la etapa III, dado que en la etapa II, en las márgenes del arroyo, dentro de la zona federal, se encuentran asentamientos irregulares, donde alrededor de 719 familias viven en condiciones insalubres, descargando sus residuos y aguas residuales sanitarias al arroyo, sin servicios de electricidad y agua potable, ocasionando el deterioro de flora y fauna de dicha sección.

Por lo anterior, se considera que el proyecto cumplirá una obra de saneamiento del cauce, sobre todo en la sección II, por lo que para la ejecución de las obras se prevé la reubicación de las personas que serán afectadas directamente por el encauzamiento, establecidas en los asentamientos irregulares.

El Gobierno Municipal de Tijuana, a través del Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), promueve la realización de este proyecto, con el objetivo de solucionar la problemática existente en la zona del arroyo Alamar, dentro de la ciudad de Tijuana.

El diagnóstico de la problemática realizado por el IMPLAN y otras instituciones para esta zona indica un estado de deterioro y contaminación ambiental generado por la existencia de asentamientos humanos irregulares, grandes depósitos de basura, escombro y agua contaminada, extracción irregular de agua mediante pozos

improvisados y la falta de regulación de las diversas actividades económicas que se realizan dentro de la Zona Federal.

Asimismo, las familias asentadas en las márgenes del arroyo viven en condiciones de riesgo, dado que el terreno es susceptible de sufrir inundaciones, deslaves y estancamientos de agua durante eventos pluviales extraordinarios, situación que en años anteriores y en el mes de diciembre pasado provocó la intervención de las autoridades de protección civil, quienes han efectuado campañas de prevención y hasta desalojo de personas, tanto de manera preventiva como durante los eventos.

Por ello, el proyecto de encauzamiento también tiene como objetivo eliminar el riesgo de inundación y reubicar los asentamientos humanos de las riberas, previniendo nuevas invasiones y riesgos si no se realizan las obras, como se observa en la sección III, donde se encuentran invasiones recientes.

Por último, cabe agregar que para la ejecución de las obras, el Municipio de Tijuana, B.C. y la Comisión Nacional del Agua, celebraron un Convenio de Coordinación con fecha 25 de febrero de 2004, como se indicó en la MIA-R autorizada, mismo que se anexa.

### ***II.1.2 Selección del sitio***

La zona en que se pretende realizar el proyecto, corresponde al cauce del Arroyo Alamar, donde los siguientes elementos contribuyen a considerarla como prioritaria para su rehabilitación, conduciendo los escurrimientos superficiales hasta su aporte al Río Tijuana, y considerando que se localiza dentro de la zona urbana de Tijuana:

1. Posibles avenidas durante la temporada de lluvias representan un grave riesgo para la vida de la población que habita en los diversos asentamientos humanos irregulares existentes a lo largo del cauce.
2. El cauce del arroyo Alamar ha sido afectado por depósitos clandestinos de basura y escurrimientos de aguas negras provenientes de las actividades que se realizan en sus colindancias o en el mismo cauce y zona federal. Con el presente proyecto se prevé disminuyan las descargas de aguas residuales y los depósitos de basura dentro del cauce.
3. Su ubicación dentro de la mancha urbana de Tijuana, obliga a que se establezca la infraestructura adecuada, para facilitar la integración urbana de esa parte de la ciudad y promover su crecimiento urbano adecuado.

4. Se pretende asimismo, construir la infraestructura para la incorporación de los afluentes del arroyo, de tal manera que se eviten eventos de riesgo en las zonas aledañas al arroyo.

### ***II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización***

El encauzamiento propuesto se localiza al este de la zona urbana de Tijuana, rodeado de casas habitación, asentamientos irregulares, áreas industriales, zonas de cultivo y algunos predios baldíos. Se ubica dentro de las subcuenca denominadas Tributarios Alamar derecho y Tributarios Alamar Izquierdo, una de las cuales se extiende parcialmente hacia territorio de los Estados Unidos de America. Se anexa el Plano 2, Subcuenca.

Las obras propuestas se localizan en las secciones II y III del proyecto general. La segunda etapa del encauzamiento inicia en el Blvd. Manuel Clouthier y termina en el Blvd. Héctor Terán Terán, que inicia en el Km. 2+917 y termina en el Km. 6+000. Desde este punto habrá un tramo de transición de 200 m para acoplar el enfoque tradicional y el enfoque ecohidrológico del canal. La tercera etapa de encauzamiento inicia en el Blvd. Héctor Terán Terán y finaliza en el puente Cañón del Padre, va del Km 6+000 al 10+205. Se anexa Plano 3, Etapas de canalización.

Como ya se indicó arriba, las obras se desarrollarán dentro del cauce y en la zona federal delimitada por la CNA, en el año de 2006. La propuesta de canal anterior se elaboró en base a la zona federal delimitada en el 2002, por lo que uno de los objetivos de esta propuesta es considerar la delimitación efectuada en el 2006. El Plano 4, Modificaciones a la zona federal, muestra los trazos de dicha zona en el 2002 y en el 2006 en la zona del proyecto.

A continuación se muestran las coordenadas de los vértices de la zona federal para la parte norte y sur del arroyo, así como las coordenadas del polígono afectado por las obras de encauzamiento del Arroyo Alamar:

Tabla 1. Polígono de la zona federal 2006 (secciones II y III)

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
ZF61'	3,597,748.21	506,953.77	32°31'1.27"	116°55'33.46"
ZF61	3,597,771.70	507,038.75	32°31'2.03"	116°55'30.2"
ZF60	3,597,838.96	507,211.62	32°31'4.21"	116°55'23.58"
ZF59	3,597,901.94	507,354.85	32°31'6.25"	116°55'18.08"

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
ZF58	3,598,086.00	507,545.19	32°31'12.23"	116°55'10.78"
ZF57	3,598,219.68	507,618.32	32°31'16.57"	116°55'7.98"
ZF56	3,598,321.97	507,744.62	32°31'19.89"	116°55'3.13"
ZF55	3,598,417.96	507,857.64	32°31'23"	116°54'58.8"
ZF54	3,598,497.20	507,965.97	32°31'25.57"	116°54'54.64"
ZF53	3,598,613.25	508,108.47	32°31'29.34"	116°54'49.18"
ZF52	3,598,755.34	508,236.41	32°31'33.95"	116°54'44.27"
ZF51	3,598,945.72	508,375.21	32°31'40.13"	116°54'38.94"
ZF50	3,599,048.19	508,438.81	32°31'43.45"	116°54'36.5"
ZF49	3,599,177.29	508,518.94	32°31'47.64"	116°54'33.42"
ZF48	3,599,193.74	508,600.54	32°31'48.17"	116°54'30.29"
ZF47	3,599,216.58	508,870.28	32°31'48.91"	116°54'19.95"
ZF46	3,599,208.05	508,950.08	32°31'48.63"	116°54'16.89"
ZF45	3,599,184.98	509,107.92	32°31'47.88"	116°54'10.84"
ZF44	3,599,120.30	509,313.39	32°31'45.77"	116°54'2.97"
ZF43	3,599,140.18	509,418.33	32°31'46.41"	116°53'58.95"
ZF42	3,599,202.65	509,497.37	32°31'48.44"	116°53'55.91"
ZF129	3,599,232.44	509,548.81	32°31'49.4"	116°53'53.94"
ZF128	3,599,318.06	509,684.98	32°31'52.18"	116°53'48.72"
ZF127	3,599,449.41	509,861.90	32°31'56.44"	116°53'41.93"
ZF126	3,599,520.41	509,887.03	32°31'58.75"	116°53'40.96"
ZF125	3,599,629.77	510,084.03	32°32'2.29"	116°53'33.41"
ZF124	3,599,700.02	510,211.60	32°32'4.57"	116°53'28.51"
ZF123	3,599,761.32	510,343.59	32°32'6.55"	116°53'23.45"
ZF122	3,599,843.18	510,489.28	32°32'9.21"	116°53'17.86"
ZF121	3,599,942.76	510,698.28	32°32'12.43"	116°53'9.85"
ZF120	3,600,071.10	510,963.21	32°32'16.59"	116°52'59.68"
ZF119	3,600,107.94	511,099.35	32°32'17.78"	116°52'54.46"
ZF118	3,600,126.91	511,367.43	32°32'18.39"	116°52'44.18"
ZF117	3,600,124.55	511,524.81	32°32'18.31"	116°52'38.15"
ZF116	3,600,121.96	511,697.42	32°32'18.22"	116°52'31.53"
ZF115	3,600,149.30	511,834.76	32°32'19.1"	116°52'26.27"
ZF114	3,600,174.65	512,034.03	32°32'19.92"	116°52'18.63"
ZF113	3,600,206.17	512,237.61	32°32'20.93"	116°52'10.82"
ZF112	3,600,194.63	512,344.83	32°32'20.55"	116°52'6.71"
ZF111	3,600,202.30	512,471.42	32°32'20.8"	116°52'1.85"
ZF110	3,600,215.71	512,571.68	32°32'21.23"	116°51'58.01"
ZF109	3,600,274.51	512,741.83	32°32'23.13"	116°51'51.48"
ZF108	3,600,320.67	512,847.44	32°32'24.62"	116°51'47.43"
ZF107	3,600,358.53	512,953.38	32°32'25.85"	116°51'43.37"
ZF106	3,600,451.01	513,063.98	32°32'28.85"	116°51'39.12"
ZF105	3,600,491.70	513,113.04	32°32'30.17"	116°51'37.24"
ZF104	3,600,521.44	513,156.54	32°32'31.13"	116°51'35.57"
ZF103	3,600,532.54	513,205.81	32°32'31.49"	116°51'33.68"
PI129	3,600,533.67	513,256.34	32°32'31.52"	116°51'31.74"

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
ZF102	3,600,538.68	513,480.42	32°32'31.68"	116°51'23.15"
ZF101	3,600,513.42	513,416.80	32°32'30.86"	116°51'25.59"
ZF100	3,600,439.46	513,349.32	32°32'28.46"	116°51'28.18"
ZF99	3,600,343.98	513,271.57	32°32'25.36"	116°51'31.17"
ZF98	3,600,227.90	513,119.83	32°32'21.6"	116°51'36.99"
ZF97	3,600,112.49	512,916.59	32°32'17.86"	116°51'44.79"
ZF96	3,600,070.17	512,774.91	32°32'16.49"	116°51'50.23"
ZF95	3,600,037.26	512,664.53	32°32'15.43"	116°51'54.46"
ZF94	3,600,048.18	512,544.14	32°32'15.79"	116°51'59.07"
ZF93	3,600,058.71	512,445.31	32°32'16.13"	116°52'2.86"
ZF92	3,600,067.20	512,368.78	32°32'16.41"	116°52'5.8"
ZF91	3,600,019.37	511,894.56	32°32'14.88"	116°52'23.98"
ZF90	3,599,978.40	511,654.14	32°32'13.56"	116°52'33.2"
ZF89	3,599,915.77	511,366.01	32°32'11.53"	116°52'44.25"
ZF88	3,599,891.17	511,261.53	32°32'10.74"	116°52'48.25"
ZF87	3,599,827.38	511,025.73	32°32'8.68"	116°52'57.3"
ZF86	3,599,760.86	510,845.71	32°32'6.52"	116°53'4.2"
ZF85	3,599,676.90	510,712.39	32°32'3.8"	116°53'9.32"
ZF84	3,599,615.35	510,584.22	32°32'1.81"	116°53'14.23"
ZF83	3,599,486.56	510,428.48	32°31'57.63"	116°53'20.21"
ZF82	3,599,404.24	510,299.97	32°31'54.96"	116°53'25.14"
ZF81	3,599,318.52	510,113.20	32°31'52.18"	116°53'32.3"
ZF80	3,599,256.96	509,988.46	32°31'50.19"	116°53'37.09"
ZF79	3,599,133.66	509,878.04	32°31'46.19"	116°53'41.32"
ZF78	3,599,084.80	509,729.67	32°31'44.6"	116°53'47.01"
ZF41	3,599,034.22	509,576.00	32°31'42.97"	116°53'52.91"
ZF40	3,598,970.80	509,434.72	32°31'40.91"	116°53'58.32"
ZF39	3,598,986.60	509,315.21	32°31'41.43"	116°54'2.9"
ZF38	3,599,004.48	509,180.03	32°31'42.01"	116°54'8.09"
ZF37	3,599,039.44	509,084.62	32°31'43.15"	116°54'11.74"
ZF36	3,599,075.42	508,986.43	32°31'44.32"	116°54'15.51"
ZF35	3,599,039.53	508,893.09	32°31'43.16"	116°54'19.09"
ZF34	3,599,009.05	508,813.78	32°31'42.17"	116°54'22.13"
ZF33	3,598,948.01	508,695.27	32°31'40.19"	116°54'26.67"
ZF32	3,598,913.78	508,578.55	32°31'39.08"	116°54'31.15"
ZF31	3,598,786.95	508,467.29	32°31'34.97"	116°54'35.42"
ZF30	3,598,650.44	508,375.84	32°31'30.54"	116°54'38.93"
ZF29	3,598,482.04	508,263.03	32°31'25.07"	116°54'43.26"
ZF28	3,598,436.85	508,194.35	32°31'23.61"	116°54'45.89"
ZF27	3,598,391.51	508,125.46	32°31'22.13"	116°54'48.53"
ZF26	3,598,356.26	508,028.98	32°31'20.99"	116°54'52.23"
ZF25	3,598,264.52	507,918.23	32°31'18.02"	116°54'56.48"
ZF24	3,598,112.89	507,775.47	32°31'13.1"	116°55'1.96"
ZF23	3,597,966.06	507,709.92	32°31'8.33"	116°55'4.47"
ZF22	3,597,866.02	507,622.88	32°31'5.08"	116°55'7.81"

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
ZF21	3,597,740.75	507,513.88	32°31'1.02"	116°55'11.99"
ZF20	3,597,590.24	507,424.41	32°30'56.13"	116°55'15.43"
ZF19	3,597,563.78	507,353.01	32°30'55.27"	116°55'18.17"
ZF18	3,597,549.60	507,165.58	32°30'54.82"	116°55'25.35"
ZF17	3,597,532.31	506,997.72	32°30'54.26"	116°55'31.78"

Tabla 2. Polígono del canal modificado (secciones II y III)

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
C51	3,600,555.6235	513,316.8640	32°31'45.99"	116°53'57.05"
C52	3,600,508.9837	513,264.2040	32°31'45.28"	116°54'5.68"
C53	3,600,333.3141	513,011.7559	32°31'46.71"	116°54'20.09"
C54	3,600,224.0250	512,677.5650	32°31'42.33"	116°54'34.17"
C55	3,600,153.4943	512,122.9220	32°31'3.5"	116°55'16.82"
C56	3,600,126.2645	511,723.5375	32°30'59.18"	116°55'25.77"
C57	3,600,104.3673	511,467.4817	32°30'57.92"	116°55'32.66"
C1	3,600,086.5235	511,321.5819	32°30'55.5"	116°55'32.08"
C2	3,599,916.9070	510,783.6879	32°30'56.77"	116°55'25.15"
C3	3,599,742.2930	510,462.4440	32°31'1.82"	116°55'14.69"
C4	3,599,667.1987	510,344.4095	32°31'40.65"	116°54'32.04"
C5	3,599,613.5068	510,260.0432	32°31'44.26"	116°54'20.43"
C6	3,599,559.8190	510,175.6832	32°31'42.82"	116°54'6.02"
C7	3,599,506.3804	510,091.1562	32°31'45.05"	116°53'52.24"
C8	3,599,452.7994	510,006.7778	32°31'45.68"	116°53'52.64"
C9	3,599,401.0081	509,921.1087	32°31'47.66"	116°53'48.48"
C10	3,599,344.9887	509,837.5828	32°31'48"	116°53'47.84"
C11	3,599,274.0264	509,763.8640	32°31'49.95"	116°53'44.8"
C12	3,599,227.1917	509,676.2054	32°31'51.18"	116°53'41.14"
C13	3,599,216.1497	509,659.4048	32°31'52.87"	116°53'37.87"
C14	3,599,136.6406	509,507.7775	32°31'53.06"	116°53'33.46"
C15	3,599,106.6897	509,381.0533	32°31'54.83"	116°53'30.24"
C16	3,599,104.3861	509,240.5601	32°31'56.6"	116°53'27.03"
C17	3,599,148.1860	508,864.5299	32°31'58.36"	116°53'23.81"
C18	3,599,012.8603	508,497.5540	32°32'0.13"	116°53'20.59"
C19	3,597,815.7519	507,386.2101	32°32'2.57"	116°53'16.07"
C20	3,597,682.5446	507,152.9161	32°32'7.87"	116°53'4.43"
C21	3,597,631.4999	506,919.2685	32°32'12.92"	116°52'45.09"
C22	3,597,564.8082	506,970.0806	32°32'13.44"	116°52'39.74"
C23	3,597,608.2958	507,169.1372	32°32'15.6"	116°52'32.36"
C24	3,597,764.0440	507,441.9083	32°32'15.71"	116°52'30.28"
C25	3,597,963.2803	507,626.8707	32°32'16.51"	116°52'14.94"
C26	3,598,961.1524	508,553.2523	32°32'18.72"	116°51'53.25"
C27	3,599,072.6964	508,855.7369	32°32'22.41"	116°51'39.61"

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
C28	3,599,028.8964	509,231.7671	32°32'28.53"	116°51'29.05"
C29	3,599,054.1033	509,488.6614	32°32'30.02"	116°51'27.1"
C30	3,599,071.0182	509,521.0692	32°32'32.15"	116°51'29.28"
C31	3,599,160.8456	509,695.4280	32°32'30.65"	116°51'31.32"
C32	3,599,171.5283	509,712.1803	32°32'25"	116°51'41.04"
C33	3,599,232.1885	509,790.9035	32°32'21.53"	116°51'53.88"
C34	3,599,270.4872	509,886.2565	32°32'19.36"	116°52'15.16"
C35	3,599,323.3447	509,971.2633	32°32'18.57"	116°52'30.48"
C36	3,599,329.7923	510,086.1632	32°32'17.91"	116°52'40.31"
C37	3,599,384.7685	510,169.7530	32°32'17.36"	116°52'45.9"
C38	3,599,439.8868	510,253.1945	32°32'11.97"	116°53'6.57"
C39	3,599,494.7503	510,336.7946	32°32'6.37"	116°53'18.93"
C40	3,599,549.6084	510,420.3864	32°32'3.96"	116°53'23.47"
C41	3,599,625.5394	510,537.8734	32°32'2.24"	116°53'26.72"
C42	3,599,790.7509	510,840.3575	32°32'0.51"	116°53'29.97"
C43	3,599,949.6739	511,343.8615	32°31'58.79"	116°53'33.22"
C44	3,599,966.6503	511,483.1129	32°31'57.07"	116°53'36.47"
C45	3,600,034.7212	511,675.1806	32°31'55.41"	116°53'39.77"
C46	3,600,038.4565	511,729.3498	32°31'53.61"	116°53'42.99"
C47	3,600,065.7307	512,129.3852	32°31'51.32"	116°53'45.83"
C48	3,600,137.6688	512,694.5905	32°31'49.82"	116°53'49.2"
C49	3,600,253.8512	513,049.6457	32°31'49.46"	116°53'49.85"
C50	3,600,444.1233	513,323.6777	32°31'46.44"	116°53'57.23"

Estos vértices se presentan en el Plano 5, Zona Federal del Arroyo Alamar y canal, donde también se muestra el trazo del encauzamiento previsto en la segunda y tercera etapa del proyecto.

Los cambios con respecto al trazo autorizado se presentan en el Plano 6, Modificaciones al trazo del canal.

La modificación del trazo del canal propuesto va a liberar algunos polígonos que se pretende desincorporar de la zona federal. Estos polígonos se señalan a continuación y se muestran en el Plano 7, Desincorporación de zona federal.

Tabla 3. Polígonos a desincorporar de la zona federal.

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
<b>Polígono 1</b>				
C36	3,599,329.7923	510,086.1632	32°32'17.91"	116°52'40.31"
C37	3,599,384.7685	510,169.7530	32°32'17.36"	116°52'45.9"
C38	3,599,439.8868	510,253.1945	32°32'11.97"	116°53'6.57"



VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
C39	3,599,494.7503	510,336.7946	32°32'6.37"	116°53'18.93"
C40	3,599,549.6084	510,420.3864	32°32'3.96"	116°53'23.47"
C41	3,599,625.5394	510,537.8734	32°32'2.24"	116°53'26.72"
C42	3,599,790.7509	510,840.3575	32°32'0.51"	116°53'29.97"
C43	3,599,949.6739	511,343.8615	32°31'58.79"	116°53'33.22"
C44	3,599,966.6503	511,483.1129	32°31'57.07"	116°53'36.47"
C45	3,600,034.7212	511,675.1806	32°31'55.41"	116°53'39.77"
C46	3,600,038.4565	511,729.3498	32°31'53.61"	116°53'42.99"
C47	3,600,065.7307	512,129.3852	32°31'51.32"	116°53'45.83"
C48	3,600,137.6688	512,694.5905	32°31'49.82"	116°53'49.2"
C49	3,600,253.8512	513,049.6457	32°31'49.46"	116°53'49.85"
C50	3,600,444.1233	513,323.6777	32°31'46.44"	116°53'57.23"
C51	3,600,555.6235	513,316.8640	32°31'45.99"	116°53'57.05"
C52	3,600,508.9837	513,264.2040	32°31'45.28"	116°54'5.68"
C53	3,600,333.3141	513,011.7559	32°31'46.71"	116°54'20.09"
C54	3,600,224.0250	512,677.5650	32°31'42.33"	116°54'34.17"
C55	3,600,153.4943	512,122.9220	32°31'3.5"	116°55'16.82"
C56	3,600,126.2645	511,723.5375	32°30'59.18"	116°55'25.77"
C57	3,600,104.3673	511,467.4817	32°30'57.92"	116°55'32.66"
ZF61'	3,597,748.2050	506,953.7736	32°31'1.27"	116°55'33.46"
ZF61	3,597,771.6989	507,038.7500	32°31'2.03"	116°55'30.2"
ZF60	3,597,838.9639	507,211.6189	32°31'4.21"	116°55'23.58"
ZF59	3,597,901.9385	507,354.8544	32°31'6.25"	116°55'18.08"
ZF58	3,598,086.0034	507,545.1932	32°31'12.23"	116°55'10.78"
ZF57	3,598,219.6760	507,618.3236	32°31'16.57"	116°55'7.98"
ZF56	3,598,321.9737	507,744.6193	32°31'19.89"	116°55'3.13"
ZF55	3,598,417.9566	507,857.6444	32°31'23"	116°54'58.8"
ZF54	3,598,497.1981	507,965.9688	32°31'25.57"	116°54'54.64"
ZF53	3,598,613.2535	508,108.4666	32°31'29.34"	116°54'49.18"
ZF52	3,598,755.3393	508,236.4109	32°31'33.95"	116°54'44.27"
ZF51	3,598,945.7179	508,375.2118	32°31'40.13"	116°54'38.94"
ZF50	3,599,048.1926	508,438.8144	32°31'43.45"	116°54'36.5"
ZF49	3,599,177.2853	508,518.9379	32°31'47.64"	116°54'33.42"
ZF48	3,599,193.7362	508,600.5416	32°31'48.17"	116°54'30.29"
ZF47	3,599,216.5840	508,870.2800	32°31'48.91"	116°54'19.95"
ZF46	3,599,208.0458	508,950.0758	32°31'48.63"	116°54'16.89"
ZF45	3,599,184.9760	509,107.9200	32°31'47.88"	116°54'10.84"
ZF44	3,599,120.3025	509,313.3856	32°31'45.77"	116°54'2.97"
ZF43	3,599,140.1781	509,418.3267	32°31'46.41"	116°53'58.95"
ZF42	3,599,202.6505	509,497.3741	32°31'48.44"	116°53'55.91"
ZF129	3,599,232.4435	509,548.8093	32°31'49.4"	116°53'53.94"
ZF128	3,599,318.0558	509,684.9836	32°31'52.18"	116°53'48.72"
ZF127	3,599,449.4110	509,861.8952	32°31'56.44"	116°53'41.93"
ZF126	3,599,520.4141	509,887.0316	32°31'58.75"	116°53'40.96"
ZF125	3,599,629.7669	510,084.0285	32°32'2.29"	116°53'33.41"

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
ZF124	3,599,700.0239	510,211.5951	32°32'4.57"	116°53'28.51"
ZF123	3,599,761.3239	510,343.5917	32°32'6.55"	116°53'23.45"
ZF122	3,599,843.1813	510,489.2788	32°32'9.21"	116°53'17.86"
ZF121	3,599,942.7558	510,698.2849	32°32'12.43"	116°53'9.85"
ZF120	3,600,071.1030	510,963.2098	32°32'16.59"	116°52'59.68"
ZF119	3,600,107.9417	511,099.3533	32°32'17.78"	116°52'54.46"
ZF118	3,600,126.9080	511,367.4310	32°32'18.39"	116°52'44.18"
ZF117	3,600,124.5501	511,524.8087	32°32'18.31"	116°52'38.15"
D4	3,600,123.5279	511,593.0413	32°32'18.27"	116°52'35.53"
<b>Polígono 2</b>				
ZF35	3,599,039.5345	508,893.0853	32°31'43.16"	116°54'19.09"
ZF34	3,599,009.0483	508,813.7832	32°31'42.17"	116°54'22.13"
ZF33	3,598,948.0060	508,695.2707	32°31'40.19"	116°54'26.67"
ZF32	3,598,913.7775	508,578.5478	32°31'39.08"	116°54'31.15"
ZF31	3,598,786.9497	508,467.2898	32°31'34.97"	116°54'35.42"
ZF30	3,598,650.4370	508,375.8374	32°31'30.54"	116°54'38.93"
ZF29	3,598,482.0449	508,263.0283	32°31'25.07"	116°54'43.26"
ZF28	3,598,436.8457	508,194.3459	32°31'23.61"	116°54'45.89"
ZF27	3,598,391.5134	508,125.4609	32°31'22.13"	116°54'48.53"
ZF26	3,598,356.2607	508,028.9830	32°31'20.99"	116°54'52.23"
ZF25	3,598,264.5219	507,918.2265	32°31'18.02"	116°54'56.48"
ZF24	3,598,112.8930	507,775.4671	32°31'13.1"	116°55'1.96"
ZF23	3,597,966.0577	507,709.9221	32°31'8.33"	116°55'4.47"
ZF22	3,597,866.0231	507,622.8832	32°31'5.08"	116°55'7.81"
ZF21	3,597,740.7496	507,513.8841	32°31'1.02"	116°55'11.99"
ZF20	3,597,590.2427	507,424.4051	32°30'56.13"	116°55'15.43"
ZF19	3,597,563.7846	507,353.0097	32°30'55.27"	116°55'18.17"
ZF18	3,597,549.6035	507,165.5784	32°30'54.82"	116°55'25.35"
ZF17	3,597,532.3106	506,997.7152	32°30'54.26"	116°55'31.78"
D5	3,599,062.4318	508,952.6468	32°31'43.9"	116°54'16.8"
C1	3,600,086.5235	511,321.5819	32°30'55.5"	116°55'32.08"
C2	3,599,916.9070	510,783.6879	32°30'56.77"	116°55'25.15"
C3	3,599,742.2930	510,462.4440	32°31'1.82"	116°55'14.69"
C4	3,599,667.1987	510,344.4095	32°31'40.65"	116°54'32.04"
C5	3,599,613.5068	510,260.0432	32°31'44.26"	116°54'20.43"
<b>Polígono 3</b>				
ZF100	3,600,439.4579	513,349.3242	32°32'28.46"	116°51'28.18"
ZF99	3,600,343.9782	513,271.5702	32°32'25.36"	116°51'31.17"
ZF98	3,600,227.9046	513,119.8322	32°32'21.6"	116°51'36.99"
ZF97	3,600,112.4946	512,916.5883	32°32'17.86"	116°51'44.79"
ZF96	3,600,070.1659	512,774.9138	32°32'16.49"	116°51'50.23"
ZF95	3,600,037.2643	512,664.5286	32°32'15.43"	116°51'54.46"
ZF94	3,600,048.1830	512,544.1358	32°32'15.79"	116°51'59.07"
ZF93	3,600,058.7147	512,445.3124	32°32'16.13"	116°52'2.86"
ZF92	3,600,067.2008	512,368.7773	32°32'16.41"	116°52'5.8"

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
ZF91	3,600,019.3727	511,894.5563	32°32'14.88"	116°52'23.98"
ZF90	3,599,978.3952	511,654.1416	32°32'13.56"	116°52'33.2"
ZF89	3,599,915.7709	511,366.0067	32°32'11.53"	116°52'44.25"
ZF88	3,599,891.1711	511,261.5295	32°32'10.74"	116°52'48.25"
ZF87	3,599,827.3809	511,025.7343	32°32'8.68"	116°52'57.3"
ZF86	3,599,760.8614	510,845.7083	32°32'6.52"	116°53'4.2"
ZF85	3,599,676.8991	510,712.3878	32°32'3.8"	116°53'9.32"
ZF84	3,599,615.3481	510,584.2217	32°32'1.81"	116°53'14.23"
ZF83	3,599,486.5615	510,428.4767	32°31'57.63"	116°53'20.21"
ZF82	3,599,404.2379	510,299.9683	32°31'54.96"	116°53'25.14"
ZF81	3,599,318.5153	510,113.2022	32°31'52.18"	116°53'32.3"
ZF80	3,599,256.9557	509,988.4608	32°31'50.19"	116°53'37.09"
ZF79	3,599,133.6648	509,878.0411	32°31'46.19"	116°53'41.32"
ZF78	3,599,084.7987	509,729.6746	32°31'44.6"	116°53'47.01"
ZF41	3,599,034.2217	509,576.0006	32°31'42.97"	116°53'52.91"
ZF40	3,598,970.8028	509,434.7195	32°31'40.91"	116°53'58.32"
ZF39	3,598,986.6027	509,315.2106	32°31'41.43"	116°54'2.9"
ZF38	3,599,004.4751	509,180.0266	32°31'42.01"	116°54'8.09"
D1	3,599,050.5497	509,054.2936	32°31'43.51"	116°54'12.9"
D2	3,599,039.4365	509,084.6204	32°31'43.15"	116°54'11.74"
C6	3,599,559.8190	510,175.6832	32°31'42.82"	116°54'6.02"
C7	3,599,506.3804	510,091.1562	32°31'45.05"	116°53'52.24"
C8	3,599,452.7994	510,006.7778	32°31'45.68"	116°53'52.64"
C9	3,599,401.0081	509,921.1087	32°31'47.66"	116°53'48.48"
C10	3,599,344.9887	509,837.5828	32°31'48"	116°53'47.84"
C11	3,599,274.0264	509,763.8640	32°31'49.95"	116°53'44.8"
C12	3,599,227.1917	509,676.2054	32°31'51.18"	116°53'41.14"
C13	3,599,216.1497	509,659.4048	32°31'52.87"	116°53'37.87"
C14	3,599,136.6406	509,507.7775	32°31'53.06"	116°53'33.46"
C15	3,599,106.6897	509,381.0533	32°31'54.83"	116°53'30.24"
C16	3,599,104.3861	509,240.5601	32°31'56.6"	116°53'27.03"
C17	3,599,148.1860	508,864.5299	32°31'58.36"	116°53'23.81"
C18	3,599,012.8603	508,497.5540	32°32'0.13"	116°53'20.59"
C19	3,597,815.7519	507,386.2101	32°32'2.57"	116°53'16.07"
C20	3,597,682.5446	507,152.9161	32°32'7.87"	116°53'4.43"
C21	3,597,631.4999	506,919.2685	32°32'12.92"	116°52'45.09"
C22	3,597,564.8082	506,970.0806	32°32'13.44"	116°52'39.74"
C23	3,597,608.2958	507,169.1372	32°32'15.6"	116°52'32.36"
C24	3,597,764.0440	507,441.9083	32°32'15.71"	116°52'30.28"
C25	3,597,963.2803	507,626.8707	32°32'16.51"	116°52'14.94"
C26	3,598,961.1524	508,553.2523	32°32'18.72"	116°51'53.25"
C27	3,599,072.6964	508,855.7369	32°32'22.41"	116°51'39.61"
C28	3,599,028.8964	509,231.7671	32°32'28.53"	116°51'29.05"
C29	3,599,054.1033	509,488.6614	32°32'30.02"	116°51'27.1"
D3	3,600,478.6812	513,385.1086	32°32'29.73"	116°51'26.81"

VERTICE	COORDENADAS U.T.M. (ITRF92)		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	NORTE	OESTE
<b>Polígono 4</b>				
C31	3,599,160.8456	509,695.4280	32°32'30.65"	116°51'31.32"
C32	3,599,171.5283	509,712.1803	32°32'25"	116°51'41.04"
C33	3,599,232.1885	509,790.9035	32°32'21.53"	116°51'53.88"
C34	3,599,270.4872	509,886.2565	32°32'19.36"	116°52'15.16"
D6	3,600,135.2023	511,763.9404	32°32'18.64"	116°52'28.98"
ZF115	3,600,149.2951	511,834.7603	32°32'19.1"	116°52'26.27"
ZF114	3,600,174.6530	512,034.0257	32°32'19.92"	116°52'18.63"
ZF113	3,600,206.1662	512,237.6054	32°32'20.93"	116°52'10.82"
ZF112	3,600,194.6340	512,344.8311	32°32'20.55"	116°52'6.71"
ZF111	3,600,202.3002	512,471.4229	32°32'20.8"	116°52'1.85"
ZF110	3,600,215.7108	512,571.6830	32°32'21.23"	116°51'58.01"
ZF109	3,600,274.5131	512,741.8299	32°32'23.13"	116°51'51.48"
ZF108	3,600,320.6720	512,847.4434	32°32'24.62"	116°51'47.43"
ZF107	3,600,358.5332	512,953.3809	32°32'25.85"	116°51'43.37"
ZF106	3,600,451.0124	513,063.9764	32°32'28.85"	116°51'39.12"
ZF105	3,600,491.7010	513,113.0377	32°32'30.17"	116°51'37.24"
ZF104	3,600,521.4386	513,156.5432	32°32'31.13"	116°51'35.57"
ZF103	3,600,532.5358	513,205.8137	32°32'31.49"	116°51'33.68"
PI129	3,600,533.6663	513,256.3444	32°32'31.52"	116°51'31.74"
D7	3,600,534.6292	513,299.3777	32°32'31.55"	116°51'30.09"

#### **II.1.4 Inversión requerida**

La siguiente tabla muestra las cantidades estimadas de inversión para el proyecto, en pesos:

**Tabla 4. Inversión estimada.**

No.	CONCEPTO	SECCION II	SECCION III	TOTAL	%
1	Estudios preliminares, proyecto y permisos	30,529,952	40,403,757	70,933,709	8.40
2	Obra civil	305,299,520	404,037,565	709,337,085	84.04
	Canalización	296,460,872	378,732,727	675,193,599	79.99
	Captación	-	5,391,675	5,391,675	0.64
	Estructuras de afluentes	8,838,648	19,913,163	28,751,811	3.41
3	Medidas de prevención y mitigación*	15,264,976	20,201,878	35,466,854	4.20
4	Gastos administrativos	12,211,981	16,161,503	28,373,483	3.36
<b>T O T A L :</b>		<b>363,306,429</b>	<b>480,804,702</b>	<b>844,111,131</b>	<b>100.00</b>

Nota \*: Las cantidades referentes a la implementación de medidas de prevención y mitigación son una estimación previa, por lo que el costo real de la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en el presente documento deberá de evaluarse posteriormente, con la finalidad de obtener una cifra exacta.

b) Precisar el período de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva.

Debido a que se trata de acciones de urbanización pública, conforme al Art. 210 de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California, que proveerán de la infraestructura urbana indispensable para la seguridad de los residentes de las zonas beneficiadas, no se prevé la recuperación de los recursos a invertir.

Sin embargo, el Art. 216 de la misma Ley, prevé esquemas de recuperación que podrían ser aplicados, como es el caso de las obras de urbanización por plusvalía.

A la fecha, el promovente no ha determinado el esquema definitivo a aplicar a esta obra, aunque el origen de los recursos económicos es una mezcla de recursos federales, estatales y municipales.

### ***II.1.5 Dimensiones del proyecto***

La longitud total de las secciones II y III, motivo de este documento, es de 7.179 Km. La superficie total de zona federal donde se ubicará la obra es de 150-11-30.55 has, de esta superficie, las obras del canal ocuparán 68-92-06.89 has.

La superficie del encauzamiento ya autorizada por esa dependencia, en las secciones II y III es de 94-01-68.61 has, por lo que la modificación prevista reduce la superficie a afectar de la zona federal, por este motivo, en 24-84-76.70 has.

Las modificaciones del trazo del canal propuesto, respecto al canal autorizado, se presentan en el Plano 6, Modificaciones al trazo del canal. En este plano se comparan las superficies de zona federal que se modifican con la propuesta, así como las superficies fuera de la zona federal que se afectan con el proyecto. Estas superficies se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Modificación de superficies con el nuevo trazo (Secciones II y III).

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )
Superficie de la ZF2006*	1'501,130.55
Superficie del canal autorizado	<b>937,683.59</b>
Mas ampliaciones	147,269.97
Menos reducciones	395,746.67
<b>Superficie del canal modificado</b>	<b>689,206.89</b>

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )
Afectaciones fuera de la ZF2006	
Afectaciones del canal autorizado	100,773.61
Afectaciones del canal modificado	1,649.14

Nota\* ZF2006: Zona federal de acuerdo a la demarcación efectuada en el año 2006.

Las superficies que se desincorporan de la zona federal, por quedar fuera del canal, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Superficies de la zona federal a desincorporar.

Polígono	Superficie en m <sup>2</sup>
Polígono 1	343,558.03
Polígono 2	157,372.06
Polígono 3	254,520.27
Polígono 4	54,971.59
TOTAL	810,421.95

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

Respecto a las aguas que circulan por el cauce, actualmente no tienen un uso directo, a diferencia de las aguas subterráneas del acuífero. El Arroyo Alamar se alimenta de los excedentes de las Presas Barret y Morena, ubicadas en los Estados Unidos de América, que escurren a través del arroyo Cottonwood, además de recibir aportes por el Río Tecate, que transporta las aguas residuales tratadas de la ciudad de Tecate y de la Cervecería Tecate. Además recibe aportes de aguas residuales provenientes de los asentamientos que ocupan sus bordes, sobre todo en la sección II, por parte de los asentamientos irregulares, por lo que la calidad de las mismas no permite su uso directo. El Arroyo Alamar transporta aguas pluviales únicamente durante la temporada de lluvias.

El cauce, además de utilizarse para conducir aguas residuales, se utiliza también como depósito de residuos sólidos urbanos por los residentes de las áreas colindantes, sobre todo por los asentamientos irregulares de la sección II. Atraviesan el cauce algunos puentes rústicos para el paso de personas y en un punto se localiza una obra para direccionar las aguas del arroyo y evitar que inunden los asentamientos en dicho lugar. Este arroyo tiene varios afluentes que se asume transportan también aguas residuales.





ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

Con respecto al agua subterránea, el acuífero del Río Tijuana / Arroyo Alamar se considera como una de las 4 fuentes de agua para la ciudad de Tijuana. De este acuífero se extraen 73 litros por segundo, de acuerdo a lo reportado por el Plan Maestro de Agua Potable Y Saneamiento en los Municipios de Tijuana Playas de Rosarito (CESPT, 2003). Más adelante se muestra la ubicación del pozo de la CESPT, en el apartado correspondiente a Hidrología. El agua extraída se incorpora al sistema de abastecimiento de agua para los usos urbanos de la ciudad.

La parte oeste de la zona federal, que corresponde a la sección II, se encuentra ocupada por asentamientos irregulares a lo largo de toda la ribera sur, desde el Blvd. Gato Bronco (Blvd. Manuel J. Clouthier) hasta el Blvd. Terán Terán, mientras que en su ribera norte también tiene asentamientos irregulares pero con algunas construcciones, al parecer concesionadas y con un talud que baja de la zona industrial de la Mesa de Otay. También hay zonas de cultivo de hortalizas, corrales y algunos pequeños comercios, todos ubicados en la ribera sur del arroyo. Estos asentamientos irregulares también utilizan el agua subterránea del sitio, ya que han construido pozos domésticos mediante los cuales la extraen, ya sea para uso doméstico o agrícola.

Esta parte de la zona federal, colinda hacia el sur con los fraccionamientos habitacionales Urbiquinta Marsella, la zona del Cañón del Padre y zonas de cultivo de hortalizas y, hacia el norte, con casas habitación de las colonias Campestre Murúa, la Zona urbana del Ejido Chilpancingo y la zona industrial de la Mesa de Otay.

En la tercera sección, la zona federal se encuentra ocupada por algunos asentamientos irregulares y áreas concesionadas en la margen norte, así como algunos cultivos en su parte sur. Esta zona federal colinda al norte con una zona industrial, las colonias 10 de Mayo, Insurgentes, Granjas Familiares Unidas, algunos terrenos particulares y zonas de cultivo. Al sur colinda con áreas de cultivo, algunos terrenos privados y el fraccionamiento Riberas del Bosque. La ubicación de estas colonias se muestra en el croquis de localización.

En esta tercera sección, se encuentran el paso de las líneas de la CFE, el acueducto de la CESPT y un gasoducto, sobre la Calzada de Las Torres.

El cauce el arroyo contiene vegetación riparia y acuática, mismas que se describen en el apartado correspondiente a Medio Biótico.

### ***II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos***



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 19

El área donde se pretende realizar el proyecto, cuenta con todos los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario, electricidad, vialidades (pavimentadas y de terracería) y telefonía, dado que se ubica en la zona urbana de la ciudad de Tijuana.

Sin embargo, dentro de la zona federal, no se cuenta con estos servicios, con excepción de algunos asentamientos que cuentan con suministro de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad y otros asentamientos que se asume cuentan con concesión de la zona federal. Los asentamientos irregulares se abastecen de este servicio mediante conexiones clandestinas ("diablitos"), mismas que forman densas redes en algunas zonas del arroyo, favoreciendo condiciones de riesgo.

Los asentamientos irregulares además no cuentan con agua potable ni drenaje sanitario, vertiendo sus aguas residuales y demás residuos sólidos al cauce del arroyo. Algunas viviendas tienen letrinas, que son excavaciones, ubicadas al lado del cauce donde depositan sus residuos sanitarios. Se abastecen de agua potable mediante pipas, ya que no tienen el servicio por la CESPT y, algunos de ellos implementaron pozos domésticos improvisados mediante excavaciones, que se encuentran a poca distancia de las letrinas, por lo que los habitantes de esta zona viven en condiciones de insalubridad.

Para el desarrollo del proyecto no se requiere de servicios básicos, dado que se trata de la canalización del arroyo, y el suministro de combustibles se efectuará por el contratista encargado de las obras.

No se requiere de la apertura de caminos de acceso, dado que ya se cuenta con ellos, algunos pavimentados y otros de terracería, pero casi toda la zona federal tiene acceso a partir de alguna vialidad.

## ***II.2 Características particulares del proyecto***

La canalización del arroyo Alamar es una obra de protección contra eventuales avenidas de aguas pluviales, además de una obra de saneamiento del cauce.

El Estudio de Hidráulica Fluvial inicial, explica que los modelos geométricos propuestos para el encauzamiento del Arroyo Alamar, fueron simulados hidráulicamente y ajustados para satisfacer las condiciones impuestas para el planteamiento, análisis y evaluación de alternativas, las cuales incluyeron, entre otras condiciones, gastos total de diseño de 1,720 mcs (metros cúbicos por segundo), con un gasto de 550 mcs para el cauce piloto y de 1,720 mcs para toda la sección (cauce piloto y zona de inundación),

manteniendo el canal dentro de la Zona Federal, así como lograr velocidades dentro de los límites permisibles para los materiales empleados (menores de 5 m/s para plantillas de tierra compactada), relaciones de talud de 2:1, corona de 5 metros de ancho, dentellones al terminar los taludes y un bordo libre de 1 m para el gasto de 1,720 mcs.

El proyecto propuesto utiliza la estructura existente del puente Terán y deja como solución de proyecto construir un puente similar en el Gato Bronco.

La siguiente tabla muestra las características de las obras propuestas, por sección tipo en cada tramo:

Tabla 7. Secciones por tramo.

Tramo	CANAL PRINCIPAL (m)							AREA DE INUNDACION (m)		
	Plantilla	Cauce piloto	Plantilla	Talud izquierdo	Talud derecho	Corona bordo izquierdo	Corona bordo derecho	Plantilla	Talud	Corona bordo derecho
3+000 a 6+200	30	8	Concreto	13	13	10	10			
6+210 a 6+300	40	No tiene	Concreto			5	5			
6+310 a 6+400	40	No tiene	Concreto	19.50	19.50	5	5			
6+410 a 6+500	45	No tiene	Compact	18.70	18.70	5	5			
6+500 a 6+600	40	No tiene	Compact	Variable	Variable	5		Variable		
6+600 a 6+690	40	No tiene	Compact	18.20	10	5		60	10.00	5
6+700 a 6+790	40	No tiene	Compact	17.40	10	5		60	7.40	5
6+800 a 6+890	40	No tiene	Compact	16.40	10	5		60	6.40	5
6+900 a 6+990	40	No tiene	Compact	15.70	10	5		60	5.70	5
7+000 a 7+490	40	No tiene	Compact	15.00	10	5		60	5.00	5
7+500 a 8+380	40	No tiene	Compact	14.00	10	5		60	10.00	5
8+400 a 10+096	40	No tiene	Compact	14	10	5		10	4.00	5

Para la descripción de las obras de canalización, se anexan los siguientes planos:

- Plano 8. Secciones de encauzamiento
- Plano 9. Plano de conjunto Km 3 al 6
- Plano 10. Plano de conjunto Km 6 al 10.2
- Plano 11. Detalles de construcción Km 6 al 10.2
- Plano 12. Empotramiento en Km 6
- Plano 13. Enrocamiento en captación
- Planos 14 al 20 Estructuras de incorporación de afluentes:
  - Plano 14. Estructura tipo II
  - Plano 15. Estructura tipo IV
  - Plano 16. Estructura tipo V
  - Plano 17. Estructura tipo VI
  - Plano 18. Estructura tipo VI
  - Plano 19. Estructura tipo VIII
  - Plano 20. Estructura tipo IX



Aunque ya fueron consideradas en la autorización otorgada para el proyecto, se enlistan las secciones de los tipos de estructura que se construirán para incorporar los 16 afluentes al canal que hay en la Sección II y la Sección III del proyecto. La capacidad de las estructuras varía de 8 a 32 mcs.

Tabla 8. Características de los afluentes al Arroyo Alamar.

Afluente Número	Km de acceso	Margen	Longitud de tributarios (m)	Q mcs	Tipo de estructura	Capacidad (mcs)
3	3+125	Derecha	4613	12.37	IV	16
4 y 5	4+363	Derecha	5052	17.64	VI	24
6	5+075	Derecha	7463	29.00	IX	32
7	6+520	Derecha	5854	22.34	VI	24
8	7+226	Derecha	4155	14.36	IV	16
9	7+912	Derecha	3683	17.73	VI	24
10	8+060	Derecha	1094	5.50	II	8
11	9+015	Derecha	1030	5.34	II	8
12	9+218	Derecha	1803	7.13	II	8
13	9+907	Derecha	866	5.38	II	8
14	9+880	Izquierda	4518	29.34	VIII	32
15	9+400	Izquierda	6661	28.77	VIII	32
16	8+573	Izquierda	5218	31.96	VIII	32
16a	7+840	Izquierda	829	13.34	V	16
16b	6+560	Izquierda	720	13.72	V	16
17	4+383	Izquierda	4284	18.49	VII	24
18	3+787	Izquierda	1721	10.95	V	16

La ubicación de estos afluentes, se presenta en el Plano 21, Hidrología.

Cabe aclarar que las protecciones o reubicación de las líneas de servicios que cruzan la zona federal (líneas de CFE, acueducto de la CESPT y gasoducto) estarán cargo de las dependencias correspondientes.

Una de las características de este proyecto, es que dentro del cauce se encuentra vegetación riparia o de galería, dominada por ejemplares de sauce (*Salix sp.*). Esta vegetación se encuentra sobre todo en la sección III, donde las condiciones de utilización de la zona federal y de sus colindancias han permitido que este tipo de



vegetación subsista de mejor manera que en la sección II, donde aunque existe se le encuentra con menor densidad y con follaje escaso. La vegetación riparia forma un hábitat refugio de aves migratorias, por lo que con el despalme, será afectada la flora y fauna.

De acuerdo con el levantamiento que se realizó de la vegetación existente a la fecha, se tiene que hay una superficie cubierta de vegetación de 529,569.76 m<sup>2</sup>, dentro de la zona federal, de la cual las obras de canalización afectarán al 66.76 %, como lo muestran el siguiente cuadro y el Plano 27, Vegetación afectada:

**Tabla 9. Vegetación afectada por las obras de encauzamiento**

Concepto	Superficie (m <sup>2</sup> )	%
Superficie de la ZF2006	1'501,130.55	
Superficie del canal modificado	689,206.89	
Superficie con vegetación	529,569.76	100.00
Vegetación densa	490,137.77	92.55
Vegetación baja densidad	39,431.99	7.45
Vegetación afectada por canalización	353,561.24	66.76

Cabe mencionar que el proyecto ya autorizado por SEMARNAT contempla la afectación de una superficie de vegetación equivalente a 361,536.97 m<sup>2</sup>, es decir, el proyecto actual representa una reducción a la afectación de la vegetación, pues la cantidad mencionada equivale al 68.27 % de la vegetación dentro de la zona federal (de acuerdo al trazo del 2006). Es por esta afectación que el promovente presentó ante la SEMARNAT, en noviembre de 2007, un programa de reforestación para las zonas que serán ocupadas por el parque lineal. Este programa contempla el establecimiento de un vivero para la reproducción de álamo (*Populus fremontii*) y aliso (*Platanus racemosa*) en la sección II, para su replante en la franja del parque lineal de la zona ecohidrológica que abarcaba las secciones II y III, lo anterior para el cumplimiento de los términos y condicionantes de la autorización antes mencionada. SEMARNAT se dio por enterada de dichas acciones mediante oficio SGPA-DGIRA-DESEI-0729/08, de fecha 24 de junio del 2008, mismo que se anexa.

Esta medida fue propuesta para la mitigación de los efectos del proyecto presentado en ese entonces, por lo que es necesario realizar una revisión de las estrategias propuestas y su modificación y adaptación al proyecto actual, dado que ya no hay lugar para el parque lineal en la sección II y, por lo tanto, tampoco para el establecimiento de un vivero, ya que el proyecto actual considera únicamente un canal principal, con plantilla de concreto. Asimismo, se redujo considerablemente la superficie destinada a parque lineal (zona de inundación) en la sección III, por lo que se requiere de la reconsideración de los alcances del programa, así como de la reubicación de sus componentes.

En la sección referente a las medidas de mitigación se presentan algunas propuestas para la compensación de la vegetación que se removerá con el proyecto, así como para su recuperación.

### ***II.2.1 Programa General de Trabajo***

A la fecha, se cuenta con los estudios previos referentes al análisis hidráulico del Arroyo Alamar, así como de sus afluentes. Se realizó el levantamiento topográfico del cauce, además del estudio de geotecnia, donde se analizaron los perfiles estratigráficos del cauce. Asimismo, se efectuó el rediseño del proyecto, para ajustarlo a los requerimientos actuales y se encuentra en proceso la canalización de la Sección I (Km. 0+000 al 2+917), que va desde la incorporación del Arroyo Alamar al Río Tijuana hasta el Blvd. Clouthier (Gato Bronco).

La totalidad de las obras programadas se ejecutará durante un periodo de 4 años, iniciando en enero de 2010, de acuerdo al siguiente cronograma, para cada una de las dos secciones.

Para la Sección II, se prevé iniciar en junio de 2009, la reubicación de asentamientos humanos irregulares, para poder arrancar los trabajos de obra en enero de 2010. Se estima concluir los trabajos a fines del 2011.

Tabla 10. Cronograma de trabajo, Sección II (Km. 2+917 a 6+000)

Etapa	Actividad	2010						2011					
		I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Prep. del sitio	Reubicación de asentamientos irregulares												
	Limpieza y despalme												
	Excavación y formación de cubeta del canal												
Construcción	Incorporación de afluentes												
	Excavación longitudinal para alojar dentellón y cauce piloto												
	Compactación de la plantilla, afine de la cubeta y bordos												
	Revestimiento con concreto de la cubeta y guarniciones												
	Revestimiento de la corona												
	Estructura de incorporación de afluentes												

Para la Sección III, se pretende iniciar las obras en Enero de 2012, con un programa de trabajo de 2 años, por lo que espera concluirlos a fines del 2013.



**Tabla 11. Cronograma de trabajo, Sección III (Km. 6+000 a 10+295)**

Etapa	Actividad	2012						2013					
		I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Prep. del sitio	Limpieza y despalme												
	Excavación y formación de bordos												
Construcción	Incorporación de afluentes												
	Excavación longitudinal para alojar dentellón												
	Excavación para formar trincheras												
	Compactación de la plantilla, afine de la cubeta												
	Revestimiento de concreto de taludes												
	Colocación de enrocamiento												
	Revestimiento de la corona												
	Encauzamiento de proyecto												

**II.2.2 Preparación del sitio**

La preparación del sitio abarca las siguientes actividades:

**SECCION II (Km. 2+2917 a 6+000)**

*Reubicación de asentamientos irregulares:* La autoridad municipal, en coordinación con la del estado, tiene un programa para reubicar a los residentes de estos asentamientos irregulares existentes a lo largo de la zona federal del arroyo y que serán afectados por las obras previstas. Para el efecto, se han identificado algunos predios a los que serán trasladados, previo otorgamiento de créditos. A la fecha, se encuentran totalmente censadas las familias que habitan la zona, para evitar que la situación sea aprovechada por terceros ajenos a esta problemática.

*Trazo:* La siguiente actividad es el trazo en terreno de las obras propuestas, para definir el trazo a detalle sobre el terreno así como los sitios donde se requiere de obras especiales como puentes y cruces peatonales.

*Limpieza del sitio:* Debido a que el cauce contiene en parte de su curso diversos materiales depositados, tales como basuras, llantas usadas, escombros y boleos, éstos últimos aparentemente producto de actividades previas de extracción de arenas, así como material vegetal y suelo con alto contenido de material orgánico, es necesario





ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

retirar totalmente este material, para encontrar terreno que pueda ser utilizado como base para el trabajo. Se estima que se requiere remover alrededor de 65,688 m<sup>3</sup> de materiales de una superficie de trabajo de 328,440 m<sup>2</sup>.

*Excavación y nivelación del terreno:* Esta actividad consiste en la excavación del terreno, con la finalidad de dar forma a la cubeta del canal, de acuerdo a las especificaciones de diseño para cada tramo, es decir, la forma de la plantilla, taludes y coronas. El movimiento de tierras que se realizará para la formación del canal requiere de la utilización de materiales de banco, a pesar de que algunos materiales producto de la excavación pueden servir para la formación de rellenos. Los bancos de material que se utilizarán se describen en el apartado correspondiente a proyectos asociados. El material excavado que no cumpla con las especificaciones para ser reutilizado como material de relleno será descartado y llevado a un sitio de depósito. En los sitios donde sea necesario debido a la topografía natural, se colocará material de relleno para alcanzar el nivel de proyecto, para formar los bordos de alojamiento del canal pluvial.

Para esta actividad se requiere de la escarificación de la superficie donde se desplantara el terraplén; la compactación de la superficie de desplante hasta obtener el 100% de la prueba Porter Estándar, adicionándosele la humedad necesaria para alcanzar los parámetros establecidos de compactación, en caso de que los materiales se encuentren por debajo del nivel óptimo de humedad. El volumen total de cortes estimados en esta sección es de 714,715 m<sup>3</sup>, en tanto que se estima un total de 176,078 m<sup>3</sup> de terraplenes, con material de banco de préstamo. La cantidad de agua que se adicionará depende de la humedad del material, por lo que no se cuenta con la estimación de los volúmenes que se requerirán.

### SECCION III (Km. 6+000 a 10+295)

*Trazo:* La primera actividad es el trazo en terreno de las obras propuestas, para definir el trazo a detalle sobre el terreno así como los sitios donde se requiere de obras especiales como puentes y cruces peatonales, incluyendo la zona de inundación.

*Limpieza del sitio:* También se hará la limpieza general de los diversos materiales depositados en el cauce y las zonas que serán afectadas por las obras. El material vegetal y la capa vegetal serán retirados del sitio, para encontrar terreno que pueda ser utilizado como base para el trabajo. Se estima la remoción de 83,495 m<sup>3</sup> de materiales en una superficie de trabajo de 417,476 m<sup>3</sup>.



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 26

*Excavación y nivelación del terreno:* En este punto, se hará la excavación del terreno para dar forma a la cubeta del canal principal y a la zona de inundación, en el tramo correspondiente, de acuerdo a las especificaciones de diseño para cada tramo. Al igual que en la Sección II, se requerirá material de banco complementario al material producto de la excavación, apto para rellenos. El material excavado que no cumpla con las especificaciones para ser reutilizado como material de relleno será descartado y llevado a un sitio de depósito. En los sitios donde la topografía natural lo amerite, se colocará material de relleno para alcanzar el nivel de proyecto, para formar los bordos de alojamiento del canal principal y la zona de inundación. Para ello, se escarificará la superficie donde se desplantará el terraplén y se compactará hasta el 100% de la prueba Porter Estándar. Se le adicionará humedad requerida para alcanzar los parámetros de compactación establecidos. El volumen total de cortes estimados en esta sección es de 1'083,878 m<sup>3</sup>, en tanto que se estima ocupar un total de 156,649 m<sup>3</sup> de terraplenes, con material de banco de préstamo. El volumen de agua dependerá de las condiciones de humedad de los materiales.

#### ***II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto***

Para la realización del proyecto no se requiere de obras provisionales, tales como la apertura de caminos de acceso, dado que ya existen, tampoco se requiere de campamentos o comedores para los trabajadores, toda vez que el terreno se encuentra dentro de la zona urbana.

#### ***II.2.4 Etapa de construcción***

Enseguida, se describen las actividades a realizar, indicadas en el programa de trabajo para la ejecución total del proyecto.

##### **SECCION II (Km. 2+917 a 6+000)**

*Incorporación de afluentes:* Para lograr la incorporación de los 6 afluentes que hay en esta sección del canal, se hará por medio de conductos por debajo del talud y corona en donde se conecta el afluente directamente al cauce del arroyo.

*Excavación longitudinal para formar dentellones y cauce piloto:* Esta excavación se realizará para el alojamiento de las estructuras de sujeción del canal y del cauce piloto.

*Compactación de la plantilla, afine de cubeta y bordos:* La plantilla será compactada con material apto producto de la excavación o de banco, de ser necesario. La compactación del material se ejecutará al 100% de prueba Porter estándar. La plantilla del canal tiene una sección de 30 m, de los cuales 8 m constituyen el cauce piloto. Los taludes son al 2 a 1, con una sección de 13 m a cada lado, con una corona de 5 m, rematada con taludes exteriores al 2:1 con una sección de 6.5 m.

*Revestimiento de concreto de la cubeta y guarniciones:* Antes de realizar el colado del concreto, se colocará una base de acero de refuerzo, con el que se dará mayor resistencia a las estructuras de la plantilla, cauce piloto y taludes. El procedimiento consiste en cortar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de acero para la formación del concreto reforzado a lo largo de las estructuras. Posteriormente, se procederá al colocado del concreto, formando paredes de 20 cm de espesor que serán el conducto de las aguas pluviales, teniendo cuidado de abatir el nivel freático en los lugares en que se encuentre arriba de la subsanante. Se fabricará igualmente el dentellón de concreto. Una vez colocado el concreto se procederá a compactarlo, mediante equipos mecánicos para llevarlo a su máxima densidad, para que el acabado se ajuste a las especificaciones técnicas, para su posterior curado. El curado de concreto se realizará mediante la aplicación de membrana de color blanco tipo emulsión aplicada por aspersión según recomendaciones del fabricante en las partes donde sea indicado de acuerdo al diseño del proyecto.

*Revestimiento de la corona de bordos:* La corona de los bordos deberá tener material de relleno del sitio o de banco, compactado al 100% de la prueba Porter estándar, para servir como área de rodamiento.

*Estructuras de incorporación de afluentes:* Estas estructuras se colocarán en el punto de incorporación de los afluentes al arroyo, conforme al criterio establecido en el apartado II.2, teniendo los principales pasos a seguir:

*Excavación:* ésta excavación se realizará para dar forma al alojamiento de las estructuras de aporte que se conectarán al canal principal del arroyo, en las secciones II y III.

*Afine y compactación:* Se procederá a la compactación de las secciones hidráulicas de cada una de las estructuras de incorporación de los 21 afluentes.

*Colocación de plantilla de concreto “pobre”:* se colocará una plantilla de concreto de poca resistencia, que sirva como aislante entre el terreno natural y la estructura de concreto.

*Colocación losa inferior y muros:* se colocará el acero para refuerzo del concreto y la cimbra o molde. Se colará el concreto en estas partes, posteriormente se desmantelará la cimbra.

*Losa superior:* al igual que para la losa inferior y muros, se colocará el acero para refuerzo y la cimbra o molde. Se colará el concreto y se desmantelará la cimbra.

*Rellenos:* en las partes que así lo requieran, se suministrará material de relleno para el acabado de taludes.

Se anexan los planos 14 al 20, Estructuras de incorporación de afluentes.

### SECCION III (Km. 6+000 a 10+295)

Debido a que hay diversas secciones tipo a lo largo de la Sección III, primeramente se describen las características principales de éstas para, posteriormente, describir las características comunes de obra.

#### Tramo Km. 6+000 a 6+200

Este tramo tiene las mismas características constructivas que el tramo de la Sección II, pues va a ser un canal cuya plantilla será revestida de concreto hidráulico. Por ello, no se repiten las características de obra de este tramo.

#### Tramo Km. 6+210 a 6+300

Las características constructivas de la sección de este tramo, consisten en un cajón pluvial de concreto hidráulico, con una plantilla de 40 metros, sin cauce piloto y 9.40 m de altura. Con esta sección se termina la transición aguas abajo del enfoque ecohidrológico del canal a un canal tradicional con cauce piloto y plantilla de concreto.

**Tramo Km. 6+310 a 6+400**

La sección prevista en este tramo considera una plantilla y taludes revestidos de concreto, pero sin cauce piloto. La sección es de 40 m, con taludes de 19.5 m con una pendiente de 2:1 y corona de 5 m. Las características constructivas son similares al de la Sección II, por lo que tampoco se repetirán en este punto.

**Tramo Km. 6+410 a 6+500**

La sección de este tramo considera una plantilla compactada y taludes revestidos de concreto, también sin cauce piloto. La sección es de una plantilla de 45 m, con taludes de 18.7 m con una pendiente de 2:1 y corona de 5 m. Las características constructivas son similares al de la Sección II, a excepción de la aplicación de concreto en la plantilla del canal.

**Tramo Km. 6+510 a 6+600**

Este tramo constituye la reducción de la zona de inundación del canal con enfoque ecohidrológico, para quedar el canal con la sección que se indica en el tramo anterior. La plantilla del canal principal es con material compactado con una sección de 40 m y taludes revestidos de concreto, cuyo borde del lado izquierdo va de 18.20 m a 18.70 m de sección, en tanto que el borde del lado derecho la sección varía de 10.00 m a 18.70 m.

En lo que se refiere a la zona de inundación, en el 6+600 es de 60 m de sección y la del talud derecho de 10.00 m, por lo que a lo largo de este tramo se va reduciendo hasta desaparecer e integrarse al canal principal, en el Km. 6+500.

La plantilla de la zona de inundación es de material compactado y el talud derecho es revestido con concreto.

**Tramo Km. 6+600 a 8+200**

Este tramo constituye el enfoque ecohidrológico del canal, ya que tendrá una zona de inundación de 60 m de sección, adicional a la sección de 40 m del canal principal. La plantilla de ambas zonas sonde material compactado. El talud que divide el canal principal de la zona de inundación tendrá una sección de 10 m, en

tanto que el talud izquierdo, del canal principal y derecho de la zona de inundación, tendrán secciones variables, de acuerdo a la topografía de la zona, en el tramo que corresponda, siempre manteniendo una pendiente de 2:1. Todos los taludes son revestidos de concreto.

#### Tramo Km. 8+200 a 8+380

En este tramo se establece la zona de inundación con enfoque ecohidrológico. Sus características son similares a lo indicado en el tramo del Km. 6+510 al 6+600, pero en sentido inverso. La plantilla del canal principal es con material compactado con una sección de 40 m y taludes revestidos de concreto, cuyo bordo del lado izquierdo es de 14.00 m de sección y el bordo del lado derecho del canal principal es de 10.00 m.

En lo que se refiere a la zona de inundación, en el 8+380 empieza a aumentar su sección hasta llegar al los 60 m de sección y la del talud derecho de 10.00 m, en el Km. 8+200.

La plantilla de la zona de inundación es de material compactado y el talud derecho es revestido con concreto.

#### Tramo Km. 8+400 a 10+096

Con este tramo se conducen inicialmente las aguas que fluyen por el arroyo Alamar. La sección de la plantilla del canal es de material compactado y tiene 40 m de sección, con taludes revestidos de concreto hidráulico, con una sección de 14.00 m en el bordo izquierdo y de 10.00 m en el bordo derecho. Asimismo, se prevé una zona de inundación inicial de 10.00 m de sección que, posteriormente, se ampliará a los 60.00 m.

#### ENROCAMIENTOS

Desde el Km. 6+410 hasta el 10+096, en la plantilla de material compactado, se considera la colocación de material rocoso (enrocamiento) a lo largo de los taludes del cauce principal con una profundidad de 0.55 m y anchos de 6.00 m y 7.00 m (dependiendo del tramo), así como en el talud derecho de la zona de inundación, con 0.47 m de profundidad y anchos de 2.50 m, 3.50 m y 5.00 m (también dependiendo del tramo).

También, se considera la colocación de dentellones de roca en el tramo Km. 7+500 al 8+000, el cual tendrá una profundidad de 0.55 m, con roca de 200 mm de tamaño medio.

Asimismo, en el tramo que va del 10+096 al 10+205, que es el punto de captación de las aguas del arroyo, el enrocamiento será tanto en la plantilla como en los taludes, con una profundidad de 0.55 m.

Las actividades para construir los enrocamientos son las siguientes:

*Excavación para formar trincheras:* Esta consiste en realizar las excavaciones que permitirán colocar el material rocoso, de acuerdo a las dimensiones previstas para la obra.

*Colocación de enrocamiento:* Consiste en alojar la roca en las trincheras generadas, lo cual se hará a volteeo, cuidando que la roca tenga las dimensiones establecidas, que es un tamaño mínimo de 200 mm en la zona de taludes y de 200 a 330 mm en la zona de plantilla. En el punto de captación pluvial, la roca de menor dimensión (600 mm) se colocará primero, procurando que la de mayor tamaño quede en la parte superior de la estructura.

#### ***II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento***

- a) *Descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones y su periodicidad*

Por medio del canal a construir, se captarán y conducirán escurrimientos provenientes de las cuencas Tributarios Alamar Izquierdo y Tributarios Alamar derecho, para garantizar la seguridad de las construcciones y de los residentes que se asientan en las áreas urbanas aledañas, durante los periodos de precipitaciones normales y extraordinarias. Asimismo, se construirán llegadas para los afluentes al arroyo provenientes de ambas cuencas. No se prestará ningún servicio al público.

- b) *Tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos*

Dado el tipo de infraestructura de protección de que se trata, no genera emisiones a la atmósfera ni residuos líquidos o gaseosos.

Sin embargo, como ya se ha mencionado arriba, la obra a realizarse controlará los escurrimientos que provienen de aguas arriba de la cuenca para evitar afectaciones a las construcciones que se encuentran aguas abajo.

c) *Tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.*

Dado que la infraestructura de protección a construirse es de concreto, no se requiere de la instalación de maquinaria o equipos que deban repararse. El mantenimiento que se requiere es el de verificar periódicamente que tanto el canal, bocas de tormenta y ductos de llegada, no estén deteriorados o colapsados por humedad o por accidentes que causen los vecinos a la construcción. En caso de que ocurra una situación de este tipo, será necesario reconstruir con concreto los tramos dañados.

Adicionalmente, previo a cada temporada de lluvias deberá ser revisado tanto el canal principal como sus afluentes para verificar que no se hayan azolvado con obstáculos que impidan fluir los escurrimientos en forma adecuada y, en su caso, retirar los residuos sólidos y las malezas que pudieran obstruir su flujo. Los principales residuos que pudieran constituir los azolves corresponden al material de arrastre del escurrimiento y malezas. A estos se le agregan los residuos sólidos urbanos que arrojan los residentes de las colonias, por lo que una vez que se retiren del canal, serán llevados al relleno sanitario o a una zona de tiro autorizada, para su disposición final.

Cabe señalar que el retiro del material depositado en la sección II se realizará mediante el uso de maquinaria pesada, la cual removerá de forma masiva todos los materiales del cauce. En la sección III se propone no utilizar este tipo de mantenimiento, dado que se puede propiciar el restablecimiento de la flora y fauna, como se indica mas adelante, en el apartado correspondiente a Impacto Ambiental.

d) *Especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas o fauna nociva, describiendo los métodos de control*

Es posible que en algunas partes pudiera haber generación de malezas o que eventualmente se pudiera estancar parte del agua que capta el canal, sobre todo en las secciones de canal abierto. En estos casos, su control es mediante el retiro de los obstáculos que impiden el libre flujo del agua. Los residuos que se retiren, serán llevados a una zona de tiro que autorice el municipio para su disposición final.

 INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO ALAMAR <small>ABRIL DE 2009</small>	<small>DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.</small>	<small>MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS</small> <hr/> <small>PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558</small>
--	--	---

e) *Tipo y volumen de residuos sólidos.*

El tipo de residuos sólidos que se prevé pudieren llegar a existir, consisten en el material de azolve como son el material de arrastre de los escurrimientos, además de la basura que pudieran arrojan los vecinos a las estructuras de incorporación y al canal principal, o que provengan de aguas arriba.

Aunque no se tiene el volumen real que pudiera generarse de estos residuos sólidos, se estima que es factible que se acumulen alrededor de 150 a 250 m<sup>3</sup> anuales. Cabe mencionar que la autoridad municipal considera en sus programas preventivos, previos a cada temporada de lluvias, el desazolve de los canales pluviales existentes para reducir la probabilidad de contingencias.

#### ***II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto***

Como complemento a las obras de canalización, se construirá la vialidad denominada Vía Rápida Alamar, la cual irá por la margen norte del canal. Esta vialidad es de competencia estatal, por lo que será sometida a evaluación en materia de impacto ambiental ante dicha autoridad, de acuerdo a lo señalado en la resolución que emitió la SEMARNAT para el proyecto general (se anexa).

Otro proyecto asociado es la apertura de bancos de material para la construcción del proyecto de canalización. El estudio de geotecnia identificó 12 bancos de materiales utilizables para el proyecto, a lo largo del trayecto y colindancias de la zona federal del Arroyo Alamar. Se anexa resumen del estudio de geotecnia referente a los bancos de material.

Los bancos identificados servirán como fuentes de material para la formación de terraplenes, revestimiento de caminos y agregados para concreto hidráulico. Su ubicación se muestra en el Plano 22, Bancos de préstamo. Estos bancos de material fueron autorizados ya por la SEMARNAT, como parte del proyecto general de canalización del arroyo.

#### ***II.2.7 Etapa de abandono del sitio***

No se prevé el abandono del sitio, ya que por la naturaleza de la obra, se pretende que ésta sirva de protección permanente a los residentes área.

### ***II.2.8 Utilización de explosivos***

No se requiere la utilización de explosivos para el desarrollo de este proyecto.

### ***II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera***

A continuación se describen los residuos que se generarán por etapa del proyecto:

- a) *Preparación del sitio:* en esta etapa la excavación y retiro del material no apto será la actividad a realizar. Los residuos que se producirán son los siguientes:
  - **Sólidos:** Como producto del retiro del material no apto, se producirá material del cauce, malezas y escombros actualmente existentes en el mismo. Dentro de este tipo de residuos también se incluyen los originados por los trabajadores de la obra (residuos de tipo doméstico).
  - **Líquidos:** Sólo se espera la generación de aguas residuales sanitarias por parte de los trabajadores.
  - **Emisiones a la atmósfera:** Se producirán emisiones de dos tipos: polvos al realizar las excavaciones y el movimiento de tierras y gases de combustión por el funcionamiento de la maquinaria, ya que se emplearán combustibles fósiles. También se realizarán emisiones de ruido.
- b) *Construcción:* En esta etapa las actividades consisten en la excavación del sitio para alojar el canal y darle forma a la cubeta con las dimensiones del diseño, así como la instalación de los demás componentes, y la colocación de materiales de relleno, previendo la generación de los residuos siguientes:
  - **Sólidos:** Se producirán escombros de concreto, acero de refuerzo y varilla. También habrá los originados por los trabajadores de la obra (residuos de tipo doméstico). Asimismo, se producirá material del sitio producto de las excavaciones.

- **Líquidos:** Al igual que en la preparación del sitio, sólo se espera la generación de aguas residuales sanitarias producidas por los trabajadores.
  - **Emisiones a la atmósfera:** se producirán emisiones derivadas de los gases de combustión por el funcionamiento de maquinaria pesada, ya que se emplearán combustibles fósiles, así como emisiones de ruido.
- c) *Operación y mantenimiento:* Los residuos que se espera generar en esta etapa consisten en material de arrastre de los escurrimientos pluviales captados por el canal, así como por malezas y basura que pudieren arrojar los vecinos. Asimismo, se espera la generación de gases de combustión al utilizar maquinaria para su retiro. En el caso de reparaciones mayores, se producirán escombros producto de la demolición de las partes dañadas, además de los residuos indicados anteriormente.

La siguiente tabla muestra los residuos que se estima serán generados, así como su manejo y destino final.

Tabla 12. Residuos generados.

Residuo	Actividad que lo generó	Cantidad estimada	Forma de almacenamiento	Destino final
<b>Sólidos</b>				
Material del cauce no apto y residuos sólidos	Excavación del canal	149,183 m <sup>3</sup>	A granel	Se llevará a sitio de tiro autorizado
Material del terreno	Excavación	N.D.	A granel	Se llevará a sitio de tiro autorizado
Escombros de construcción (concreto, malla y varilla)	Construcción y rehabilitación de componentes	N.D.	A granel	Se llevará a sitio de tiro autorizado
Residuos domésticos	Comida de los trabajadores	4,500 Kg /mes	Contenedor con tapa	Se llevará al relleno sanitario
Residuos de desasolve	Mantenimiento	N.D.	A granel	Se llevará a sitio de tiro autorizado
Filtros y trapos usados, impregnados con hidrocarburos	Mantenimiento de la maquinaria	100 Kg	Contenedor cerrado	Confinamiento como residuo peligroso
<b>Líquidos</b>				
Agua residual sanitaria	Servicio a los trabajadores	15,000 l/mes	Contenedor en letrina portátil	Planta de tratamiento de Punta Bandera
Aceite gastado	Mantenimiento de la maquinaria	10,200 L	Tambo de 200 lts	Reciclado

Respecto a las emisiones a la atmósfera, se realizó una estimación de los gases de combustión, la cual se presenta en la siguiente tabla. Respecto a las emisiones de polvos a la atmósfera, no se cuenta con datos para realizar una estimación.

La siguiente tabla muestra las emisiones estimadas por año:

Tabla 13. Emisiones anuales a la atmósfera estimadas por equipo de trabajo

Equipo	Cantidad	PM10	SO2	NOx	VOC	CO
<b>Emisiones totales en Ton Sección II</b>						
Bulldozer	1	0.384	0.358	5.411	0.439	1.166
Cargador frontal	1	0.188	0.175	2.649	0.215	0.571
Motoconformadora	1	0.176	0.164	2.480	0.201	0.534
Pipa de agua	1	0.075	0.070	0.992	0.085	0.227
Camión de volteo 6 m <sup>3</sup>	2	0.237	0.221	1.840	0.271	0.719
Aplanadora de rodillo	2	0.397	0.370	9.537	0.454	1.207
duopactor	1	0.075	0.069	0.776	0.085	0.226
Retroexcavadora	2	0.072	0.067	1.015	0.082	0.219
Revolvedora	1	0.132	0.123	1.860	0.151	0.401
Subtotal		<b>1.736</b>	<b>1.617</b>	<b>26.559</b>	<b>1.983</b>	<b>5.270</b>
<b>Emisiones totales en Ton Sección III</b>						
Bulldozer	1	0.384	0.358	5.411	0.439	1.166
Cargador frontal	1	0.188	0.175	2.649	0.215	0.571
Motoconformadora	1	0.176	0.164	2.480	0.201	0.534
Pipa de agua	1	0.075	0.070	0.000	0.085	0.227
Camión de volteo 6 m <sup>3</sup>	2	0.237	0.221	14.429	0.271	0.719
Aplanadora de rodillo	2	0.397	0.370	32.465	0.454	1.207
duopactor	1	0.075	0.069	6.087	0.085	0.226
Retroexcavadora	2	0.264	0.246	3.720	0.302	0.802
Revolvedora	1	0.096	0.089	1.353	0.110	0.291
Subtotal		<b>1.892</b>	<b>1.763</b>	<b>68.595</b>	<b>2.162</b>	<b>5.743</b>
<b>Total</b>		<b>3.627</b>	<b>3.380</b>	<b>95.154</b>	<b>4.145</b>	<b>11.013</b>

Esta estimación se realizó únicamente considerando las etapas de preparación del sitio y construcción, ya que no se cuenta con datos de operación de la maquinaria para el mantenimiento del cauce.

Para la estimación de las emisiones de los equipos de trabajo, se utilizaron los factores de emisión que presenta la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) en su Manual denominado “Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42”, en el capítulo correspondiente a motores de diesel (3.3 y 3.4). Para el cálculo de las emisiones de óxidos de azufre se consideró la cantidad reportada para el PEMEX Diesel (antes Diesel SIN). Estos factores de emisión se combinaron con la capacidad de los motores y con la cantidad de horas de operación de los equipos durante las etapas mencionadas.

#### ***II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos***

**Disposición de residuos sólidos:** Estos residuos tendrán como sitio de disposición final dos lugares: El material del cauce no apto para recibir estructuras, los escombros de construcción y demolición y el material de desasolve que se retire periódicamente, se enviarán a la zona de tiro que autorice el municipio, en tanto que los residuos sólidos urbanos se llevarán al relleno sanitario de la ciudad de Tijuana.

**Disposición de residuos líquidos:** Las aguas residuales sanitarias generadas por los trabajadores durante la obra, serán recolectadas por la empresa proveedora de las letrinas portátiles y llevadas a la Planta de Tratamiento de la ciudad de Tijuana en Punta Bandera, para su tratamiento y disposición final.

**Residuos peligrosos (de manejo especial):** El aceite usado será enviado a una de las empresas de reciclado de aceites que existen en la ciudad. Los filtros y trapos impregnados con hidrocarburos, serán manejados por una empresa especializada, quien los enviará a su tratamiento o a confinamiento definitivo como residuo peligroso.

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

Los ordenamientos jurídicos analizados, aplicables al proyecto en materia ambiental son los siguientes:

**a) *Planes de ordenamiento ecológico del territorio:***



Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado

**b) *Planes y programas sectoriales:***

- i. Programa Nacional Hídrico 2007 - 2012
- ii. Programa Nacional de Protección Civil 2001 - 2006

**c) *Planes de desarrollo urbano:***

- i. Plan estatal de desarrollo urbano 2002 - 2007
- ii. Plan Municipal de desarrollo 2008 -2010
- iii. Plan estratégico del corredor binacional Otay Mesa – Mesa de Otay
- iv. Directrices Generales de Uso de Suelo de la Zona del Arroyo Alamar, dentro del Centro de Población de la Ciudad de Tijuana, B.C.

**d) *Convenios:***

Convenio de coordinación entre SEMARNAT y el Municipio de Tijuana, para transferir la zona federal de dos tramos del Arroyo Alamar.

Asimismo, le aplican otros ordenamientos jurídicos en materia ambiental, pero de orden mas general, tales como la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEPA) y su reglamento en materia de Impacto ambiental, la Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California, la Ley de Protección Civil del Estado de Baja California y el Reglamento Municipal para la Protección del Medio Ambiente.

Existen otros planes y programas de carácter general que plantean directrices generales para la realización de proyectos en diversas materias, como son el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006, el Programa Sectorial de Desarrollo Urbano 2002-2007 y el Plan de Desarrollo Municipal de Tijuana 2005-2007, sin embargo, estos últimos no se analizan en este documento debido a que se trata de ordenamientos más generales, y se prefirió optar por los que tienen incidencia directa en la ejecución del proyecto.

A continuación se describen la vinculación de los ordenamientos señalados con el proyecto propuesto. Los lineamientos y estrategias de aplicación directa al proyecto se indican en subrayado, mientras que el resto de ellos señala únicamente como contexto.

**a) *Planes de ordenamiento ecológico del territorio***

**Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado:**



Para la zona donde se ubica el predio, el ordenamiento ecológico vigente es el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, publicado en el Periódico Oficial el 21 de octubre del 2005. En este ordenamiento, el predio se encuentra ubicado dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 2, denominada Conurbación Tecate, Tijuana, Rosarito y Ensenada. Dentro de esta UGA, los polígonos de desarrollo del proyecto se ubican en un subsistema: 1.2.Ti.3.2.a-5, que se identifica por contener al Ejido Nueva Colonia Hindú. La descripción del subsistema es la que sigue:

- 1 Provincia Sierras de Baja California
- 2 Sistema Terrestre
- Ti Región Tijuana
- 3 Sistema Región Hidrológica 1 cuenca C
- 2 Lomeríos
- a Vegetación tipo mediterránea
- 5 Numeración de subsistema recurrente

Para esta UGA 2, la política ambiental a aplicar es Aprovechamiento con Consolidación. En particular, el subsistema 1.2.Ti.3.2.a-5 tiene asignada una política de Aprovechamiento con Consolidación Urbano (ACU). Esta política se aplica en zonas donde existe concentración de la población, por lo que se requiere aplicar medidas tendientes a fortalecer y asegurar el uso adecuado del territorio en función de criterios económicos, urbanos ecológicos y sus correspondientes ordenamientos para minimizar los efectos nocivos en el medio ambiente.

Además, por tratarse de un ecosistema ripario, al sitio del proyecto le aplica la política de **Áreas Especiales de Conservación (AEC)**. El programa la asigna en áreas que cuentan con características ecológicas excepcionales, presencia de especies endémicas, de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación, que se identifiquen en peligro de extinción, amenazadas, sujetas a protección especial, áreas frágiles y los patrimonios naturales y culturales. En estas áreas se adoptarán medidas específicas para su conservación, de manera independiente de la política general que se aplique en la zona. A continuación se presentan las áreas que se consideran como Áreas Especiales de Conservación (AEC) dentro del POE:

- **Ecosistemas frágiles:** Lagunas costeras, esteros, estuarios, humedales, marismas y dunas.
- **Áreas de importancia ecológica:** Zonas de recarga de acuíferos, zonas de transición y/o ecotonos, hábitats de especies de flora y fauna endémicas y en status de protección, áreas de refugio y reproducción, áreas representativas de ecosistema de desiertos y zona mediterránea, así como los ecosistemas riparios.

- **Patrimonios culturales y naturales:** Áreas Naturales Protegidas, Monumentos inmuebles, Sitios arqueológicos y paleontológicos, Monumentos Naturales, Áreas de belleza paisajística.

Además de que se trata de un ecosistema ripario, el sitio se considera como una zona de recarga del acuífero y un área de refugio de fauna, como se explicará mas adelante en el apartado correspondiente a la caracterización del medio natural.

El Programa de ordenamiento Ecológico del Estado establece lineamientos generales de aplicación, así como lineamientos particulares para cada una de las políticas ambientales.

Dentro de los **lineamientos generales** que aplican al proyecto se encuentran los siguientes:

1. El desarrollo de cualquier tipo de obra y actividad, incluyendo el aprovechamiento de los recursos naturales, deberá cumplir con las disposiciones estipuladas en la legislación ambiental vigente, con los lineamientos ambientales establecidos en este ordenamiento y con planes y programas vigentes correspondientes.
2. No se permiten asentamientos humanos y edificaciones en zonas de riesgo como cañones, lechos y cauces de arroyos, zonas con pendientes pronunciadas, zonas de fallas geológicas, zona de deslizamientos, y zonas litorales expuestas a oleaje de tormenta y procesos de erosión.
3. Las obras y actividades que se pretendan realizar en los cauces de ríos y arroyos estarán sujetas a la autorización en materia de impacto ambiental que para tal efecto emita la autoridad competente.
4. El aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos, se justifica cuando el aprovechamiento consiste en retirar los materiales excedentes en zonas de depósito, para la rectificación y canalización del cauce propiciando la consolidación de bordos y márgenes.
5. En la consolidación de bordos y márgenes de ríos, arroyos y cuerpos de agua se aplicarán técnicas mecánicas específicas para la estabilización del suelo, donde se deberán utilizar especies de vegetación riparia como fijadores del suelo.
6. Las obras y actividades que se lleven a cabo en la entidad no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.
7. Las construcciones deberán establecerse en armonía con el medio circundante.
8. No se permite la desecación de cuerpos de agua y la obstrucción de escurrimientos fluviales.
9. No se permiten edificaciones ni el establecimiento de asentamientos humanos en áreas de recarga de acuíferos.
10. Se prohíbe alterar áreas esenciales para los procesos de recarga de acuíferos.
11. En el desarrollo de obras y actividades en cauces, se evitará la afectación al lecho de ríos, arroyos y a los procesos de recarga de acuíferos.

12. Deberá evitarse la alteración de los cauces de arroyos que implique deterioro de sus condiciones naturales.
13. La rectificación de cauces deberá hacerse preferentemente con los métodos de canalización o consolidación de bordos (evitando el entubamiento), para no afectar el microclima.

**Lineamientos sectoriales:** El programa señala lineamientos específicos para cada sector dentro de los lineamientos generales, de los cuales, algunos aplican al sitio del proyecto. Estos lineamientos son los siguientes:

#### **Manejo y Conservación de Recursos Naturales**

14. No se permitirá la expansión de las áreas urbanas hacia zonas de alta productividad agrícola, ganadera o forestal; zonas de amortiguamiento; zonas de recarga de acuíferos; zonas de riesgo; áreas naturales protegidas; ecosistemas frágiles, áreas de importancia ecológica y patrimonios culturales y naturales.
15. En los programas de ordenamiento ecológico regionales, locales y programas de desarrollo urbano de centros de población, se promoverá la declaratoria para el establecimiento de áreas naturales protegidas en aquellas zonas definidas como de preservación ecológica, áreas especiales de conservación y regiones prioritarias.
16. Deberá evitarse la alteración de los cauces de arroyos que implique deterioro de sus condiciones naturales.

#### **Subsector Pecuario**

17. Quedan prohibidas las actividades pecuarias de ganadería extensiva, en las áreas especiales de conservación.

Asimismo, establece lineamientos para la aplicación de cada una de las políticas ambientales definidas en el programa; al sitio del proyecto le aplican, como ya se dijo, la política de aprovechamiento con consolidación por encontrarse dentro de la zona urbana, y algunos lineamientos para las Áreas Especiales de Conservación, dado que se trata de una zona riparia y cae dentro de las características de las áreas donde se aplica esta última política.

Entre los lineamientos que establece la **política de Aprovechamiento con Consolidación** y que aplican al proyecto, se incluye:

18. En las áreas donde aplique esta política es prioritaria la cobertura del déficit de equipamiento, servicios, infraestructura urbana y áreas verdes.
19. Las autoridades competentes determinaran las áreas en que se encuentren asentamientos humanos en condiciones de riesgo y establecerán programas para su reubicación.

Entre los lineamientos para las **Áreas Especiales de Conservación** y que aplican a la zona del proyecto, se enumeran los siguientes:

20. No se permiten las construcciones sobre humedales, dunas, sitios arqueológicos, paleontológicos o monumentos naturales.
21. Las extracción de arena de ríos y arroyos no deberá perturbar la integridad de los ecosistemas riparios, ni afectar la capacidad de recarga de acuíferos o mantos freáticos locales. Se prohíbe la descarga de aguas residuales hacia esas áreas.
22. Se prohíbe la disposición de desechos en estas áreas.
23. No se permite la instalación de ningún tipo de industria.
24. No se permite alterar áreas esenciales para los procesos de recarga de acuíferos.
25. En las "Áreas de Importancia Ecológica" se permite el paso e instalación de infraestructura de alcance regional, siempre que se desarrolle bajo estrictos lineamientos de protección ambiental.
26. Se promoverán programas de educación y participación comunitaria para conservar patrimonios naturales y culturales.
27. En el aprovechamiento de recursos naturales y construcción de obras en terrenos federales, estatales o municipales que se ubiquen dentro de las Áreas Especiales para Conservación de este Ordenamiento, se deberán llevar a cabo estudios pertinentes de impacto ambiental.
28. Las Áreas Especiales de Conservación se podrán proponer como Áreas Naturales Protegidas.

Respecto al cumplimiento de los lineamientos contenidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico, el proyecto en especial cumple las que se refieren a las zonas de riesgo (2, 4, 5, 8, 13, 21, 22), así como las que tienen que ver con la construcción de infraestructura (3, 18, 19, 25). Sin embargo, las que se refieren a la conservación de los corredores biológicos y áreas de recarga de acuíferos (6, 9, 10, 12, 11, 14, 16, 24) no tienen el cumplimiento adecuado.

El lineamiento señalado con el numero 6, referente a no interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos, es desatendido con el diseño actual del proyecto, dado que se pretende eliminar parcialmente el corredor biológico del Arroyo Alamar, el cual quedará sin posibilidad de recuperación en la sección de concreto. Para mitigar este efecto del proyecto, se requeriría la recuperación de esa parte del corredor o su compensación en otro lugar. Las medidas propuestas se refieren a la recuperación del corredor ripario en la sección ecohidrológica, pero esta medida solo sirve para mitigar el efecto del proyecto en dicha sección. Por otro lado, se propone la compensación de áreas de vegetación en otros sitios, pero esta compensación se realizaría con vegetación de otro tipo, en laderas y zonas urbanas, mas no para recuperar el corredor biológico en dicha sección, por lo que se hacen algunas recomendaciones en la parte final de este documento.

Respecto al lineamiento no. 12, “Deberá evitarse la alteración de los cauces de arroyos que implique deterioro de sus condiciones naturales” también se desatiende, dado que la canalización implica el deterioro de las condiciones naturales; sin embargo, dadas las condiciones de insalubridad y riesgos en la sección II, se considera una obra necesaria en dicha sección. Para la sección III se propone permitir la recuperación de las condiciones naturales del arroyo, para atender a este lineamiento.

El lineamiento no. 11, mediante el que se establece que se “evitará la afectación al lecho de ríos, arroyos y a los procesos de recarga de acuíferos” se desatiende de igual manera; al final del documento se hacen algunas recomendaciones, dado que su cumplimiento depende del diseño de proyecto.

Respecto a los lineamientos 10 y 24, en los que “no se permite alterar áreas esenciales para los procesos de recarga de acuíferos”, si se considera el lecho del arroyo como una área esencial para la recarga, estos lineamientos se desatienden, dadas las características del proyecto, pues al compactar quedara impedido todo proceso de recarga. Sin embargo, las zonas de recarga “esenciales” también incluyen la recarga lateral, por lo que las áreas esenciales se extienden a los terrenos de la zona.

Dichos lineamientos 10 y 24, así como los enunciados con los números 9 y 16, se refieren a la ocupación de zonas de recarga por asentamientos humanos. Su relación con el proyecto no es tan directa, sin embargo, toda obra de infraestructura tiene un efecto de densificación de los usos urbanos, por lo que las zonas de recarga acaban perdiéndose en el proceso de urbanización. El control de los usos de suelo juega un papel esencial en el cumplimiento de estos lineamientos, por lo que se proponen algunas medidas de mitigación al respecto, sin embargo, depende en mucho de los esfuerzos que se hagan a nivel de planeación urbana y de control de los permisos expedidos por la autoridad municipal.

Evitar las actividades que disminuyan las áreas de recarga, sale de los alcances del proyecto, sin embargo, se hacen propuestas para su mitigación.

### **b) *Planes y programas sectoriales***

#### **i. Programa Nacional Hídrico 2007 - 2012**

Este programa señala que la política hídrica nacional está sustentada en una serie de principios básicos, dentro de los que destacan los siguientes: a), El manejo del agua

debe realizarse por cuencas hidrológicas, y b), La participación organizada de los usuarios es fundamental para alcanzar los objetivos propuestos.

Con base en estos principios básicos, este programa define los Objetivos Rectores del Sector Hidráulico, dentro de los que se destaca el ser una nación que cuente con agua en cantidad y calidad suficiente, reconozca su valor estratégico, la utilice de manera eficiente y proteja los cuerpos de agua, para garantizar un desarrollo sustentable y preservar el medio ambiente.

Para lograr este propósito y a partir de los avances logrados en los últimos años y del análisis de la situación actual, en el Programa Nacional Hídrico 2007- 2012 este programa establece los siguientes objetivos:

1. Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola.
2. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
3. Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.
4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del Sector Hidráulico.
5. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.
6. Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos.
7. Evaluar los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico.
8. Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa.

Dentro de estos objetivos el que se vincula directamente con el desarrollo del proyecto es el Objetivo 6, Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos. Este objetivo atiende a varios aspectos de la prevención. Señala, que en materia de infraestructura, se continuará la construcción de las obras de control y regulación de caudales de ríos para proteger a los habitantes y zonas productivas ubicadas en los sitios que tradicionalmente han sido más afectados. Asimismo, será necesario implantar los planes de emergencia que se han formulado para los ríos que pueden causar daños por desbordamiento.

Adicionalmente, indica que se deberán realizar medidas sistemáticas de mantenimiento y conservación de cauces y adecuar las estructuras que existen en ellos y que pueden obstaculizar el flujo del agua, como es el caso de las columnas que sustentan algunos puentes vehiculares.

Este objetivo incluye también el establecimiento de zonas de inundación previamente identificadas, con el propósito de almacenar temporalmente los volúmenes

extraordinarios que se generen, disminuyendo con ello los posibles daños a la población y las áreas productivas.

Para alcanzar este objetivo, se elaboraron varias estrategias, de entre las cuales sobresalen las siguientes:

ESTRATEGIA 1: Promover la reubicación de asentamientos humanos ubicados en zonas de riesgo.

ESTRATEGIA 2: Proporcionar al Sistema Nacional de Protección Civil y a la población, información oportuna y confiable sobre la ocurrencia y evolución de los eventos meteorológicos e hidrometeorológicos severos.

ESTRATEGIA 5: Implantar las acciones de restauración y preservación en las partes altas de las cuencas, a fin de reducir escorrentimientos y posibles afectaciones.

ESTRATEGIA 6: Realizar las acciones preventivas que permitan enfrentar en mejor forma los fenómenos hidrometeorológicos.

ESTRATEGIA 7: Mantener, conservar y ampliar la infraestructura hidráulica para la protección de centros de población y áreas productivas.

Estas estrategias se pueden aplicar directamente al proyecto, en especial las denominadas como 1 y 7, ya que uno de los componentes del proyecto es la reubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y el proyecto en si es la ampliación de la infraestructura hidráulica de conducción de las aguas pluviales. La estrategia 5 puede implementarse a partir de acciones concretas de preservación de la vegetación en las partes altas de las cuencas, por lo que se propone entre las medidas de mitigación.

Las estrategias anteriores tienen ligadas acciones, que son los retos a superar asociados al objetivo establecido, y son las siguientes:

- Fortalecer la cultura de prevención asociada a la ocurrencia de los fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos.
- Definir las zonas más vulnerables en relación con los fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos.
- Lograr el ordenamiento territorial en las zonas de alto riesgo.
- Reubicar los asentamientos humanos que se encuentran en zonas de riesgo.
- Involucrar a la población en las acciones asociadas al manejo de suelo y agua en las partes altas de las cuencas, así como en el mantenimiento y cuidado de las obras que se realicen.
- Afrontar en mejores condiciones las sequías que se presentan en nuestro país.
- Fortalecer los vínculos de coordinación entre las instituciones vinculadas al Sector.
- Incrementar la participación económica de los gobiernos estatales y municipales en los proyectos y obras previstos, con el fin de avanzar a un ritmo sustancialmente mayor, así como lograr una mayor participación de ellos en la solución de los problemas sociales y

políticos asociados a la protección de los habitantes y la construcción de la infraestructura.

La definición de las zonas mas vulnerables se realizó considerando la sección II del proyecto, y la reubicación de los asentamientos humanos también.

Por otro lado, en materia de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos, identifica las líneas en materia de investigación y desarrollo tecnológico, calificadas como de alta relevancia para cada uno de los objetivos señalados anteriormente. Para el objetivo 6, las líneas de investigación son las siguientes:

- Desarrollo de sistemas integrales de pronóstico hidrometeorológico.
- Desarrollo de sistemas integrales de control de inundaciones.
- Estudio de la inestabilidad de laderas
- Diseño de obras de protección con enfoque integral de cuencas.
- Evaluación y diseño de redes de medición climática, meteorológica e hidrométrica.
- Desarrollo de criterios y métodos para completar los registros de las redes de medición.

## ii. Programa Nacional de Protección Civil 2001 - 2006

Este programa establece que la política pública de protección civil debe de considerar e incorporar entre sus finalidades primordiales, la sensibilización de la población sobre los riesgos que representan los peligros naturales, tecnológicos y ambientales para la sociedad moderna; el firme compromiso de las autoridades públicas de reducir los riesgos que afectan el sustento y la infraestructura social y económica de la población y los recursos naturales; la participación ciudadana en todos los niveles de ejecución para crear comunidades capaces de resistir a los desastres mediante una acción más solidaria; la reducción de las pérdidas económicas y sociales causadas por los desastres.

Uno de los objetivos centrales que postula este programa, es consolidar los avances del Sistema Nacional de Protección Civil imprimiendo una orientación mayormente preventiva, fortaleciendo la participación social, avanzando en la mitigación de los efectos de desastres naturales y antropogénicos.

Para ello plantea diversas estrategias sectoriales y líneas de acción, de las cuales se encuentra relacionada con el desarrollo del proyecto la que se identifica como 8.3, Promover la reducción de la vulnerabilidad física, que se describe a continuación:

**Estrategia 8.3: Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.** Para aplicar esta estrategia, el programa considera necesario considerar fundamental que la regulación de los asentamientos humanos, las edificaciones y uso del suelo, son responsabilidades que atañen a la esfera de competencia de las legislaturas locales y de los cabildos, en tanto que la aplicación de los ordenamientos pertenece al ámbito de los ejecutivos estatales y municipales.

En este sentido, como parte de esta estrategia se fomentará el desarrollo y aplicación de reglamentos y normas de construcción más estrictos que contengan los requisitos mínimos de seguridad estructural y normas de diseño para las construcciones del país y se evaluará la vulnerabilidad de la infraestructura pública y privada.

Para esta estrategia plantean las siguientes líneas de acción:

1. Promover con fundamento en el Atlas Nacional de Riesgos, la estructuración, adecuación y/o actualización de planes de desarrollo urbano municipal, con un énfasis particular en este tipo de problemática, considerando en ellos:
2. La actualización y homologación de los marcos jurídicos aplicables;
3. La reubicación de las comunidades que afrontan estas condiciones de riesgo, promoviendo una amplia y comprometida participación social, tanto en su diseño, como en su instrumentación; y
4. La gestión de recursos suficientes para la adecuada instrumentación de dichas propuestas.
5. Promover la inclusión de obras preventivas en los Programas Operativos Anuales de las dependencias y entidades federales, gobiernos estatales y municipales.
6. Revisar e instrumentar programas de protección civil para presas de alto riesgo, así como planes para emergencias hidráulicas, conjuntamente con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Comisión Nacional del Agua, y la Comisión Federal de Electricidad.
7. Elaborar de manera conjunta, con las Secretarías de: Desarrollo Social, Medio Ambiente y Recursos Naturales, e Instituto Nacional de Ecología, así como de las Cámaras Industriales, un padrón de las empresas que manejan materiales y residuos peligrosos, y promover con ellas, la adopción de Programas de Prevención de Accidentes, que garanticen la seguridad de la población.
8. Promover la creación y operación de sistemas de información y teléfonos para consulta y reporte de emergencias, a los que la población pueda acudir y obtener los servicios necesarios para la garantía de su seguridad.
9. Promover la creación de una base de datos, con la que se lleve el registro estadístico de calamidades, ubicación, conformación y estado que guarden las instalaciones, redes y ductos de gas; instalaciones y complejos industriales; redes de distribución y venta de combustibles y lubricantes, a modo de prevenir y actuar de manera ordenada ante este tipo de calamidades.

De las líneas de acción planteadas anteriormente, la única que aplica al proyecto es la número 3, reubicación de comunidades que afrontan situaciones de riesgo. Esta acción se llevará a cabo en la sección II del canal.

### c) ***Planes de desarrollo urbano***

#### i. Plan estatal de desarrollo urbano 2002 - 2007

Este plan, en su componente de Desarrollo urbano sustentable, formula la estrategia de Planeación e infraestructura para el desarrollo urbano, con una visión de Desarrollo Urbano que impulse una intensa vinculación entre los sectores público y privado, que permita garantizar dentro de un marco de sustentabilidad, el desarrollo ordenado e integral de la sociedad, con infraestructura, reservas territoriales y dotación de agua suficiente para atender las demandas de crecimiento del Estado.

Específicamente, en el rubro de agua potable y saneamiento destaca que en la infraestructura pluvial hay avances en el encauzamiento del Río Nuevo y la Tercera Etapa del Río Tijuana, así como proyectos de reestructuración urbana para el río Alamar y el río Tecate. Señala que debe garantizarse la continuidad de los trabajos, por el potencial de urbanización que representan éstas zonas en la expansión de la actividad comercial e industrial de Mexicali, Tijuana y Tecate.

Por lo anterior, se plantea como objetivo general incrementar la disponibilidad, cobertura y calidad de la vivienda, servicios básicos e infraestructura que permitan un desarrollo planificado de los centros de población, en un marco de armonía con el medio ambiente. Dentro de este objetivo general, plantea como estrategia general impulsar el desarrollo urbano prioritariamente con sentido humano y ambiental, para favorecer el crecimiento ordenado a fin de que los habitantes tengan disponibilidad de los servicios básicos y de comunicación en donde viven.

Para la dotación de agua potable y saneamiento, indica como objetivo específico ampliar el abastecimiento, la cobertura y el mejoramiento en la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento urbano y rural con visión de sustentabilidad y a largo plazo. Para esto propone varias líneas estratégicas:

1. Promover la rehabilitación, conservación y optimización de las fuentes de abastecimiento existentes.
2. Revisar, actualizar y formular programas y proyectos hidráulicos con visión de largo plazo, acordes con los planes y programas de desarrollo urbano regional, incluyendo el ámbito binacional.

3. Implementar acciones de mejoramiento, ampliación y consolidación de infraestructura de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, saneamiento y nuevas fuentes de abastecimiento.
4. Fortalecer la coordinación entre los tres órdenes de gobierno, sociedad organizada y organismos internacionales para el desarrollo técnico, administrativo, financiero y sustentable en materia hidráulica, con la participación de la comunidad.
5. Incrementar el uso de agua residual tratada para el aprovechamiento en los sectores agrícola e industrial, así como para áreas verdes en cabeceras municipales.
6. Fortalecer y difundir los programas de cultura del agua para concientizar y sensibilizar a la población del Estado para su buen uso y ahorro.
7. Implementar programas de control de descargas de aguas residuales para minimizar el impacto ambiental ocasionado a los cuerpos receptores, incentivando la optimización del recurso hidráulico en las zonas urbanas, rurales y agrícolas.
8. Eficientar el aprovechamiento de los recursos financieros, técnicos y humanos, para brindar con calidad y oportunidad los servicios de agua potable y alcantarillado a los diferentes sectores de la población.
9. Impulsar iniciativas para la actualización del marco jurídico, así como de la normatividad técnica en materia de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, y saneamiento.

De las líneas estratégicas enlistadas, aplican al proyecto únicamente dos: la primera que consiste en promover la rehabilitación y conservación de las fuentes de abastecimiento existentes, la cual cabría suponer que se trata de la conservación del acuífero del Río Tijuana / Alamar, para la cual el proyecto no cumple dado el diseño que tiene (cubrir el canal con concreto y materiales compactados) además de que como se indicó anteriormente, el alcance del proyecto no cubre la totalidad de la zona de recarga.

La otra línea estratégica es la que corresponde al control de descargas a cuerpos receptores, la cual el proyecto la cumple de manera indirecta ya que, aunque no es su objetivo primordial, la canalización impedirá el vertimiento de aguas residuales al caudal del arroyo.

## ii. Plan Municipal de desarrollo 2008 -2010

Este plan se elaboró en base a cuatro planteamientos rectores, que se establecieron como aglutinadores de los ejes estratégicos del Plan y que son:



1. El Plan integral de seguridad pública, que tiene como objetivo central Una Tijuana segura.
2. El Sistema vial metropolitano y mejoramiento urbano, conforme al cual se pretende Construir una nueva Tijuana.
3. El contacto directo con los más necesitados, que será la base para Gobernar sin distingos y cercano a la gente; y,
4. La modernización de la Administración pública municipal con un modelo financiero eficiente y una gestión transparente de gobierno.

Estos planteamientos rectores sirvieron para identificar varios Ejes estratégicos, cuyo objetivo final es el desarrollo económico y generación de oportunidades, elementos básicos para impulsar el crecimiento de la economía municipal.

La concepción que se presenta en el *Eje 4: Desarrollo urbano y regional*, se fundamenta en una visión de ciudad sustentable, apta para la vida y el uso y disfrute ciudadanos, más que en una fría concepción funcionalista orientada sólo en base a los intereses económicos. En este sentido, la atención a la vivienda, la regularización de asentamientos humanos y el establecimiento de reservas territoriales, tendrán particular importancia; asimismo, la preservación del patrimonio histórico y cultural, una adecuada movilidad urbana, el mantenimiento e incremento de los servicios públicos básicos y el cuidado de los espacios de convivencia, entre otros. Habrá de valorarse también la situación de Tijuana como parte de un conglomerado conurbado, tanto con Municipios del Estado como Tecate y Playas de Rosarito, como con el Condado de San Diego en los Estados Unidos de América; no olvidemos que un adecuado desarrollo urbano, puede ser el mejor generador de desarrollo económico de una zona o región específica.

Este eje 4, indica el desarrollo de obra pública con visión de largo plazo, mediante 7 objetivos, siendo uno de ellos el de Administración Urbana.

Su planteamiento base es que la administración del desarrollo urbano debe conducir el crecimiento ordenado de la ciudad, resolviendo la problemática que afecta a sus habitantes y previendo los posibles riesgos a que puedan verse expuestos los asentamientos humanos.

Señala que para lograrlo y atender la creciente demanda de obras y servicios que plantea la población, el municipio cuenta con una estructura organizativa que permite la instrumentación, dirección, ejecución, control y evaluación de los planes y programas vigentes de desarrollo urbano, así como la coordinación con los agentes que

intervienen en el desarrollo. Sin embargo, la principal problemática radica en la capacidad de administrar el control urbano.

Indica que el control urbano se maneja actualmente a través de las oficinas centrales del Ayuntamiento, las Delegaciones y Subdelegaciones municipales. Si bien no todas las facultades han sido transferidas a éstas, la limitación de recursos se ve reflejada en la falta de modernización de los servicios, que va desde la capacitación y actualización del personal, hasta la mejora de los sistemas de respuesta al ciudadano.

Como ejemplo, reporta que de 1993 a la fecha se han autorizado 771 fraccionamientos, lo que representa el 96% del total<sup>26</sup>; sin embargo, el Registro Municipal Inmobiliario cuenta con información del 78.24% de la superficie municipal, con un total de 340,758 predios urbanos registrados al 2007.

En este sentido, las condiciones actuales demandan la elaboración de instrumentos normativos, sobre todo en materia de uso de suelo, imagen urbana, transporte y vía pública, así como la actualización y adecuación de los existentes.

Dentro de este plan, sobresalen dos objetivos directamente relacionados con el proyecto de canalización del arroyo Alamar. Estos son los identificados con los números 2 y 7, y para su cumplimiento se plantean las siguientes líneas estratégicas.

**Objetivo 2:** Establecer mecanismos eficientes y transparentes de organización, dirección y control urbano.

Estrategia 2.8: Impulsar acciones para el control de asentamientos humanos irregulares.

Líneas estratégicas:

1. Identificar y proteger áreas susceptibles de invasión para evitar en lo posible, asentamientos humanos irregulares en éstas.
2. Coordinar, con las instancias competentes en los diferentes órdenes de gobierno, acciones para el resguardo, protección, preservación y liberación de zonas de riesgo y derechos de vía.
3. Promover con los gobiernos estatal y federal, la asignación de suelo urbano y vivienda a la población de escasos recursos.

**Objetivo 7.** Instrumentar programas de rehabilitación de vialidades primarias y secundarias, construir nuevas obras de infraestructura y mejorar la pluvial.

Estrategia 7.2 Desarrollar un conjunto de obras para establecer ejes articuladores de la estructura vial de la ciudad, que favorezcan el traslado de bienes y servicios en la región conurbada Tijuana -Tecate-Playas de Rosarito.

Líneas estratégicas:

1. Construir nuevas vialidades, Blvd. García, Blvd. Ferrocarril hasta Simón Bolívar, segundo acceso a Playas, tramo A y B de Av. Padre Salvatierra al Parque Industrial La Joya, construcción del Blvd. Alamar primera y segunda etapa, Florido a Valle Redondo, Blvd. Machado (Blvd. García a Liga Escénica-Corredor TR Sur-, Blvd. Siglo XXI, Blvd. Las Torres-Alamar, Blvd. Las Torres etapas I, II, III, IV, V, VI, acceso a relleno sanitario y a Valle Redondo, Blvd. Zapata- Internacional, Blvd. Casa Blanca, Blvd. Acapulco (Blvd. Pacífico a Blvd. Cuauhtémoc Sur), Av. Francisco Zarco (libramiento Salvatierra a prolongación Av. Sánchez Taboada), par vial carretera libre a Rosarito, proyecto y construcción del Blvd. Paseo Banderas, liga Costa Coronado-La Joya, Blvd. Arguello 9 km y Blvd. del Peñón, Colonia Valle Verde 1.3 Km.

Estrategia 7.3. Mantener en condiciones óptimas la estructura pluvial de la ciudad.

Líneas estratégicas:

1. Ampliar la cobertura del Sistema municipal de infraestructura pluvial.
2. Proporcionar mantenimiento a la infraestructura del sistema actual.

La canalización del arroyo Alamar es una obra de ampliación de la infraestructura pluvial, por lo que el proyecto cubre directamente esta línea estratégica.

### **iii. Plan estratégico del corredor binacional Otay Mesa – Mesa de Otay**

Este plan fue elaborado mediante la coordinación de autoridades tanto mexicanas como de los Estados Unidos de América, de los diferentes niveles de gobierno. Su área de aplicación se encuentra en su mayor parte en territorio estadounidense, en parte de las ciudades de Chulavista y San Diego en el Condado de San Diego, y por la parte mexicana, la zona noreste de la ciudad de Tijuana, específicamente la zona de la Mesa de Otay y el Arroyo Alamar.

Entre los temas a tratar, se encuentran el desarrollo económico, transporte, vivienda y medio ambiente. En este último tema, se consideran tres áreas de trabajo:

- Conservación de los corredores de hábitat sensibles



- Conservación de los corredores de los ríos urbanos (por ejemplo, las cuencas del Alamar y del Río Otay)
- Calidad del aire

Este plan estratégico reconoce que el río Alamar es un hábitat ripario importante, dado que provee de un corredor ripario continuo, desde el área de ubicación de este plan hasta Tecate, además de ser uno de los pocos corredores riparios relativamente sin disturbios que se encuentran en la región Tijuana – San Diego. Este plan reconoce también tres segmentos diferentes de este río. En la tercera sección, que abarca desde el Blvd. Otay – Matamoros hasta el puente cerca de la carretera de cuota a Tecate, indica que se trata de un hábitat ripario y de calidad el agua en condiciones prístinas.

Asimismo, señala que el corredor ripario del Alamar sirve como hábitat para muchas especies de plantas y animales nativos, además de que necesita ser protegido porque sirve como una fuente importante de recarga del acuífero de la ciudad de Tijuana.

Como acciones a realizar, específicamente en materia de medio ambiente, y para el Arroyo Alamar, este plan establece que conforme se avance en los planes para la canalización del río, se requieren análisis ambientales adicionales, para determinar las condiciones del hábitat del área, que deberán incluirse en un reporte de impacto ambiental, donde deberá de incorporarse las medidas de restauración y rehabilitación a lo largo del corredor ripario.

Otra de las acciones planteadas es asegurar que el crecimiento en las futuras áreas urbanas respete el valor ambiental de las cuencas locales y las áreas de mayor elevación en el este de la Mesa de Otay. Esto debe considerar lo siguiente:

- Explorar oportunidades para las actividades recreacionales en las áreas riparias.
- Desactivar el desarrollo de áreas con alto valor ambiental o alto riesgo en la Mesa de Otay. Esto incluye áreas de cañones y áreas arriba de la cota de los 300 metros de altitud, así como áreas con suelo inestables y fallas sísmicas. Para estas áreas deberán identificarse usos alternativos para prevenir su futura reocupación.

Entre las acciones que indica este plan para el cumplimiento de estas estrategias, como parte del Plan Parcial de la Mesa de Otay Este se indican las siguientes, efectuadas por IMPlan:

#### 4. Conservación Ambiental:

- Identificar oportunidades para el desarrollo de actividades recreativas en las zonas riparias



ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

- Uso de fuentes de financiamiento nuevas para el desarrollo de programas que promuevan la restauración y conservación de aras definidas con valor ecológico.

#### iv. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana:

De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tijuana, B. C. 2002 – 2025 (PDUCPT), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Baja California el 13 de diciembre del 2002, la zona donde se pretende realizar las obras, está ubicada en los siguientes subsectores de la Carta Urbana: 12.6, 11.13, 17.2, 19.1 y 23.1.

El uso de suelo propuesto en la carta urbana para la mayor parte del área afectada por el proyecto, es la de preservación y conservación. En los predios colindantes al norte de la zona del proyecto, los usos previstos son de tipo habitacional, mixtos (comercio y servicios), así como industriales. Hacia el sur de la zona del proyecto, los usos previstos son de tipo mixto (comercio y servicios) y habitacionales. Evidentemente, el proyecto fomentará el uso comercial del suelo, sobre todo al albergar una vía rápida en la margen norte de la canalización proyectada.

Entre los objetivos particulares del PDUCPT, en materia de suelo, vivienda, imagen urbana y medio ambiente, destacan los siguientes:

- Proponer medianas y altas densidades en las reservas de urbanización, para reducir los costos de dotación del suministro de infraestructura, promover una forma urbana que pueda sostener el sistema de transporte público, considerando aspectos ambientales tales como las zonas de recarga acuífera, zonas de valor ecológico, cultural e histórico.
- Crear zonas de conservación en los sistemas riparios (ríos y arroyos), y en zonas de altas pendientes (más del 35% de pendiente), e identificar estrategias para su protección.
- Proponer estrategias para resolver la problemática de los asentamientos humanos irregulares.
- Proponer una estructura formal para la rehabilitación y revitalización de zonas especiales y colonias marginadas.
- Identificar zonas de riesgos geológicos (sismos, fallas, fracturas y deslizamientos) e hidrometeorológicos (inundaciones, deslaves) para su preservación.
- Proteger las zonas de recarga acuífera, principalmente en los arroyos Alamar, Florido, Matanuco, Valle de las Palmas, San Antonio y desarrollarlos como corredores ecológicos.
- Crear un sistema de áreas verdes que integre todos los ríos y arroyos como corredores ecológicos conectados con avenidas forestadas que a su vez, se liguén a las áreas verdes de la ciudad.



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 55

Asimismo, en el punto 4.1.1.2 del PDUCPT se consideran los lineamientos aplicables a las políticas de crecimiento de la zona urbana, destacando:

- Dirigir el crecimiento de la mancha urbana a través del impulso a Proyectos Estratégicos de Desarrollo Urbano.

A través de la definición espacial de diversos programas estratégicos, se pretende impulsar el desarrollo de manera integral del centro de población y la zona metropolitana de acuerdo a los escenarios planteados dentro de la política de crecimiento de este Programa, la consolidación de diversos sectores y zonas intraurbanas como la Zona Centro y Arroyo Alamar, este último puede ser impulsor de un desarrollo sustentable, especial atención requiere el desarrollo rural del municipio, mismo que por primera vez es integrado a los planes de desarrollo a nivel municipal, por lo anterior, resulta indispensable que forme parte de las estrategias de este Programa.

Entre los proyectos estratégicos se encuentra:

- Desarrollo del Arroyo Alamar.

En el punto 4.1.1.3 del PDUCPT, se consideran los lineamientos aplicables a la política de Conservación-Preservación, destacando el lineamiento 20, que indica:

**20. Establecer controles para los usos urbanos en Zonas de Recarga Acuífera.** El agua es un recurso básico y muy limitado de nuestra región, por ello las zonas de recarga acuífera deben protegerse. Estos criterios básicos se enuncian en diversos ordenamientos y legislaciones vigentes. El ordenamiento de usos urbanos en zonas de recarga es un aspecto importante a tomar en cuenta a la hora de asignar vocaciones y usos del suelo, pero deben también ir acompañados de controles específicos para cada posibilidad de uso, de manera que se eviten cambios en la composición del suelo o se evite la infiltración por el recubrimiento de áreas extensas con materias impermeables o muy poco permeables.

Este lineamiento complementa los establecidos e otros ordenamientos respecto al cuidado de las zonas de recarga, por lo que reitera la necesidad de realizar una planificación adecuada y sobre todo un control estricto de los permisos para el uso de suelo, no solo en la zona de recarga del Alamar, sino en toda zona de recarga, como puede ser el arroyo Las Palmas, o cualquier otro arroyo dentro en la región.

En el apartado 4.2.4.1 relativo a la Zonificación primaria, se establecen los criterios para la zonificación de la ciudad como: Áreas Urbanizadas; Áreas de Reserva Urbana para el Crecimiento; Zonas Especial de Desarrollo Controlado (ZEDEC); Áreas de Conservación, y; Áreas de Preservación Ecológica.

Las zonas de preservación se definen de la siguiente manera en este ordenamiento:

*Área de Preservación Ecológica.* Se refiere a las zonas que contienen elementos naturales y fisiográficos que en sí mismos se constituyen en un patrimonio natural por su escasez, valor o importancia para mantener las funciones ambientales, ciclos ecológicos e hidrológicos de gran valor para la región, que deberán preservarse con la finalidad de evitar el avance de la desertificación y el deterioro ambiental. En estas zonas no es factible el desarrollo urbano y solo se admiten actividades ligadas a la educación ambiental, la investigación científica o el ecoturismo de observación de bajo impacto, bajo la adopción de modalidades y limitaciones que se determinen en los Planes de manejo y el Programa de Ordenamiento Ecológico local. Las áreas que se consideran en este rubro son: la zona de playa, los acantilados rocosos, las sierras y montañas, los cauces y riberas de los ríos y arroyos, los vasos de las presas y cuerpos de agua, las zonas de vegetación endémica, rara o en peligro de extinción, las zonas de recarga acuífera, las zonas declaradas de alto riesgo, o que representen peligros permanentes o eventuales para los asentamientos humanos.

Las zonas que representen riesgos de: inundación, deslaves, explosión, contaminación, a fin de evitar futuros daños materiales o humanos, no se permitirá el desarrollo en estos casos.

En el punto 4.2.4.10 relativo a las Disposiciones para uso y aprovechamiento de zonas de riesgo o condicionadas, se destacan las siguientes:

Previo a la construcción de obras y autorización de usos en áreas con potencial de inundación, se considerarán las características y requisitos que se establecen en este documento para las zonas de control especial y de acuerdo con los reglamentos, permisos y/o estudios que exijan otros niveles de autoridad competente.

En el punto 4.2.4.11, se establecen los criterios para el aprovechamiento de las Zonas de Control Especial, definidas así, aquellas con potencial de inundación, como son las que se encuentran en o colindantes a los cauces naturales de ríos, arroyos, presas y escurrimientos intermitentes, algunos de las cuales se citan a continuación:

4.2.4.11.1: El uso y aprovechamiento de zonas con potencial de inundación, se establece de acuerdo con los distintos requerimientos de las zonas y de acuerdo a lo dispuesto para las compatibilidades entre los diferentes usos.

La autorización de usos, obras y acciones de aprovechamiento de éstas áreas se apegarán a lo que establece la Ley de Aguas Nacionales, conforme a sus reglamentos, y conforme a las siguientes disposiciones (se citan sólo las aplicables al caso):

- El uso pretendido deberá estar comprendido en el plano de usos de suelo del programa, y deberá justificarse con base en un diagnóstico de necesidades para la zona, apoyado en un análisis previo de vocación de uso de suelo, y en función del daño potencial de inundación clasificado como alto, medio o bajo en base a las características de la posible inundación que consisten en la profundidad que alcanza el agua, su tiempo de permanencia y el periodo de retorno de las lluvias.
- En las zonas con alto potencial de inundación, se considerará la clasificación de áreas anegadizas y de inundación que comprendan la zona federal, incluyendo la ribera, el cauce del arroyo, áreas colindantes a vasos de presas así como los bordos longitudinales de protección contra inundaciones que defina la CNA (en el caso del presente proyecto, se trata de un cauce de arroyo, por lo que se considera una zona con alto potencial de inundación aún cuando no cumpla con los requisitos de mas de 1 m de profundidad del agua durante un periodo mayor a 15 días establecidos para este rango).
- Los ríos y aguas de escurrimiento superficial (escorrentía periódica o episódica) se deben conservar en su estado natural, quedando prohibida la construcción de terraplenes definitivos, relleno o desvío sin el apoyo de los estudios técnicos correspondientes que ofrezcan información para el adecuado desfogue de los mismos y evitar afectaciones a obras y construcciones que se ubiquen en sus inmediaciones, de acuerdo con lo ya señalado para usos habitacionales.
- Queda prohibido el desarrollo urbano en el interior u orillas de lechos de lagos, lagunas, presas o cauces ríos, arroyos o canales. La prohibición incluye el estricto respeto a la franja de protección determinada por el registro máximo de caudal en sus superficies o secciones en los últimos 20 años y con una distancia mínima de 15 metros de esta cota.
- Queda prohibido el desarrollo urbano aguas abajo o al pie de la cortina de una presa en terrenos localizados por debajo del nivel hidráulico máximo señalado y susceptibles a constantes y prolongadas inundaciones.



ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

Dentro del PDUCPT se señalan también algunas condicionantes para la realización de obras dentro de las zonas de inundación, las cuales se citan enseguida:

Para la construcción de obras en cauces naturales componentes funcionales, o en zonas aledañas sujetas a inundación, se debe cumplir con lo siguiente:

1. Consultar y cumplir con los planes estatales y regionales de desarrollo urbano, y de ordenamiento territorial y ecológico.
2. Consultar al Consejo Municipal de Protección Civil y al Plan de contingencias en caso de lluvias, así como al Comité de Seguridad Pública de la Dirección de Obras y Servicios Públicos Municipales.
3. Presentar los estudios, en cualquiera de los casos necesarios ante la CNA para que ésta lo autorice, mismos que deberán cumplir con los requerimientos solicitados por dicha autoridad.
4. Sujetarse a las indicaciones del presente programa y a los lineamientos que se deben cumplir con relación al control de cauces y sus componentes funcionales.
5. El titular de las obras de protección debe contar con un programa de acciones de mantenimiento.
6. Para la construcción de protecciones marginales y de encauzamiento, se formulará una solicitud ante CNA, considerando los estudios que esta señale como necesarios, además de elaborar un programa de mantenimiento que cumpla con las siguientes especificaciones:
  - a. Los titulares de las obras de protección deberán estar en conocimiento de la programación hidráulica del tramo en estudio y en particular a lo largo del primer kilómetro aguas arriba y aguas abajo del mismo, se deben retirar los elementos que obstruyan el cauce o puedan ocasionar daño potencial a alguna zona contigua o a sus habitantes.
  - b. Se tendrá la obligación de elaborar y llevar a cabo un programa con planes y políticas para operar, mantener y conservar las obras que sean necesarias para la estabilidad del cauce , el control de avenidas y otros, por lo menos dos veces al año de acuerdo a los requerimientos solicitados y sancionados por la CNA.
  - c. Se elaborará un informe escrito y fotográfico antes, durante y después de la temporada de lluvias con el fin de observar el comportamiento de las protecciones y el cauce del agua, en el cual se detallarán las fallas de construcción o funcionamiento, se evaluarán los daños y las medidas previstas para su solución y en el caso de cambios definitivos del curso de una corriente



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 59

por causas naturales, el informe contendrá las zonas que resultaron afectadas, el comportamiento de las estructuras, los niveles de flujo alcanzados, los volúmenes de sedimentos arrastrados y depositados que avale las obras de defensa o de rectificación y se enviará a la brevedad a la CNA, donde será revisado y aprobado. En zonas de daño potencial alto, la inspección será permanente y se reportará por lo menos cada 15 días durante la temporada de avenidas.

- d. Analizar el comportamiento del tramo aguas arriba y aguas abajo, al menos a lo largo de 1 Km, determinando el material y su sensibilidad a la erosión para prevenir efectos adversos cuando se ejecuten las modificaciones. Asimismo, se consideran áreas de influencia del proyecto a las áreas no intervenidas pero afectadas, directa o indirectamente, por las intervenciones realizadas aguas arriba o aguas debajo de las mismas.

En el apartado 4.2.4.12 relativo a las Disposiciones para Zonas de Conservación y Preservación Ecológica, destaca la siguiente:

Las zonas de recarga acuífera se destinan a usos que permitan al absorción de agua por el subsuelo, tales como parques recreativos, viveros, agricultura, centros deportivos al aire libre o cementerios. En esta zona se debe evitar la ubicación de basureros, grandes zonas pavimentadas, desarrollos residenciales, habitacionales e industriales. La regulación de estas áreas se dará conforme a lo que establece la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Baja California y en los reglamentos locales de la materia.

Mas adelante, en el punto 4.3 Proyectos Estratégicos, se establecen los proyectos que permitirán consolidar el desarrollo del centro de población y reorientar los procesos de planificación y desarrollo urbano del municipio. Entre estos proyectos se encuentra el Desarrollo Integral del Arroyo Alamar, que establece que la Zona del Arroyo Alamar, es la zona baldía en proceso de consolidación más grande la ciudad, con un gran potencial ecológico, situación que pone a dicha zona como estratégica dentro de la estructura urbana de la ciudad, siendo necesario consolidarla bajo un planteamiento ecohidrológico.

La siguiente tabla resume los objetivos, políticas, lineamientos estratégicos y líneas de acción planteadas para el mismo, contenidas también en las Directrices Generales de Desarrollo Urbano de la Zona del Arroyo Alamar, publicadas el 20 de Septiembre de 2002.

Tabla 14. Directrices generales de desarrollo urbano de la zona del Alamar.

OBJETIVO	POLITICA	LINEAMIENTO ESTRATEGICO	LINEAS DE ACCION	ACCIONES ESPECIFICAS
Fomentar el desarrollo ordenado y sustentado, considerando un enfoque ecohidrológico		Planeación de reservas territoriales, oferta de suelo y vivienda	Desarrollar el Programa parcial de la zona Regular la tenencia de la tierra Impulsar el programa de vivienda popular y de interés social	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar el programa parcial en el que se definan los usos del suelo y se integren los equipamientos y la infraestructura de cabecera necesaria</li> <li>Impulsar programas de regularización de tenencia de la tierra de los asentamientos humanos irregulares</li> <li>Desarrollar un programa que permita mejorar y ofertar vivienda popular y/o progresiva en las colinas Campestre Murúa, Valle Vista, Torres del Matamoros, 10 de Mayo, Insurgentes y Granjas Familiares Unidas</li> </ul>
	Crecimiento	Mejoramiento y ampliación de la infraestructura de equipamiento para el bienestar social	Introducir y ampliar la infraestructura que permita el desarrollo urbano Desarrollar infraestructura vial que permita integrar a la zona con Garita de Otay 2-Corredor 2000 Tijuana-Rosarito Desarrollar un programa que permita la dotación oportuna de equipamientos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar un estudio maestro de drenaje pluvial desde una perspectiva ecohidrológica</li> <li>Desarrollar un programa de saneamiento del Arroyo Alamar</li> <li>Desarrollar un programa de tratamiento y reciclaje de aguas residuales del Arroyo Alamar</li> <li>Ampliar las redes de infraestructura de agua potable, alcantarillado sanitario y energía eléctrica de conformidad con los usos del suelo definidos en Programa Parcial del Arroyo Alamar</li> <li>Desarrollar la liga Vía Rápida Poniente-Ave. Cañón del Padre</li> <li>Impulsar y desarrollar el Blvd. Alamar y sus respectivos nodos vehiculares con los bulevares Terán Terán y Manuel J. Clouthier</li> <li>Impulsar y desarrollar la Ave. José Murúa Martínez</li> <li>Impulsar y desarrollar la integración del Blvd. Alamar con el Corredor 2000 Tijuana-Rosarito y Garita Otay 2</li> <li>Implementar un programa para el desarrollo del equipamiento de conformidad a las etapas de crecimiento y necesidades que se establecen en este Programa</li> </ul>
		Organización y mejoramiento	Desarrollar un programa de revitalización de las	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conjuntamente con el programa de mejoramiento de la vivienda</li> </ul>

OBJETIVO	POLITICA	LINEAMIENTO ESTRATEGICO	LINEAS DE ACCION	ACCIONES ESPECIFCAS
		de la imagen urbana	colonias populares	progresiva, impulsar un programa de regeneración urbana de las colonias populares
	Conservación	Fomento a la creación de áreas verdes y conservación de elementos naturales	Sanejar la cuenca del Arroyo Alamar Controlar la explotación de los mantos acuíferos Delimitar la zona de recarga acuífera, con el fin de crear una declaratoria que garantice su protección y explotación racional Elaborar un estudio que permita estimar la contribución económica de las funciones ecológicas y el valor de los servicios ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un programa para disminuir la contaminación de aguas residuales de la zona del arroyo, así como la protección de los mantos acuíferos</li> <li>Monitorear la calidad y cantidad de agua de los pozos</li> <li>Elaborar un estudio que permita delimitar y declarar la zona de recarga acuífera como de preservación para su control y protección</li> <li>Desarrollar un estudio financiero en el que se definan los beneficios económicos y ecológicos que puede tener un proyecto de enfoque ecohidrológico como el Arroyo Alamar</li> </ul>
	Prevención y atención a riesgos	Identificación y protección de zonas de riesgos	Reubicar los asentamientos irregulares de zonas de alto riesgo Realizar programas para prevenir la ocupación de zonas de alto riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar programas de desalojo y reubicación de asentamientos irregulares de las zonas de alto riesgo (laderas, cuenca del arroyo, etc.)</li> <li>Implementar un programa de vigilancia conjuntamente con propietarios y autoridades, para evitar ocupaciones ilegales en propiedades privadas y zonas de alto riesgo</li> </ul>

#### iv. Directrices Generales de Uso de Suelo de la Zona del Arroyo Alamar, dentro del Centro de Población de la Ciudad de Tijuana, B.C.

Estas directrices fueron publicadas en el Periódico Oficial del Estado el 20 de septiembre del 2002, y establecen la regulación del uso del suelo de la zona del Arroyo Alamar, en ausencia de un Programa Parcial de Crecimiento de dicha zona. Las disposiciones que en ellas se indican se consideraron en la elaboración de los proyectos estratégicos que se mencionan en el apartado 4.3 del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana, B. C., y fueron resumidas en la tabla anterior. Al publicarse dicho programa, incluyó las directrices para la zona del

Alamar. Sin embargo, está pendiente de finalizar el Programa Parcial para el desarrollo urbano de la zona del Arroyo Alamar, mismo que se encuentra en elaboración.

#### d) Convenios

##### **Convenio de coordinación entre SEMARNAT y el Municipio de Tijuana, para transferir la zona federal de dos tramos el Arroyo Alamar:**

Este convenio fue celebrado el 25 de febrero del 2004, entre la SEMARNAT por conducto de la Comisión Nacional del Agua (CNA), y el Municipio de Tijuana, y tiene como objetivo transferir la zona federal adyacente a las corrientes, lagos y lagunas de propiedad nacional, para su administración, custodia, conservación y mantenimiento.

Mediante este convenio, la CNA transfiere al municipio, para su administración, custodia, conservación y mantenimiento las zonas federales de las corrientes, y para su custodia, conservación y mantenimiento, los cauces, y se refiere especialmente al cauce del Arroyo Alamar en dos de sus tramos, delimitados de la siguiente forma:

1. En una longitud de 6 Km, y una superficie de 6-70-07.26 Has, correspondiente a la margen izquierda y 6-39-81.44 Has en la margen derecha entre los paralelos 32°30'44" y 32°31'51" de latitud norte y los meridianos 116°56'47" y 116°53"50" de longitud oeste.
2. En una longitud de 4.26 Km y una superficie de 4-33-05.50 Has, correspondiente a la margen izquierda y 4-11-05.20 Has en la margen derecha entre los paralelos 32°21'51" y 32°32'30" de latitud norte y los meridianos 116°51'20" y 116°53"50" de longitud oeste.

La transferencia tiene como objetos los siguientes:

- Evitar invasiones por asentamientos humanos irregulares, así como evitar la construcción de obras que modifiquen las características hidráulicas de los tramos.
- Ejecutar acciones tendientes al aprovechamiento de las zonas federales en espacios de beneficio público, como son parques y jardines, canchas deportivas, áreas culturales y recreativas y vialidades.
- Conservar las características de las zonas federales mediante acciones de limpieza e incorporación de las descargas de aguas residuales al sistema de drenaje municipal.
- Ejecutar el mantenimiento correctivo después de eventos de crecientes o avenidas.



ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

Mediante este convenio, el municipio se compromete, entre otras cosas, a efectuar trabajos de conservación que permitan que las zonas federales y los cauces, permanezcan libres de obstáculos, escombros, basura y maleza. Esto incluye realizar el desalojo de invasiones en las zonas federales y cauce, con el auxilio de la fuerza pública si es necesario, y la suspensión de obras en la zona federal y cauce.

Para esto, el municipio podrá ejercer la recaudación administración de los ingresos que se obtengan por el cobro de derechos de uso, goce o aprovechamiento de inmuebles ubicados en cauces, vasos así como en las riberas y zonas federales.

La CNA se compromete a otorgar la asistencia técnica que se le solicite por el municipio, y a supervisar las obras de conservación y mantenimiento que éste último realice. Para esto, el municipio deberá de notificar a la CNA sobre las nuevas construcciones que vayan a efectuarse en terrenos que colindan con la zona federal, y a permitir el libre acceso al personal de la misma para que realice inspecciones periódicas.

Expresamente, mediante este convenio el municipio se compromete a mantener libre de obstáculos las áreas de los cauces, vasos y de sus zonas federales impidiendo invasiones a los mismos y cualquier construcción que pretenda realizarse, a efecto de garantizar su debida operación, por lo que solo se permitirá que las áreas correspondientes sean utilizadas con fines recreativos o deportivos.

El municipio se obliga a comunicar a la CNA los proyectos y obras e instalaciones a efectuar en las áreas transferidas, incluyendo los proyectos correspondientes a las instalaciones recreativas y deportivas, así como las nuevas construcciones que vayan a edificarse en los terrenos colindantes a las zonas federales, a fin de que la CNA pueda emitir las recomendaciones procedentes y proporcionar los deslindes, así como el dictamen sobre los riesgos potenciales de inundación en las zonas a desarrollar.

Este convenio aplica directamente al proyecto, dado que se refiere a una obra sobre el cauce transferido, por lo que el municipio ha sostenido pláticas con la CNA para la ejecución del proyecto, y éste se pretende financiar con fondos de la CNA, los cuales se encuentran ya autorizados.



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 64

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

### ***IV.1 Delimitación del área de estudio***

El objetivo de la definición de un área de estudio es la de presentar un panorama descriptivo que involucre un área mayor a la del desarrollo del proyecto, para tener una visión más completa del sistema ambiental en que se desenvolverá y tener un panorama ampliado de las respuestas al proyecto.

El sitio propuesto para el proyecto se localiza dentro del Centro de Población de la ciudad de Tijuana, en un tramo del Arroyo Alamar, en las Delegación Centenario, en una zona en la que predominan los usos urbanos.

Para la definición del área de estudio se consideró la regionalización ecológica propuesta en el Programa de Ordenamiento Ecológico el Estado. El subsistema en el cual se encuentra el proyecto abarca un área mucho mayor a toda la zona urbana de Tijuana, por lo que resulta poco práctico.

Por lo tanto, dado que se trata de un sistema pluvial, se decidió utilizar como área de estudio la extensión de las cuencas que alimentan al arroyo Alamar, que son las denominadas Tributarios Alamar derecho y Tributarios Alamar izquierdo, dado que representan el sistema pluvial dentro del cual se pretende efectuar la obra del canal. Este criterio es válido y se ha utilizado como criterio de regionalización en diversos estudios de ordenamiento territorial a diferentes escalas de planeación. Sin embargo, no se cuenta con información del área que se localiza en territorio de los Estados Unidos de América, por lo que el área de estudio resultante no considera dicho territorio. Por lo tanto, el área de estudio definida se presenta en el Plano 23, Área de estudio, con una extensión de 54,806 Has.

El siguiente apartado describe las características generales del área de estudio definida, además de puntualizar en las características del sitio donde se pretende la ejecución de la obra.

## ***IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental***

### ***IV.2.1 Aspectos abióticos***

#### **A. Clima**

Las peculiaridades del clima de Baja California, están regidas por los factores de altitud, configuración superficial del terreno, así como la distribución de las tierras y mares, se agrega la circulación atmosférica y el sistema montañoso constituido por la Sierra de Juárez y San Pedro Martir. En gran medida la ocurrencia de vientos frescos que penetran al continente favorece la diversidad del clima en esta región. Las lluvias son escasas en la mayor parte del estado.

Según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García para la República Mexicana, el clima de la zona es del tipo BSks, considerado como un clima seco mediterráneo, semicálido con verano cálido y un régimen de lluvias invernal mayor a 36% de la precipitación total anual. Dado que el régimen de lluvias es invernal, se presenta por lo menos tres veces mayor cantidad de lluvias en el mes más húmedo de la mitad fría del año que en el mes más seco. Se anexan Cartas 2 y 3, de efectos climáticos para los períodos de mayo a octubre y de noviembre a abril, elaboradas por INEGI.

*Temperatura:* Las temperaturas muestran promedios anuales que oscilan entre los 14.6° C y 18° C; la temperatura media mensual más alta se presenta en agosto y promedia más de 23° C, la mínima en enero oscila entre 10°C y 11° C. El área del proyecto se ubica cerca de la isoterma media de 16° C, debido a su ubicación altitudinal y a su influencia marina.

De acuerdo a INEGI, el área del proyecto se ubica cerca de la isoterma media máxima de los 27° C, y la isoterma media mínima de 6° C.

La estación meteorológica “Valle de las Palmas” (estación 02-046), la más cercana al sitio de estudio y que se localiza en Valle de las Palmas, reporta una temperatura media anual de 22.20° C, una precipitación media anual de 208.3 mm y una evaporación media anual de 1,738.22 mm. El periodo de observación anual de estos registros es de 1948-1991.

*Precipitación:* De acuerdo a la cartografía de INEGI, para el área de estudio se presenta una precipitación media anual que varía de 200 a 250 mm. Su régimen de lluvias es invernal y se presenta por lo menos tres veces mayor cantidad de lluvia en el



ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

mes más húmedo de la mitad fría del año que en el mes más seco, y un porcentaje de lluvia invernal mayor al 36 % de la anual y los días lluviosos se marcan entre 30 a 59.

La precipitación total anual promedio fluctúa de 150 a 400 mm, aunque la mayoría de los años registrados rebasa los 200 mm. Durante la temporada lluviosa, llegan a ocurrir precipitaciones mensuales de hasta 70 mm. De acuerdo a la carta de efectos climáticos, en los meses de mayo a octubre la precipitación pluvial se estima de 0 a 50 mm y la precipitación de noviembre a abril es de 250 a 300 mm.

La estación meteorológica “Valle de las Palmas” (estación 02-046), reporta una precipitación media anual de 208.3 mm para el periodo 1948-1991.

**Vientos:** En cuanto a los vientos dominantes que circulan en la región, tienen la característica de ser húmedos de diciembre a mayo y secos de junio a noviembre. Según la cartografía de INEGI, los vientos dominantes tienen dirección norte – sur, durante la temporada noviembre - abril, mientras que durante la temporada de mayo a octubre tienen dirección sureste.

**Eventos climáticos extremos:** Los intemperismos más severos y frecuentes que ocurren en el estado son heladas y granizadas. Para el caso del área de estudio se registran datos de menos de 1 a 8 heladas durante los meses diciembre, enero y febrero.

### b) Geología y geomorfología

**Geología:** De acuerdo a la cartografía elaborada por INEGI, la mayor parte del área de estudio se encuentra formada conglomerados del cuaternario. Al centro, en la zona del cauce, se encuentra una franja compuesta por materiales aluviales. Al sur del área de estudio, se extiende un área de areniscas del terciario, y finalmente, en la parte este, existe roca ígnea extrusiva ácida al noreste, y basalto al sureste. Ver Carta 4, Geología.

Gran parte del cauce del Río Tijuana y su afluente el Arroyo Alamar, esta formado por rocas sedimentarias, basaltos, conglomerados y rocas ígneas extrusivas acida, así como materiales de tipo Aluvial, areniscas-conglomerado y limos medio compactos.

Los sondeos efectuados muestran que para la sección II, los materiales que conforman el cauce son arenas limosas, mezclas de arena y limo, y en la parte este de dicha sección se componen por arenas arcillosas. Para la sección III, la parte oeste se encuentra formada por arenas limosas más o menos graduadas, y la parte este



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 67

principalmente contiene arenas arcillosas con algunas zonas de arenas limosas. Se anexa el Plano 24, Perfiles estratigráficos.

*Geomorfología y relieve:*

La Provincia de la Península de Baja California define aproximadamente el 95% de los rasgos fisiográficos del estado, presentando elevaciones topográficas que van desde el nivel del mar hasta más de 1,000 y 3,000 msnm y corresponden a las formas serranas. Esta provincia se divide en dos subprovincias y una discontinuidad: La subprovincia Sierras de Baja California Norte (de mayor importancia), la Subprovincia Sierra de la Giganta, y otra división que corresponde a la discontinuidad llamada Desierto de Sebastián Vizcaíno.

El área de estudio corresponde a la subprovincia Sierras de Baja California Norte, ubicada dentro de la provincia de la Península de Baja California. De acuerdo a INEGI, se encuentra dentro del sistema de topoformas correspondiente a lomeríos asociados a cañadas que finalizan en el Río Tijuana.

El relieve que presenta el Arroyo Alamar, esta formado por distintas terrazas, mesetas y lomeríos, que surgen del Cañón del Padre, donde forma parte de la cuenca del Río Tijuana, el cual desemboca al Océano Pacífico en Imperial Beach, en el condado de San Diego, California. La siguiente tabla muestra las unidades topográficas que conforman la zona del Arroyo Alamar, geología y pendientes predominantes:

Tabla 15. Unidades Topográficas de la zona del Arroyo Alamar.

Unidades Topográficas	Geología	Pendientes
Canal Principal del Arroyo	Depósitos de Aluvión	Pendientes mínimas que oscilan de 0 a 4 %.
Área de inundación del Arroyo	Material No Consolidado, areniscas con posibilidades de alta infiltración de agua	Adyacente al canal principal, pendientes mínimas de <4 %.
Planicie de Inundación	Material no Consolidado, areniscas con probabilidades altas de infiltración agua	Pendientes de 4% a 10% Baja probabilidad de inundación.
Pie de Monte	Material de aluvión-areniscas, conglomerados con probabilidades de alta infiltración de agua.	Pendientes de 10% y > 15 %
Laderas	Areniscas conglomeráticas y conglomerados	Pendientes altas > 5 %

Fuente: IMPLAN 2006.





ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

En el sitio del proyecto, las cotas más altas se presentan en la parte este, hacia la colindancia con la carretera de cuota a Tecate, y van desde los 140 m sobre el nivel del mar hasta los 50 m en la parte oeste, donde se une con el Blvd. Gato Bronco. Se anexa Plano 25, Topografía natural.

Con respecto a los rasgos geomorfológicos de importancia, el área de estudio abarca parte de la Mesa de Otay, que se comparte con los Estados Unidos (Otay Mesa). Fuera de ésta, hacia el este, se localiza el Cerro San Isidro, con 840 m de altitud sobre el nivel del mar.

**Fallas y sismicidad:** El Norte de Baja California ha sido afectado desde el Plioceno por fallas laterales dextrales con un arreglo paralelo, orientadas al N 30° W, N 40° W y N 70° W. Las fallas regionales del Norte de Baja California se dividieron en dos grupos: Las fallas peninsulares localizadas tierra dentro y las fallas de borde localizadas en ambientes marinos.

El área de estudio se encuentra dentro de las fallas peninsulares; a nivel regional, se encuentra entre el sistema de Fallas de Vallecitos y el Sistema de Sierra de Juárez - San Pedro Martir. La falla más cercana, Vallecitos, se presenta al sur; se trata de una falla dextral que geomorfológicamente forma escarpes, que se observan al occidente del Valle de las Palmas. A esta falla no se le han asociado sismos magnitud cercana a 6 ni microsismicidad, (Cruz -Castillo, 2002).

En las cercanías de la zona del proyecto, alrededor de 2 Km al este, se presenta una falla con una dirección de norte a sur. Esta falla es reportada por el Atlas municipal de riesgo elaborado por el Ayuntamiento de Tijuana. Se anexa Carta 5, Fallas geológicas y sismicidad locales. Asimismo, el Atlas reporta también la presencia de otras dos fallas al suroeste, dentro del área de estudio. Ninguna de estas fallas afecta al proyecto.

Respecto a la sismicidad, dentro de la zona del proyecto no se reportan epicentros sísmicos de importancia regional; sin embargo, el Atlas de riesgos elaborado por el Ayuntamiento de Tijuana, reporta un epicentro hacia el sur del proyecto a una distancia aproximada de 1 Km, y otro hacia el norte, aproximadamente a la misma distancia. Se reportan también otros 3 epicentros para el área de estudio, ubicados al norte del cauce, cerca de la línea divisoria con los Estados Unidos de América.

Sin embargo, debido al tipo de materiales que conforman el subsuelo en la zona del proyecto, se encuentra afectada por un área con potencial de licuefacción del terreno por terremoto, que significa la perdida de capacidad del suelo para soportar esfuerzos. Este fenómeno ocurre durante los movimientos sísmicos de mayor intensidad



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 69

(regularmente, mayores a 6 grados, en distancias cortas. Ocurre en áreas de depósitos sedimentarios superficiales, en particular de reciente depósito con cierta granulometría y saturadas de líquido, por lo que frecuentemente es observado en las cercanías de ríos, bahías y otros cuerpos de agua.

Por otro lado, dado que los suelos en el sitio el proyecto son blandos y poco consistentes, y los asentamientos humanos se encuentran en terrenos sobrehidratados y susceptibles a hundimiento, se categoriza el sitio como una zona de riesgo medio, según la clasificación de riesgos de la SEDESOL (IMPlan, 2006).

Como un peligro colateral asociado a un terremoto, el Atlas Municipal de Riesgos indica la posibilidad de incendios en diversas zonas, una de ellas es el paso del gasoducto de PEMEX, el cual atraviesa zonas de materiales sedimentarios como aluvión y conglomerados en la zona del proyecto, lo cual debe de tenerse en cuenta para el diseño de infraestructura en dichos sitios.

El cauce, por otro lado, se encuentra sujeto a procesos erosivos, en la temporada en que el arroyo conduce escorrentimientos pluviales. Esto representa un riesgo para las personas que han establecido sus hogares de manera irregular en las riberas del arroyo y dentro de las zonas inundables del mismo.

### c) Suelos

En Baja California la mayoría de los suelos son azonales y poco desarrollados; los suelos que presentan menos de 60 cm de profundidad constituyen el 73.9% de la superficie de todos los suelos disponibles y se agrupan según la clasificación de la FAO-UNESCO, 1971, en los siguientes tipos: *Regosoles*, *Litosoles* y *Feozems*. Los suelos de una profundidad de hasta un metro constituyen el 18.14% del total de suelos y son representados por el tipo *Yermosoles*, *Solonchaks*, *Vertisoles* y *Fluvisoles*, y los que van mas allá de un metro de profundidad son los *Xerosoles* y representan el 5.95% de los suelos de la entidad.

De acuerdo con la carta de Edafología del INEGI, el tipo de suelo presente en la zona del proyecto está formado por *Vertisol* con un suelo secundario tipo *Regosol eutrico* más *Feozem haplico* de textura fina. El punto de verificación más cercano sobre esta unidad es el número 5 y se presenta al sureste, a una distancia aproximada de 7 km del área del proyecto. Los datos obtenidos para este punto indican que se trata de un suelo con espesor de 71 cm de profundidad, con un horizonte "A" (ocrico), drenado. Se anexa carta 7, Edafología.

En la mayor parte del área de estudio, el suelo se encuentra cubierto con materiales impermeables, debido a los asentamientos humanos y las calles, por lo que la capa orgánica y por consiguiente el suelo como entidad funcional ha desaparecido ya de las zonas urbanas. En las partes a canalizar, el suelo presenta en su mayoría vegetación riparia y algunas especies nativas, asociadas a la presencia de humedad constante.

#### ***d) Hidrología superficial y subterránea***

##### **Hidrología superficial**

El área de estudio, de acuerdo a la regionalización elaborada por la CNA, se encuentra dentro de la Región Hidrológica 1, Baja California Noroeste, y dentro de ésta, en la cuenca C, denominada Río Tijuana-Arroyo Maneadero. El uso primordial del agua en la cuenca es de tipo pecuario, doméstico y en la agricultura. Esta cuenca tiene dentro del estado una superficie de 7,932.264 Km<sup>2</sup>, está limitada en su porción este por la cuenca B de la Región Hidrológica 2, al norte por el límite internacional con los Estados Unidos de América, hacia el sur limita con la cuenca B de la misma región y con el Océano Pacífico para su porción sur. Tiene una precipitación media anual de 291.561 mm.

Según el estudio hidrológico realizado por INEGI y el Gobierno del Estado, en la cuenca "C" el uso primordial del agua es pecuario y doméstico, aunque también se le da uso en la agricultura. Esta cuenca tiene un volumen de precipitación media anual de 291.561 mm, o sea, un volumen precipitado de 2,193.902 millones de m<sup>3</sup>.

La zona del proyecto se encuentra en la subcuenca f que tiene una superficie de 728 Km<sup>2</sup>. De acuerdo a la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, el coeficiente de escurrimiento para la zona del proyecto es de 5 a 10 %. Se anexa Carta 8. Hidrología de aguas superficiales.

La corriente más importante de la cuenca C es el Río Tijuana, el cual tiene su origen en diversos escurrimientos de la Sierra de Juárez, estas corrientes llegan a la presa El Carrizo, de donde se inicia el Arroyo El Florido, también denominado El Carrizo o Matanuco y posteriormente llega aguas abajo de la cortina de la Presa Abelardo L. Rodríguez como un tributario del Río Tijuana.

El Arroyo Alamar forma parte de la cuenca del Río Tijuana, el cual desemboca al Océano Pacífico en Imperial Beach, en el condado de San Diego, California. La cuenca del Río Tijuana está comprendida en el condado de San Diego y los municipios de Tijuana, Rosarito y Tecate, en Baja California, lo que la convierte en una cuenca

hidrográfica binacional, con la porción mayoritaria (70 %) en Baja California y el resto en California (Comisión Nacional del Agua, 1994).

El Arroyo Alamar se origina en Estados Unidos con el nombre de Cottonwood Creek (Arroyo Cottonwood), el cual tiene sus nacientes cerca de la elevación 1,646 m en las inmediaciones de Crouch Valley (Valle Crouch), ubicado al suroeste del Monte Laguna (Mount Laguna), en el este del condado de San Diego.

El Arroyo Cottonwood discurre en dirección Sur hacia México, encontrando varios tributarios de consideración, entre los que se encuentran los siguientes arroyos, de aguas arriba hacia aguas abajo: Kitchen, La Posta, Morena, Hauser, Pine Valley, Corral Canyon, Wilson, Rattlesnake Canyon, McAlmond Canyon, Potrero, Bee Canyon, Campo-Tecate, y Mine Canyon.

Luego de recibir las aguas del Arroyo Tecate, dentro del territorio de los Estados Unidos, el Arroyo Cottonwood cambia de nombre a Río Tijuana. Sin embargo, al entrar este río a territorio mexicano, nuevamente cambia de nombre a Arroyo Alamar, el cual discurre en dirección oeste hacia la ciudad de Tijuana, encontrándose luego de aproximadamente 16 Km con el Río Tijuana propiamente dicho (Ponce, 2001).

El área de estudio del Arroyo Alamar tiene una superficie de 6,881 Has, y está conformada por las cuencas denominadas Tributarios Alamar derecho y Tributarios Alamar izquierdo. En estas cuencas, existen 21 afluentes con sus respectivas subcuencas que drenan hacia el arroyo. El área de la cuenca del arroyo Alamar, tiene una superficie de 5, 472 ha (80%) en México y 1,409 ha (20%) en Estados Unidos de América (Estudio de Hidrología Urbana, Roda Arkhos Ingeniería, S.C. 2007).

Los arroyos que confluyen al arroyo Alamar son de régimen intermitente y escurren en cauce bien definido, siguen un rumbo Sudeste a partir del límite internacional y recorren una longitud total de 2,100 metros en territorio mexicano. Por la margen derecha del río Alamar ó Tecate afluyen 13 arroyos, siendo los más importantes:

- **Arroyo Magisterial:** sus aguas se originan en los Estados Unidos, cruzando el límite internacional hacia territorio mexicano en el lugar conocido como colonia Magisterial; son de régimen intermitente y escurren en cauce bien definido, siguen un rumbo Sudeste a partir del límite internacional, recorren una longitud total de 2,500 m en territorio mexicano, 1,300 m abajo del cruce del límite internacional cambiando su rumbo al sur y 1,200 m adelante afluyen por la margen derecha al río Alamar.
- **Arroyo Murúa:** sus aguas se originan los Estados Unidos de América, cruzan el límite internacional hacia territorio mexicano, en el lugar conocido como ciudad industrial de La Mesa de Otay; son de régimen intermitente y escurren en cauce indefinido, siguen un rumbo sur a partir del límite internacional recorren una longitud total de 3,200 m en

territorio mexicano, 2,000 m abajo del cruce con el límite internacional; cambian su cauce a definido en el cruce de las calles Oriente, Poniente y 3 Norte, y 1,200 m adelante afluyen por la margen derecha del río Alamar.

- **Arroyo Industrial:** Sus aguas se originan en Estados Unidos, cruzan el límite internacional hacia territorio mexicano al oeste de la ciudad industrial, a 800 m al Este de la garita de Otay, son de régimen intermitente y escurren en cauce indefinido, siguen un rumbo sur a partir del límite internacional antes mencionado, recorren una longitud total de 4,000 m en territorio mexicano, 1,500 m abajo del cruce con el límite internacional cambian su cauce a indefinido, 1,900 m adelante reciben por la margen derecha las aguas del arroyo "La Loma" y 600 m abajo afluyen por la margen derecha al río Alamar.
- **Arroyo La Loma:** Sus aguas se originan en Estados Unidos, cruzan el límite internacional hacia territorio mexicano en el lugar en donde se localiza la garita de Otay; son de régimen intermitente y escurren en cauce indefinido, siguen un rumbo sur a partir de límite internacional, recorriendo una longitud total de 3,800 m en territorio mexicano, 2,200 m abajo del cruce con el límite internacional cambian su rumbo al Sudeste y su cauce a definido y 1,600 m adelante afluyen por la margen derecha al arroyo Industrial.
- **Arroyo Otay:** Sus aguas se originan a 1,000 m al Sudeste de la universidad autónoma de Baja California; son de régimen intermitente y escurren en cauce bien definido, siguen un rumbo Sudoeste, recorren una longitud total de 2,400 m y afluyen por la margen derecha al río Alamar.

Por la margen izquierda confluyen otros 8 arroyos, de menor longitud e importancia la mayoría. Estos arroyos se presentan en el Plano 21. Hidrología, en el que se presenta además información de cada uno de los afluentes, de acuerdo con el estudio elaborado por Roda Arkhos Ingeniería, S.C.

Ponce (2001) realizó una estimación del caudal que transporta el arroyo Alamar, utilizando el modelo HEC-RAS. Los datos obtenidos indican los siguientes volúmenes de transporte, de acuerdo a diferentes períodos de retorno:

Tabla 16. Estimación de la descarga del Arroyo Alamar.

Estimación de la descarga del Arroyo Alamar							
Período de retorno (años)	10	50	100	500	1,000	5,000	10,000
Caudal m <sup>3</sup> /seg	680	1,140	1,310	1,600	1,720	2,140	2,290

Tomado de Ponce, 2001.

La permeabilidad, la cubierta vegetal y la precipitación son los factores que determinan el escurrimiento de las aguas superficiales. Con base en estos factores se realiza el cálculo de los coeficientes y la identificación de las unidades de escurrimiento. De acuerdo a la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, el coeficiente de

escurrimiento para la parte centro del área de estudio, la que corresponde a la zona del arroyo, el coeficiente de escurrimiento oscila entre 5 y 10 %. Para el resto del área de estudio, al norte y sur de la misma, este coeficiente tiene un valor de 0 a 5 %. El estudio de hidrología urbana elaborado por Roda Arkhos Ingeniería, S.C., asigna diferentes coeficientes de escurrimiento a cada uno de los tributarios del Arroyo Alamar. Estos valores fluctúan entre 0.40 y 0.54, y se presentan en el plano correspondiente a Hidrología.

En relación los eventos de riesgo hidrometeorológico, la zona del proyecto, es decir, el cauce, se encuentra sujeto a diversos eventos de inundación, de acuerdo al Atlas Municipal de Riesgos. Uno de ellos es por efecto de la ruptura súbita de presas durante un evento sísmico. En el caso de la zona del Alamar, las presas que afectarían a este cauce son las presas Barret y Morena, ambas ubicadas en territorio estadounidense, y las cuales se comunican con la zona del proyecto mediante el arroyo Cottonwood.

Por otro lado, se tiene el riesgo de sufrir una inundación por flujo de lodos y avenidas rápidas, debido a las pendientes considerables de algunas partes del terreno. Esta situación se agrava en los sitios donde se ubicaron depósitos de materiales y movimientos de tierra, como en algunos sitios de la zona federal del proyecto. Asimismo, dentro de esta zona federal se encuentran algunos sitios que por su poca pendiente constituyen sitios de anegación y estancamiento de agua, lo que ocasiona también situaciones de riesgo sanitario a la población.

Estos eventos son factibles de producirse en temporada de lluvias y sobre todo cuando hay eventos de precipitaciones extremas, lo cual aunado a las condiciones del suelo que se encuentra poco consolidado incrementa esta situación de riesgo. El PDUCPT señala que los asentamientos irregulares de las márgenes del Arroyo Alamar se encuentran entre las áreas inundables con mayores problemas. La siguiente tabla indica el nivel de riesgo presentado en las colonias de las cuencas en estudio, de acuerdo al análisis de daños realizado por el IMPlan en el PDUCPT, producidos por las precipitaciones de 1998:

Tabla 17. Nivel de riesgo de las cuencas de acuerdo a los daños por las lluvias de 1998.

Cuenca	Colonias afectadas en 1998	Deslave	Derrumbe	Inundación	Nivel de riesgo
Alamar margen izquierda	Torres del Lago			X	Bajo
	10 de Mayo			X	
	Poblado Ejido Matamoros			X	
	Verde Valle			X	
	Matamoros 2 <sup>a</sup> sección			X	
Alamar margen	Vista Alamar		X		Alto
	Rinconada Otay			X	

Cuenca	Colonias afectadas en 1998	Deslave	Derrumbe	Inundación	Nivel de riesgo
derecha	Valle Vista	X	X		
	Campestre Murúa		X		
	Zona Urbana Ejido Chilpancingo	X	X		
	Torres del Lago		X		
	Pórticos del Lago	X			
	Loma Bonita	X			
	Ampliación Guaycura		X		
	Ciudad Industrial	X			

Fuente: PDUCPT, 2002.

Para estas cuencas, el PDUCPT no reporta daños en el periodo 2000 – 2002.

La situación de riesgo ligada a los eventos climatológicos de la precipitación, ha generado la necesidad de reubicar a los residentes de las márgenes del arroyo, sin embargo, a pesar de las medidas tomadas con anterioridad, los márgenes se han vuelto a poblar, con mayor densidad. Asimismo, las autoridades de Protección Civil se han visto obligadas a efectuar campañas de información, señalización de riesgos y concientización antes de cada temporada de lluvias, e incluso a efectuar operaciones de desalojo y rescate durante algunos eventos de precipitaciones extraordinarias. Esto sobre todo en el tramo que corresponde a la etapa II, donde los asentamientos irregulares se encuentran con mayor densidad.-

#### Hidrología subterránea

Este aspecto y la litología del sitio tienen una relación estrecha, ya que para la formación de un acuífero las propiedades determinantes son la porosidad y la permeabilidad de la roca, las cuales determinan las unidades geohidrológicas que corresponden a un área.

En cuanto al agua subterránea, la carta hidrológica de aguas subterráneas publicada por el INEGI, muestra que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra dentro de una unidad de material no consolidado con posibilidades altas de formación de acuíferos. Esta unidad es estructurada en su mayoría por gravas y arenas que confieren una alta porosidad y permeabilidad. Hacia el este del área de estudio, la zona de roca ígnea forma parte de una unidad de materiales consolidados con probabilidades bajas, y al sureste, la zona de areniscas es parte de una unidad de materiales no consolidados con posibilidades medias.

La cartografía del INEGI, elaborada en los años 80, reporta en la cercanía de la zona del proyecto, para la parte sur, un pozo de aguas tolerables de uso pecuario



identificado con el número 53, que presenta un nivel estático de 4 m. Al este se localiza una noria identificada con el número 45, se trata de una noria de aguas tolerables, presenta un nivel estático de 0.2 m. Se anexa carta 9, Hidrología de aguas subterráneas.

El PDUCEPT señala al arroyo Alamar como una de las cuatro zonas importantes de recarga del acuífero, junto con los arroyos El Florido, El Matanuco y Las Palmas. Según indica este mismo documento, la litología del acuífero del Arroyo Alamar se compone de grava y arena, seguida en importancia por limo y arcilla de permeabilidad baja; se señala además que ésta sedimentación es de origen aluvial y forma parte de un relleno íntermitente delineando un acuífero de tipo libre, con coeficiente de transmisibilidad de  $11.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . El PDUCEPT indica que este acuífero está constituido principalmente por dos sublevos: el Río Tijuana y el Arroyo Alamar, los cuales son alimentados por un sistema de escurrimientos regionales y locales de tipo superficial señalados con anterioridad los cuales conforman cuencas y microcuencas que permiten la ubicación de 100 pozos y 310 norias. La mayor parte de estos pozos y norias es para uso particular.

Espinoza et. al. (2004) mencionan que el Arroyo Alamar es una de las dos fuentes de abastecimiento de agua subterránea con los que cuenta la ciudad. Indican que del sublevón del Río Tijuana y el Arroyo Alamar se obtiene dentro del perímetro urbano una producción media mensual de 146,000 m<sup>3</sup> de agua, lo cuales provienen de cerca de 30 pozos. Esta cifra equivale a 56.32 litros por segundo.

Por otro lado, la CESPT reporta un volumen de extracción del acuífero Río Tijuana / Alamar de 73 lps para el 2001. El siguiente cuadro muestra el volumen de agua que se extrajo de las diferentes fuentes disponibles, incluyendo el acuífero Río Tijuana / Alamar durante el 2001, según lo señala el Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento:

Tabla 18. Producción de agua en Tijuana – Rosarito en el 2001.

Tabla 2-7 Producción de agua (año 2001)			
Fuente	m <sup>3</sup> /año	l/s	%
Río Colorado	98,809,994	3,133	94.5
Presa Abelardo L. Rodríguez <sup>1</sup>	1,184,427	38	1.1
Pozos Río Tijuana/Alamar	2,288,145	73	2.2
Pozos la Misión	1,601,086	51	1.5
Pozos Playas de Rosarito	693,696	22	0.7
<b>Total</b>	<b>104,577,348</b>	<b>3,317</b>	<b>100.0</b>

<sup>1</sup> Incluye el volumen pluvial y el derivado de la presa el Carrizo.  
Fuente: Departamento de Agua Potable, Sub-dirección de Operación y Mantenimiento de la CESPT.



Tomado de CESPT, 2003 Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento

La siguiente figura muestra la distribución de los pozos de la CESPT en la zona del Río Tijuana – Arroyo Alamar:



Tomado de  
CESPT, 2003  
Plan maestro  
de agua  
potable  
y  
saneamiento

El Estudio Hidrológico del Estado de Baja California (1995), reporta las condiciones del acuífero del Valle de Tijuana. La profundidad del nivel freático, para el año de 1981, era en promedio de 5 a 10 m para la parte oeste y de 2 a 6 m para la zona este del Arroyo Alamar. En general, reporta un abatimiento del nivel freático en los años 1978 a 1987, de entre 1 m para los extremos este y oeste, y hasta de 7 m para la zona del ejido Chilpancingo. Cabe señalar que en estos años se desarrollaban de manera intensiva las actividades agropecuarias, las cuales propiciaban la explotación del acuífero. Asimismo, se encontraban en la zona del Alamar otros pozos de la CESPT para el abasto a la población.

Actualmente, las actividades agrícolas han sido parcialmente desplazadas por el desarrollo urbano, además de que la principal fuente de agua para Tijuana es ahora el Río Colorado, según se muestra en la tabla anterior. Se reporta que a la fecha, el acuífero se encuentra ya recuperado (Ing. Geohidrol. Ramírez, comunicación personal, marzo de 2009) y que no se observa cono de abatimiento.

La recarga del acuífero es uno de los factores ambientales que se verán alterados con el proyecto, si no se toman las precauciones necesarias. Actualmente se reporta que no hay infiltración sobre en cauce, dada la saturación del subsuelo (Ramírez, comunicación personal, 2009). Esta saturación se ve favorecida por la recarga lateral, en las zonas cuyos suelos todavía permiten el proceso de infiltración. La canalización propuesta impermeabilizará el canal, por lo que para conservar el nivel freático, se

requiere de la preservación de la recarga lateral, por medio de la conservación del suelo, impidiendo su cobertura con materiales impermeables.

## Calidad del agua

### a) agua superficial

Aun cuando la canalización propuesta tiene por objeto conducir las aguas pluviales, actualmente el arroyo recibe también descargas de aguas residuales sin tratar provenientes de los asentamientos irregulares en sus márgenes, los que no están conectados al sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad. Por ello, este arroyo que en su origen fue de tipo intermitente porque solo conducía agua de las lluvias, ahora contiene aguas residuales.

Además de las aguas residuales de los asentamientos humanos irregulares en Tijuana, este arroyo recibe las aguas del Río Tecate, cuyo aporte es de alrededor de 200 litros por segundo. El Río Tecate recibe las aguas residuales de la ciudad de Tecate, y de la cervecería Tecate también, por lo que la calidad de sus aguas depende de manera fundamental del control de la calidad que tengan la planta de tratamiento de aguas residuales de la cervecería y de la ciudad.

El arroyo Alamar se caracteriza por tener agua de manera permanente, aunque su flujo es escaso y depende principalmente del aporte del arroyo Cottonwood, del aporte del Río Tecate y del caudal de agua residual vertida por los asentamientos de sus riberas en temporada seca. Por otra parte, es práctica común arrojar basura o llantas dentro del cauce del mismo, además de que en algunos puntos llegan a él escurrimientos procedentes de establos, arrastrando otros materiales dentro de su cauce, lo cual impacta aún más la calidad del agua que conduce y que finalmente se descarga en el Océano Pacífico a través del curso del Río Tijuana.

Los datos sobre la calidad del agua superficial en el Arroyo Alamar y sus características químico-biológicas han sido documentados por investigadores de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la U.A.B.C. Los resultados obtenidos están estrechamente relacionados con el tipo de actividades y la población asentada (IMPlan 2006). La siguiente tabla muestra los niveles de contaminantes determinados en varios sitios:

Tabla 19. Resultado de análisis de muestras de diversos sitios y del Río Tijuana.

Parámetro	Unidad	Puente Tecate caseta	Blvd. Terán Terán	Río Alamar Conver.
D.B.O.5 Total	mg/l	<b>38.0</b>	<b>20.0</b>	<b>12.0</b>
Demandas químicas de Oxígeno total	mg/l	<b>109.0</b>	<b>64.0</b>	<b>78.0</b>
Grasas y Aceites	mg/l	<b>6.2</b>	<b>5.4</b>	<b>4.7</b>
Sólidos Totales	mg/l	<b>1,790</b>	<b>1,900</b>	<b>1,950</b>
Sólidos totales volátiles	mg/l	<b>230</b>	<b>230</b>	<b>200</b>
Sólidos suspendidos totales	mg/l	<b>120</b>	<b>44</b>	<b>20</b>
Sólidos volátiles Suspendidos	mg/l	<b>61</b>	<b>22</b>	<b>14</b>
Sólidos sedimentales	mg/l	<b>0.8</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>
Fósforo total	mg/l	<b>8.6</b>	<b>7.7</b>	<b>1.4</b>
Nitrógeno amoníaco	mg/l	<b>23.5</b>	<b>16.9</b>	<b>18.2</b>
Coniformes totales	NMP/ 100 ml	<b>4.6 E7</b>	<b>206,833</b>	<b>51,381</b>
Coniformes fecales	NMP/ 100 ml	<b>6.0 E6</b>	<b>63,238</b>	<b>22,494</b>
Potencial de hidrógeno	PH	<b>8.2</b>	<b>7.8</b>	<b>8.5</b>

Modificado de: IMPLAN (2006).

En este estudio, Rodríguez y Ecological en el 2003 determinaron que el agua que aporta el Río Tecate al Arroyo Alamar, cumple con las especificaciones establecidas en la norma oficial mexicana NOM-001-ECOL-1996, en la cual se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. De acuerdo a estos estudios, concluye que mediante un tratamiento posterior, el aporte del río Tecate podría estar en condiciones para uso de riego. En otro estudio, Rodríguez et. al. (2005), señalan que el río Tecate presenta una disminución del 60% de la carga de DBO y un 70 % de reducción en la carga de DQO a 19 Km aguas debajo de la planta de tratamiento municipal de Tecate (antes de llegar al Alamar) y un nivel mínimo de fosfatos, así como una disminución en la concentración de nitratos (lo que pone en evidencia la capacidad depuradora del río), y añaden que este recurso no puede utilizarse para fines agrícolas, pero es útil para la recarga del acuífero.

#### b) Agua subterránea

En la actualidad, el agua subterránea del Alamar es extraída y utilizada para consumo humano y agricultura. Sin embargo, el organismo regulador (Comisión Nacional del Agua) no cuenta con información de contaminación por compuestos nitrogenados en aguas subterráneas provenientes del acuífero, como tampoco un índice de calidad del agua para Baja California.



Rodríguez y Ecological (2003) realizaron análisis de muestras de agua en varios puntos de la vertiente del río Tecate y el Arroyo Alamar. La siguiente figura muestra los resultados obtenidos:

Tabla 20. Resultados de análisis de muestras de agua en la vertiente del Río Tecate y Arroyo Alamar.

PUNTO DE MUESTREO:	→	PUERTA		CETTO		ENCINAL		CASETA	
		29/05/03	07/06/03	29/05/03	07/06/03	29/05/03	07/06/03	29/05/03	07/06/03
NÚMERO DE MUESTRA	→	AAR-044	AAR-048	AAR-045	AAR-049	AAR-046	AAR-050	AAR-047	AAR-051
ESPECIFICACIONES	UNIDADES	Resultado							
DBO	mg/L	72	125	34	43	24	34	74	41
DQO	mg/L	363	316	155	203	49	123	78	116
NITROGENO TOTAL	mg/L	52	53	41	46	22	40	37	34
NITROGENO AMONIACAL	mg/L	6.9	30.9	2.6	28.1	1.4	33.6	2.0	14.8
NITRATOS	mg/L	7.4	5.7	1.4	1.0	0.5	1.8	11.6	6.3
NITRITOS	mg/L	25	16	7	3	2	2	16	12
FOSFATOS	mg/L	13	32	13	26	10.2	22	2.8	21.9
DETERGENTES	mg/L	0.009	0.199	0.009	0.300	0.133	0.207	0.060	0.147
	μmhos/cm								

Estos resultados mostraron que la concentración promedio de nitratos en el agua de pozos en el Arroyo Alamar (20 mg/L) excede en 100% el límite máximo (10 mg/L) establecido en la NOM-127-SSA1-1994, de salud ambiental para agua de uso y consumo humano. De acuerdo con estos parámetros el índice de riesgo a la salud (IRS) para este cuerpo de agua es IRS=2 respecto al normal IRS<1, por lo cual se obtiene como conclusión que la vulnerabilidad del acuífero del Arroyo Alamar hacia una posible contaminación difusa por material nitrogenado acarreado por el Río Tecate, es intrínsecamente alta dada la naturaleza de los materiales que lo constituyen, haciendo que este se considere un acuífero muy vulnerable, incluso sin carga contaminante (Gutiérrez, 2006).

Por otro lado, el PDUCPT indica que una de las zonas con mayor contaminación orgánica e infiltración de metales es la zona del Arroyo Alamar a la altura del Blvd. Lázaro Cárdenas. Este mismo programa cita los resultados de análisis practicados por la CESPT, que reportan valores altos en cloruros, nitratos, nitritos y sólidos disueltos totales en dos pozos del Arroyo Alamar.

El Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento para los Municipios de Tijuana y Rosarito, reporta los resultados de análisis físico químicos de los pozos en operación para el año 2001. Reporta que, en general el agua que se extrae del acuífero Río Tijuana / Alamar tiene mas color y turbiedad que la de los otros acuíferos. Esto



implicaría que el acuífero se encuentra ante la influencia de las aguas superficiales en algunos puntos. Sin embargo, los reportes de coliformes fecales reportados son de menos de 2 NMP para cada 100 ml, para muestras obtenidas antes de ser cloradas. De acuerdo a estos resultados, las aguas de todos los acuíferos poseen concentraciones de cloruro y de sodio superiores a las establecidas por la norma mexicana. Los niveles más altos de hierro y manganeso se encontraron en los pozos del acuífero del Río Tijuana.

#### ***IV.2.2 Aspectos bióticos***

Los factores del medio natural que más se verán afectados con el desarrollo del proyecto, son la vegetación y la fauna del sitio. Esto debido a que la canalización requiere de la eliminación de la cubierta vegetal, y con ella, de la fauna. Además, algunas especies de aves migratorias utilizan el sitio como refugio, lo que hace del arroyo un espacio cuya conservación es crucial para el mantenimiento de dichas especies. A continuación se describen las características biológicas del sitio del proyecto.

##### **A. Vegetación**

###### ***A.1. Carta de uso de suelo y vegetación***

La carta de uso de suelo y vegetación elaborada por el INEGI en 1981, señala para el proyecto a desarrollar, una vegetación de galería, así como cultivos de riego y de temporal y finalmente al oeste se encuentra dentro de la mancha urbana. Cabe señalar que esta carta fue elaborada hace más de 20 años, por lo que la información que se presenta no corresponde a las características actuales del área de estudio. Se anexa Carta 10, Uso de suelo y vegetación.

Como referencia, indica para la mayor parte del área de estudio la cobertura del suelo con pastizales inducidos, y para la zona del arroyo, agricultura de riego y vegetación de galería. Ambos usos se encuentran todavía dentro del sitio, aunque su distribución ha variado debido a que la zona federal contiene, en su parte oeste, asentamientos irregulares que han invadido el cauce, ocasionando el desplazamiento de las áreas agrícolas y el deterioro de la vegetación de galería, ocasionado este último por el vertimiento de las aguas residuales y residuos sólidos urbanos al cauce.

Para la zona sureste del área de estudio, esta carta reporta agricultura de temporal, y para el noreste, vegetaron de chaparral. Ambas zonas han sido desplazadas por el desarrollo urbano, y solamente al noreste se encuentran aun algunos sitios con chaparral, sobre todo en la zona colindante con los Estados Unidos de America.

### **A.2. Formaciones vegetales**

En el Estado de Baja California se pueden distinguir dos regiones fitogeográficas: la Californiana o Meridional y la del Desierto Central o Desierto Sonorense.

El área de estudio corresponde a la región fitogeográfica ***Californiana-Meridional***, a esta provincia se le denomina así debido que la mayor parte de su superficie se presenta en California, EUA con una superficie de 285 000 Km<sup>2</sup> (Raven, 1977) y se extiende hacia el norte penetrando a una porción del sur del estado de Oregon, con una superficie de 25 000 Km<sup>2</sup> (Raven, 1977), continuando hacia el sureste entrando a Baja California, en su parte noroeste, cerca del poblado el Rosario con una superficie de 27 000 Km<sup>2</sup> (Barbour, 1988). Las comunidades vegetales presentes en esta región fitogeográfica son:

- Vegetación costera (marismas y dunas costeras).
- Matorral costero.
- Chaparral.
- Bosques de coníferas.
- Matorral desértico sonorense.

La zona del proyecto corresponde a la comunidad vegetal de chaparral de acuerdo a su composición florística. Sin embargo se presentan dos comunidades más en el sitio. Una vegetación riparia y una vegetación acuática, estas dos comunidades se localizan sobre los márgenes del cauce del Arroyo Alamar. A continuación se describen estas comunidades:

**Chaparral.**- Comunidad vegetal exclusiva de la zona de clima mediterráneo de Norteamérica, caracterizado por arbustos de hojas esclerófilas, muy duras, frecuentemente de bordes dentados, aserrados o con espinas y generalmente pequeñas que soportan períodos de sequía extrema. Plantas de raíces profundas, que van de 1 a 4 metros de altura y con una ramificación divaricante (múltiples ramas), de tallos leñosos perennes. Esta comunidad cuenta con especies características como:

*Malosma laurina* (lentisco), *Rhus integrifolia* (saladito), *Rhus ovata* (fusique) y *Adenostoma fasciculatum* (chamizo prieto).

**Vegetación riparia.**- Usualmente se desarrolla a lo largo y orillas de ríos, arroyos y cañadas, está dominada por especies de árboles deciduos que reducen la erosión del suelo a lo largo de las corrientes. Esta comunidad está representada por especies como *Populus* (Álamo), *Salix* (Sauce), *Fraxinus*, *Schinus* y otros.

**Vegetación acuática.**- Esta comunidad ocurre en los márgenes de arroyos, o en cuerpos de agua mas o menos estables, dando lugar a una óptima condición para el desarrollo de las plantas. Las especies más frecuentes en estos ecosistemas acuáticos son las especies *Juncus acutus* (junco), *Arundo donax* (carrizo) y *Scirpus sp* (tule).

**Pastizal inducido:** Esta comunidad no se encuentra dentro el sitio del proyecto, sin embargo si se la localiza dentro del área de estudio. Se caracteriza por la dominancia de gramíneas (pastos o zacates) o graminoides. Aquí se incluyen pastizales determinados tanto por condiciones naturales de clima y suelo, como aquellos establecidos por influencia humana. Un pastizal inducido, es aquel que se desarrolla al eliminarse la vegetación original (chaparral, matorral u otros) o en áreas agrícolas abandonadas. Para el presente caso, el pastizal se encuentra disperso por toda el área de estudio y se asume que se originó a causa de la eliminación de la vegetación nativa para la construcción de caminos y asentamientos humanos. Los pastizales inducidos se desarrollan en suelos que hayan sido sometidos a ese tipo de alteración, dado que no tienen que competir con otras especies por los recursos disponibles.

### A.3. Composición de las formas biológicas

La mayor parte de la vegetación ha sido afectada por los asentamientos humanos. Actualmente, la vegetación del Arroyo Alamar está constituida por cuatro estratos:

**Arbóreo:** Esta dominado por *Salix lasiolepis*, *Salix goodingii* (los sauces son los árboles que aun mantienen una cobertura importante en los márgenes del cauce del arroyo), y *Populus fremontii* (álamo). Estas especies son nativas, presentan una altura promedio de 4 a 15 metros de altura, y se localizan a lo largo del Arroyo Alamar.

**Arbustivo:** Esta dominado prácticamente arbustos pequeños, esta representado por las especie *Baccharis glutinosa* (huatamote) y *Baccharis sarothroides* (herba del pasmo). Estas especies se presentan en los márgenes del Arroyo Alamar.

**Acuáticas:** Esta estrato se encuentre dentro del flujo de agua, esta representado por las especies: *Juncus acutus* (junco), *Arundo donax* (carrizo) y *Scripus sp* (el tule presenta una mayor cobertura, dentro de este estrato).

**Herbáceo:** Este tipo de estrato es muy variable, ya que la zona del proyecto se encuentra afectada por los asentamientos humanos.

#### *Superficies de vegetación natural*

En la zona del Arroyo Alamar, la vegetación ha sufrido una disminución paulatina, este cambio está relacionado con el cambio de uso de suelo y la urbanización de las zonas aledañas. De acuerdo a estudios realizados por el IMPlan para la elaboración del Plan Parcial para la zona del Arroyo Alamar, la superficie que ocupa la vegetación disminuyó de 412.43 a 235.072 Has del año 2000 al 2006, lo que equivale al 56.99 % en sólo 6 años.

Las siguientes figuras muestran las superficies ocupadas por la vegetación en los años 2000 y 2006:

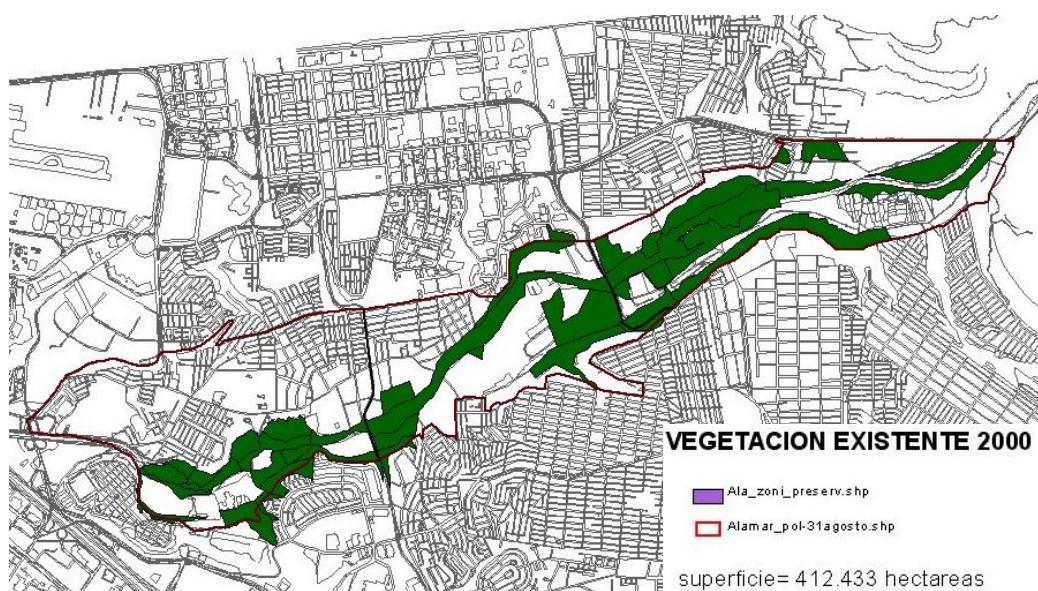


Figura 1. Vegetación existente en el año 2000 para la zona del Arroyo Alamar. Fuente: IMPlan.

**VEGETACION EXISTENTE 2006**

superficie = 235.072 hectareas

- Vegetacion\_sector.shp
- Alamar\_pol-31agosto.shp

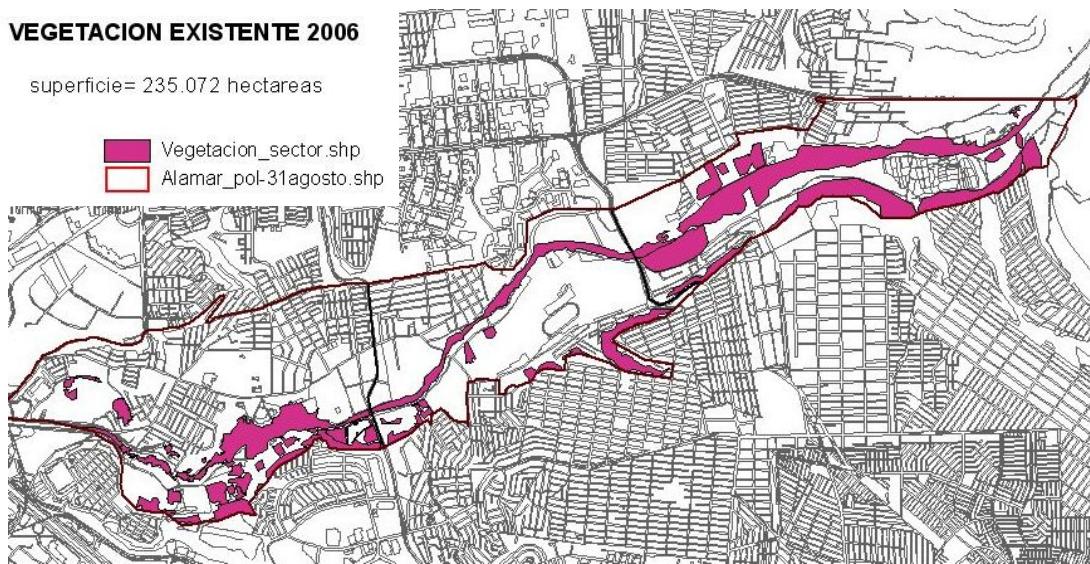


Figura 2. Vegetación existente en el año 2006 para la zona del Arroyo Alamar. Fuente: IMPLAN.

Para el año 2009, esta disminución continúa. Las zonas donde se aprecia esta diferencia, son la parte de la sección II de la canalización, donde la franja riparia ha sufrido un adelgazamiento y en la sección III, donde ha perdido densidad y en algunas partes se ha adelgazado también.

En el sitio del proyecto, se observó que la vegetación presenta diferencias en la densidad de la etapa II (Gato Bronco – Blvd. Terán) con respecto a la etapa III (Blvd. Terán – Carretera de cuota). Estas diferencias se deben principalmente al estado de la vegetación, ya que la etapa II, al contener la mayoría de los asentamientos irregulares, presenta el estado de deterioro y contaminación más fuerte, lo que propicia que la vegetación presente también se encuentre deteriorada, el estado de las plantas sea mucho menos saludable, su follaje es ralo y hay una mayor proporción de vegetación exótica. Para la etapa III, en cambio, el deterioro es menor, las copas de los árboles se encuentran con más follaje y aparentemente los ejemplares son más sanos.

Utilizando la imagen de satélite, como complemento de los recorridos de campo, se pueden diferenciar dos zonas: la primera se denominó zona densa, y ocupa la mayor parte de la superficie, mientras que una pequeña fracción de la superficie que contiene cobertura vegetal se denominó zona no densa. La distribución de estas superficies se presenta en el Plano 26, Vegetación. La siguiente tabla muestra las superficies que cubren ambos tipos:

Tabla 21. Superficies de vegetación en el sitio del proyecto:

Área	Superficie en la zona federal (m <sup>2</sup> )	Superficie en la zona del canal* (m <sup>2</sup> )	% de vegetación en el canal, respecto a la zona federal
Vegetación densa	490,137.77	329,072.32	62.14 %
Vegetación no densa	39,431.99	24,488.92	4.62 %
<b>TOTAL</b>	<b>529,569.76</b>	<b>353,561.24</b>	<b>66.76 %</b>

\* Superficies a afectar

La superficie de vegetación en la zona del canal, es decir, 353,561.24 m<sup>2</sup> es la que será afectada con el desarrollo del proyecto, por lo que la tendencia a la disminución de la superficie de vegetación continúa. Se espera que esta vegetación se regenere parcialmente, lo que sucederá en la zona de inundación que comprende la sección ecohidrológica, sin embargo, en las superficies de concreto ya no se podrá recuperar. Las afectaciones a la vegetación actual en la zona del proyecto, tanto por el proyecto autorizado como por la modificación propuesta se muestran en el Plano 27, Afectaciones a la vegetación, y equivalen al 68.27 % y al 66.76 %, respectivamente, como se mostró anteriormente.

Cabe señalar que a nivel de ciudad, la distribución de los hábitats riparios es muy escasa. Para la parte este de la ciudad, su principal representante es el Arroyo Alamar, ya que existen muy pocas franjas, una de ellas asociada a la parte del río Tijuana ubicada al sur del Monte de Los Olivos; la otra, asociada al Arroyo Las Palmas, al sudeste del centro de población. Por otro lado, en la zona oeste, existen algunas cañadas que drenan hacia el Océano Pacífico y que cuentan con vegetación más abundante o de mayores tallas que el resto del área que las circunda, sin embargo, no contienen vegetación de galería típica.

#### *Especies presentes en el arroyo*

La vegetación potencial del Arroyo Alamar, está presente sobre el cauce del arroyo, y está asociada al estrato arbóreo de sauce-álamo y el estrato acuático de tule-carrizo. A continuación se describen las especies presentes dentro de estos estratos.

Tabla 22. Listado general de la vegetación encontrada en el sitio del proyecto

FAMILIA	NOMBRE		Forma de Vida	INTERE S	ESTATUS	OBSERVACIONES
	COMUN	CIENTIFICO				
	Guirnalda	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Sus tallos son muy ramificados, y su altura puede llegar a los 90 cm; sus hojas son alternas y muy divididas; sus flores, agrupadas en capítulos



FAMILIA	NOMBRE		Forma de Vida	INTERE S	ESTATUS	OBSERVACIONES
	COMUN	CIENTIFICO				
Asteraceae						solitarios, son liguladas en la periferia, de color amarillo o parcialmente blanco
	Poleo	<i>Artemisia californica</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	La planta ramifica desde la base y crece a su alrededor alcanzando una altura de 150-250 cm. Los tallos son flexibles y glabros. Las hojas de 1-10 cm de longitud son pinnadas, divididas en 2-4 lóbulos de al menos 5 cm de longitud y menos de 1 mm de ancho
	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Planta anual y perenne con raíz primaria y roseta basal, No suele alcanzar más de 40-50 cm. Tiene hojas alternas, sin pecíolo diferenciado, pinnatipartidas con lóbulos en forma triangular de márgenes dentados y agudos. Pedúnculos de la inflorescencia huecos. Flores hermafroditas de un color amarillo dorado que la hacen fácilmente identificable. Corola en lígulas terminada en cinco pequeños dientes.
	Cerraja	<i>Sonchus oleraceus</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Es de hábito anual, con pequeñas espinas en sus márgenes, de color verde que envuelven el tallo, débilmente dentadas y con segmentos laterales. Los capítulos florales se agrupan en corimbos y son de color amarillo. El fruto es de color plateado.
Asteraceae	Huatamoto	<i>Baccharis glutinosa</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Arbusto deciduo que llega a medir 2 m, y lo mismo de ancho. Las flores femeninas y masculinas se encuentran en plantas separadas. Tallos largos y verticales, sin ramificaciones en la parte inferior, y ramificados en la parte superior. Hojas alternadas, simples, lineales a lanceoladas, de 5 a 165 cm de longitud, y más de una pulgada de ancho, puntiagudas, usualmente dentadas, pegajosas pero sin pelillos, con pedúnculos de las hojas de mas de 1/3 de pulgada de longitud.
	ND	<i>Conyza Canadensis</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Hasta 2 m, pero puede florecer con unos pocos centímetros de alto. Tallo: Uno o más tallos, estriados. Hojas: Alternas, numerosas, lineares a angostamente oblanceoladas o lanceoladas, de 3 a 10 cm de largo por 1 a 12 mm de ancho.
	Cardo	<i>Circium occidentale</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Planta herbácea con tallo erecto ramificado que puede alcanzar los 2 m de altura. Las hojas son alternas, pinnadas y moderadamente espinosas. Las flores son de color púrpura, en un disco floral solitario sobre un gran pedúnculo.
	Uña de gato	<i>Cotula coronopifolia</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Planta anual, alcanza los 30 cm de altura, crece en el agua o se encuentra con sus raíces dentro de un curso de agua permanente.
	ND	<i>Isocoma</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Tallos postrados o erectos, ramificados desde la

FAMILIA	NOMBRE		Forma de Vida	INTERE S	ESTATUS	OBSERVACIONES
	COMUN	CIENTIFICO				
		<i>acradenia</i>				base. Hojas de 0.7-4.5cm. Inflorescencia en cabezas agrupadas muy juntas o sueltas de 4-10. Fruto menor de 3.5 mm blanco o crema.
	Hierba del pasmo	<i>Baccharis sarothroides</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Plantas perennes y arbustivas. Las hojas, cuando presentes, están sostenidas a través de las ramas de manera alternada. Las flores son blancas a rosadas.
	ND	<i>Xanthium strumarium</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Hierba anual de hasta casi un m de altura y hojas largamente pecioladas y ovadas. Esta especie es dioica, es decir posee flores masculinas y femeninas separadas en individuos diferentes. Frutos con toda su superficie cubierta de púas ganchudas que les ayudan en su dispersión.
Anacardiaceae	Mirasol	<i>Viguiera laciniata</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Arbusto perenne leñoso, de forma redondeada y compacta, de 0.6 a 1.2 m. Flores amarillas abundantes, solitarias, de ¼ a 1 pulgada, con el centro mas oscuro. Florece gran parte del año, usualmente de enero a agosto. Las hojas son de contorno triangular con el borde ondulado y algo lobulado "laciniado". Se reproduce por semillas.
Amarantaceae	ND	<i>Ambrosia confertiflora</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Planta monoica, herbácea perenne, erecta, generalmente crece en colonias. Tamaño hasta de 2 m de alto. Su tallo por lo general es ramificado, con pelos rectos, agudos, erectos o recostados.
Apiaceae	Pirul	<i>Schinus molle</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Árbol siempreverde de 10-12 m de altura de ancha copa y ramaje colgante, de aspecto "Ilorón", muy ornamental. Tronco corto, grueso, muy fisurado, con la corteza que se desprende en placas. La corteza exuda resinas muy aromáticas. Hojas paripinnadas, de 25-30 cm de longitud dispuestas en ramillas colgantes en zig-zag. Tienen de 14 a 30 folíolos de forma linear-lanceolada y borde algo dentado, sobre todo los jóvenes, casi sin pecíolo. Inflorescencias muy ramificadas, largas y colgantes, con flores pequeñas de color blanco verdoso.
Asteraceae	Cenizo, chamicillo	<i>Atriplex canescens</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Su altura puede variar desde 2 m. Las hojas son finas de 2 a 4 cm de largas. Se identifica más fácilmente por sus frutos, que tienen cuatro alas en los ángulos de 90 grados, son ásperas y se empaquetan densamente en largos vástagos. El vástagos de la fruta se asemeja al de las avenas.
Brassicaceae	ND	<i>Erigeron foliosus</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Tallos erectos bien ramificados y que se distinguen por sus flores numerosas de color blanco, lavanda o rosado y el disco amarillo. Algunos miembros del género no tienen rayos florales
		<i>Foeniculum</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Planta herbácea y erecta, de color verde intenso y

	Anís	<i>vulgare</i>				puede alcanzar los 2 m de altura. Las hojas son largas y delgadas, acabando en segmentos en forma de aguja, que se endurecen exteriormente en el verano para evitar la pérdida de agua. Las flores aparecen en ramales de 20 a 50 florecillas sobre pedúnculos cortos.
Boragina ceae	Mostacilla	<i>Brassica campestris</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Hierba anual, simple o ramificada. Plantas mucho más robustas (de más de 1.30 m de alto), flores amarillas tiene las hojas superiores glaucas (azuladas).
	Cola de mico	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Planta anual o perenne, suculenta, glabra (sin pelos), verde-azulosa a azul-grisáceo, por lo general con la ramificación dirigida hacia arriba con un ángulo de 46 a 75°. De hasta 50 cm o más de altura
Cactáce as	Berro	<i>Roripa nasturtium-aquaticum</i>	Hierba acuática	Ninguno	Ninguno	Es una planta acuática o semiacuática perenne nativa de Europa y de Asia.
	Biznaga	<i>Ferocactus viridescens</i>	Suculent a	Ninguno	Amenazad a según la NOM-059- SEMARNA T-2001	Es una planta simple o cespitosa. Tallo globoso-aplanado hasta cortamente cilíndrico, generalmente de 10 a 20 cm. de altura y diámetro. De 13 a 25 costillas obtusas, algo tuberculadas, con protuberancia carnosa debajo de cada areola. Areolas ovales en la porción espinifera, de unos 8 a 12 mm de longitud y de 5 a 8 mm de ancho. Flores de 5 a 6 cm de diámetro, ampliamente campanuladas, de color amarillo verdoso, rojizo en los lados. Esta especie se encuentra fuera del área de afectación del proyecto aunque dentro del área de estudio.
	Nopal	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Como la mayoría de los miembros de este género carece de hojas nomofilas, los segmentos o cladodios en que se divide, son tallos capaces de ramificarse, emitiendo flores y frutos. Estos tallos son planos, ovales y de color verde medio
Casuarin aceae	Cholla	<i>Cylindropunt ia prolifera</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Tallo postrado o erecto, menor de 3 m. Segmentos cilíndricos, menores de 30 cm, 1.5-2.5 cm de diámetro. 7-20 espinas menores de 3 cm. Flores amarillo-verde con púrpura.
Cappara ceae	Nopal	<i>Opuntia littoralis</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Tallo que se extiende en forma postrada, <9 m de diámetro. Segmentos 15-22 cm. 4-11 espinas, 2-4 cm, generalmente rectas, amarillas. Perianto amarillo-rojo. Filamentos, naranja-amarillo; estilo rojo o rosa; estigma amarillo-verde.
Composi tea	Ejotillo	<i>Isomeris arborea</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Ramificado, de hasta 2 m. Pecíolo 1-3 cm, generalmente 3 pinulas. 15-45 mm, oblongas-elípticas. Inflorescencia en racimo 1-30 cm, Terminal. Sépalos fusionados 4-7 mm. Pétalos de 8-14 mm, 4-

						5 mm de ancho. Fruto en capsula.
Chenopo diaceae	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Árboles siempre verdes, tronco muy ramificado, la corteza rugosa de color gris o parduzco. Tamaño: Hasta de 15 m.
	Girasol	<i>Helianthus annus</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Hierba anual hojas alternas, flores generalmente amarillas. Al cansan una altura 1– 5 metros.
	Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Presenta inflorescencias en forma de glomérulos espigados; flores sésiles; lóbulos del perianto sin apéndices; pericarpio con glándulas; hojas generalmente enteras o dentadas.
Cyperaceae	Ambrina	<i>Atriplex semibaccata</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Se trata de una planta de 20-45 cm, que se diferencia del resto de especies del género en las islas por sus hojas pecioladas y por las bracteolas del fruto, que son de color rojizo y carnoso.
Euphorbiaceae	Tule	<i>Scirpus spp</i>	Acuática	Comercial	Ninguno	Vegetación predominante en el arroyo Alamar. Alcanzan una altura de 3 m. Tienen hojas tipo gramíneas y panojas o espigas, frecuentemente pardas.
Fabaceae	Quelite	<i>Chenopodium murales</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Planta de 10 a 80 cm, con tallos no angulosos y cuyas hojas dentadas irregularmente, no son glandulosas. Las flores y las semillas son verdosas.
	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	Arbolillo	Ninguno	Ninguno	Arbusto de tallo grueso y leñoso, hueco que, lo mismo que los rabillos y nervios de las hojas, puede tomar un color púrpura oscuro y suele estar cubierto de un polvillo blanco, semejante a la cera. Las hojas son muy grandes, de nervación palmeada y hendidas de 5 a 9 lóbulos, de bordes irregularmente dentados; las hojas son alternas, con pecíolo muy largo, unido por su parte inferior.
Gramineae	Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Arbusto o árbol menor de 7 m. Ramas arqueadas, torcidas; espinas 0.5-4 cm. Las hojas son glabras y tienen uno o dos pares de pinnas de 6 a 17 cm de largo que llevan 6 a 17 pares de foliolos cada una de 1-2.5 cm, oblongas. Inflorescencia en racimo de 6-10 cm, en forma de espiga. Pétalos libres, 2.5-3.5 mm. 5-18 semillas de 6-7 mm.
Juncaceae	Encino	<i>Quercus sp</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Arbusto, hojas con estípulas pequeñas, Inflorescencia masculina en forma de espiga, Cáliz 4-6 lóbulos pequeños. 4-10 estambres. Inflorescencia femenina axilar, entre las hojas superiores. Cáliz pequeño, generalmente con 6 lóbulos.
Lamiaceae	Carrizo	<i>Arundo donax</i>	Hierba de tallo grande	Comercial	Ninguno	Es una planta que alcanza los 2-5 m de altura, tiene tallo grueso y hueco. Las hojas lanceoladas son largas de 5-7 cm que envuelven el tallo en forma de láminas verdes brillante. Las flores están en una gran panícula de espiguillas violáceas o amarillas de 3-6 dm de longitud. Cada espiguilla tiene una o dos

						flores.
Mimosaceae	Juncos	<i>Juncus acutus</i>	Acuática	Uso Artesanal	Ninguno	Perenne, cespitosa, 50-140 cm., rizoma muy ramificado. Tallo rígido, cilíndrico. Hojas báslas, 40-120cm, rígidas, punta dura, filosa. Perianto de 2-4 mm, sépalos delgados, obtusos, pétalos mas o menos redondos. Filamento de las anteras rojizos.
Myoporaceae	Marrubio	<i>Marrubium vulgare</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Es una herbácea de hojas grisáceas, perenne, altura de 2-5 cm. Hojas de 2-5 cm de long. Con una densa superficie arrugada, y pilosa abajo. Flores blancas, en grupos en la parte superior del tallo principal.
Myrtaceae	Acacia negra	Acacia melanoxylon	Árbol	Ninguno	Ninguno	Árbol perennifolio robusto, recto, simétrico, con la copa densa, globosa o algo piramidal, que alcanza 10-15 m de altura. Corteza gris oscura, asurcada. Ramas generalmente horizontales o escasamente péndulas.
Oleaceae	Siempreverde	<i>Myoporum tenuifolium</i>	Arbusto	Comercial	Ninguno	Arbusto siempreverde o arbolito de 4-5 m de altura, muy variable, de copa más o menos redondeada y compacta, de color verde brillante. Hojas alternas de elíptico-oblongas a lanceoladas, más o menos acuminadas, muy contraídas hacia la base, de 4-8 cm de longitud, normalmente enteras, raras veces con el borde aserrado en su mitad superior.
Poaceae	Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Árbol grande; corteza azulosa, exfoliante; hojas alternas; flores solitarias, blancas; frutos globosos achatados, con cuatro costillas, 2-3 cm diámetro
Platanaceae	Olivo	<i>Olea europaea</i>	Árbol	Comercial	Ninguno	Es un árbol perenne, presenta hojas verde oscuro brillante, blanquecinas por el envés, simples, de forma lanceolada y bordes enteros, sus hojas suelen vivir dos o tres años. La flor es pequeña. El tronco grueso y su corteza grisácea. El fruto es la aceituna de color verde amarillento, cuya pulpa es oleosa una vez que ha llegado a la madurez son de color oscuro brillante.
Polygalaceae	Zacate pata de gallo	<i>Cynodon dactylon</i>	Hierba/pasto	Ninguno	Ninguno	Planta perenne de 10-30 cm. Hojas con ligula formada por un anillo de pelos. Inflorescencia digitada, formada por 2-7 espigas patentes, en ocasiones violáceas. Espiguillas sentadas, con 1 flor, dispuestas en dos hileras a lo largo de las ramas.
	Maderista	<i>Eriogonum fasciculatum</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Arbusto perenne de forma redondeada, de 0.1-2 m de altura, hojas lineales en forma de aguja enrolladas hacia abajo, flores de color rosáceo
	Aliso	<i>Platanus racemosa</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Árboles corpulentos, deciduos y en raras ocasiones siempre verdes; monoicos, con corteza delgada, tronco con manchas irregulares con colores de diversa intensidad, con troncos acanalados. Presenta hojas alternas, simples y palmadas.
Solanaceae	Lengua de vaca	<i>Rumex crispus</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Planta perenne, tamaño: De 50 cm a 1.2 m de alto. Presenta un tallo con rayas longitudinales, simple o

						con ramificaciones en la parte superior. Flores verticiladas y dispuestas en panículas densas, estrechas, alargadas, ascendentes, de 10 a 50 cm de largo, pedicelos florales de 5 a 10 mm de largo, articulados cerca de la base.
Salicaceae	Lengua de vaca cimarrona	<i>Rumex salicifolius</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	Hierba perenne de 30 cm a 1 m de alto. Presentan un tallo en el suelo y con las puntas ascendentes, estriado, algo ondulado
	Tabaquillo	<i>Nicotiana glauca</i>	Arbusto	Ninguno	Ninguno	Arbusto siempreverde de 3-4 m de altura, con uno o varios troncos y ramificación muy abierta. Corteza lisa. Hojas simples alternas de 3-10 cm de longitud, con pecíolo de 4-5 cm de longitud. Flores en inflorescencias terminales. Son de forma tubular acampanada de 2.5-3 cm de longitud, de color amarillo. Florece durante casi todo el año, aunque con mayor abundancia en los meses de verano. Fruto en cápsula de 0.8-1 cm de longitud, pardusca con numerosas semillas de pequeño tamaño.
	Sauce blanco	<i>Salix lasiolepis</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Son áboles y arbustos de hojas caducas. Se caracterizan por ser plantas unisexuales, con las flores agrupadas en inflorescencias colgantes. Se suelen encontrar en todo el hemisferio norte, en zonas húmedas y en las orillas de los ríos. Pueden ser áboles de 25 m, como el sauce blanco. Las hojas pueden ser lanceoladas, redondeadas.
Saururaceae	Sauce negro	<i>Salix gooddingii</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	
Tamaricaceae	Álamo	<i>Populus fremontii</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Es un árbol que crece 15 m de alto y tiene una suave corteza blanca. Las hojas deciduas son verde profundo y de forma ovoide a triangular 2-4 (7) cm que se tornan amarillo-oro en el otoño. Las flores aparecen de abril a junio.
Typhaceae	Hierba del manso	<i>Anemopsis californica</i>	Hierba acuática	Ninguno	Ninguno	Especie predominante en la zona, se trata de una hierba perenne de hasta 80 cm. Hojas normalmente báseales.
	Pino salado	<i>Tamarix ramossissima</i>	Árbol	Ninguno	Ninguno	Especie que sobresale en el arroyo Alamar. Árbol caducifolio que puede alcanzar 5 m de talla con la corteza marrón rojiza y ramas delgadas de tonalidad purpúrea. Hojas lanceoladas a ovadas, agudas, de color verde glauco o pálido. Flores de color rosa pálido o asalmonado en racimos densos y delgados de 4-8 cm de longitud que aparecen en verano después de las hojas al final de los ramos. Pétalos de alrededor de 1 mm de longitud, persistiendo después de la maduración. Cápsulas pequeñas con numerosas semillas provistas de penacho de pelos.
	Hortiguilla	<i>Urtica</i>	Hierba	Ninguno	Ninguno	La planta alcanza entre 5 y 15 m. La característica

		<i>holosericea</i>				más conocida de esta planta es presencia de pelos urticantes. Tiene el tallo de sección cuadrada, hojas ovales, con el borde aserrado, sus flores son pequeñas unisexuales, inconspicuas y agrupadas en glomérulos.
--	--	--------------------	--	--	--	---

Fuente: Eco urbe Consultores, S.C., elaboración propia en base a recorridos en el sitio

De acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2001**, no se localizaron especies amenazadas o endémicas que se encuentren en la lista de la norma oficial.

## **B. Fauna**

### **B.1 Distritos faunísticos**

El territorio de la península de Baja California se enriquece por la presencia de cinco distritos faunísticos, de los cuales 4 se encuentran en Baja California y uno de ellos en el estado de Baja California Sur. Los 4 distritos faunísticos presentes en el estado de Baja California son:

- *Distrito de San Pedro Mártir.*
- *Distrito San Dieguense.*
- *Distrito del Desierto del Colorado.*
- *Distrito del Desierto de Vizcaíno.*

El proyecto a desarrollar se encuentra dentro del Distrito *San Dieguense*, cuyas características se describen brevemente a continuación:

**Distrito San Dieguense:** Ocupa la parte Noroeste de Baja California, y representa una extensión del Sur de California. Va desde el nivel del mar hasta los 1,200 msnm colindando con la Sierra de Juárez y hasta los 1,400 msnm con la Sierra de San Pedro Mártir, para continuar al Sur hasta el arroyo El Rosario. Algunas especies de este distrito son: *Phrynosoma coronatum* (camaleón), *Pituophis catenifer*, *Anas crecca* (cerceta ala verde), *Anas acuta* (pato golondrina), *Anas americana* (porrón cabeza roja), *Anas lyeata* (pato cucharón), *Anas cyanoptera* (cerceta café), *Anas discors* (cerceta azul), *Anas platyrhynchos* (pato de collar), *Anas strepera* (pato pinto), *Callipepla californica* (codorniz de California), *Zenaida asiatica* (paloma alas blancas), *Zenaida macroura* (huilota), *Canis latrans* (coyote), *Dipodomys gravipes* y *Dipodomys merreani* (rata canguro).

La zona del proyecto se ubica dentro del *Distrito San Dieguense*, sin embargo, no se descarta la presencia de especies de otros distritos, debido a las características de movilidad de la fauna.

### **B.2. Especies reportadas o avistadas**

El área de estudio se localiza dentro de la mancha urbana y se encuentra impactada por la presencia de asentamientos humanos, algunos localizados en las riberas del arroyo. A los lados de la zona a canalizar, generalmente se observan vialidades y asentamientos humanos de diversos tipos, la mayor parte casas habitación pero también establecimientos comerciales y de servicios.

El sitio del proyecto se encuentra afectado por lo siguientes alteraciones:

- La fase II se encuentra completamente inmersa en la zona urbana de Tijuana, mientras que la fase III está en una zona de crecimiento urbano.
- Actividades antropogénicas previas que removieron la vegetación original (agricultura y pastoreo).
- Colindancia de la zona federal con fraccionamientos habitacionales (Riberas del Bosque y Urbiquinta Marsella).
- Construcción de vialidades y asentamientos humanos en las riberas del arroyo, dentro de la zona federal, la mayoría viviendas irregulares, sobre todo en la zona oeste (etapa II), las cuales se encuentran ocupadas continuamente.
- Actividades productivas de diversos tipos, principalmente agricultura, además de corrales porcinos, banco de material pétreo, ladrillera, reciclado de tarimas, vivero, concretera, y establecimientos de comercio y servicios. Algunos dentro de la zona federal y otros en sus colindancias.
- Aporte de las aguas residuales tratadas de la ciudad de Tecate, por medio del Río Tecate.
- Colindancia de la zona federal con una zona industrial, en la parte alta de la ladera norte (ciudad Industrial en la Mesa de Otay)
- Construcción de vialidades pavimentadas importantes, que atraviesan el arroyo (Blvd. Gato Bronco y Terán Terán) así como la carretera de cuota a Tecate, por las que circula el tráfico continuamente.
- Colindancia con vialidades locales pavimentadas, como el Paseo Marsella.
- Paso de las líneas de CFE, gas natural y del acueducto de la CESPT.

- Aparente utilización del cauce como sitio de extracción de arenas, ya que se encontraron pilas de boleos que aparentemente son los residuos de esta actividad.
- Sitio donde se rellenó con escombro para la formación de una plataforma.
- Pozos elaborados rústicamente.
- Eliminación de la vegetación natural de las zonas aledañas al cauce para la ocupación de las mismas por asentamientos humanos.
- Depósitos de basura dentro del cauce del arroyo. Esta basura incluye llantas usadas y residuos sólidos urbanos, depositados de manera permanente, además de residuos de tipo agropecuario (estiércol) que son transportados ahí durante las lluvias.
- Descarga de aguas residuales sin tratar a lo largo de la zona de asentamientos irregulares.
- Descarga de aguas pluviales en donde se hallaron bocas de tormenta.
- Eliminación de la cubierta vegetal para construcción de veredas de acceso al arroyo.
- Construcción de infraestructura de protección para evitar la inundación de algunos de los asentamientos irregulares.
- Introducción de especies ornamentales a los lados del cauce, y en general en las casas habitación como parte de las zonas jardinadas.
- Construcción de algunos puentes peatonales para enlace entre las dos riberas ( posible extracción de madera).

Estos factores tienen efecto sobre la fauna del sitio del proyecto. A continuación se señalan las especies que se observaron directamente:

**Aves:** Las áreas riparias son particularmente importantes para conservación de la biodiversidad de este grupo, ya que un gran número de especies dependen ellas como fuentes de agua o como hábitat, y en ella confluyen gran cantidad de aves migratorias. Es por ello que la avifauna del sitio del proyecto, está representada por 14 familias y 16 especies.

Tijuana se localiza dentro del corredor migratorio del Pacífico, por lo que es de suma importancia la conservación de los hábitats dulceacuícolas en la zona. El Arroyo Alamar ha sido reconocido como un hábitat de importancia ecológica por sus poblaciones de aves tanto por investigadores de la UABC como de la Universidad de San Diego (ver referencias al final), y ha sido objeto de estudios respecto a la flora y fauna dulceacuícola presentes.

**Mamíferos:** La fauna de este grupo en el sitio está representada por 6 familias: Bóvidos, Canidae, Equidae, Felidae, Muridae y Sciuridae.

**Reptiles:** Están representados por la familia Phrynosomatidae:

**Insectos (orden de los Odonatos):** Son una orden de insectos con unas 5,500 especies actuales, que incluye formas tan conocidas como las libélulas y los caballitos del diablo. Dentro de los cuerpos de agua localizados al este se observo un caballito del diablo. Están representados por la especie *Calopteryx sp.*

A continuación se muestran las especies que se observaron directamente sobre el Arroyo Alamar:

Tabla 23. Especies de avifauna encontradas sobre el cauce del Arroyo Alamar:

FAMILIA	Aves				
	COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	INTERES	ESTATUS	OBSERVACIONES
Ardeidae	Garceta nivea	<i>Ardea herodias</i>	Ninguno	Ninguno	De longitud mide de 49 a 66 cm, el plumaje de un blanco puro. Se presentan en zonas pantanosas, húmedas y lagos.
	Garceta Grande	<i>Ardea alba</i>	Ninguno	Ninguno	Ave alta (85 cm) y elegante, de cuerpo blanco, pico amarillo y largas patas de color gris oscuro. En etapa de reproducción tiene plumas que sobresalen de la parte posterior. El plumaje de invierno de sus patas se aclara a un color verde grisáceo claro. Vuela con el cuello puesto en forma de 'S'. Emite un fuerte graznido en señal de alarma cuando vuela. La Garza Blanca es un ave característica de zonas pantanosas, humedales y lagos.
	Garcilla ganadera	<i>Bubulcus ibis</i>	Ninguno	Ninguno	De color blanco y porte pequeño, de contextura fornida y cuello corto. Tiene 50 cm de longitud. Es la única garza blanca pequeña con pico amarillo, cuello más corto en comparación con otras garzas de similar tamaño.
Columbidae	Paloma	<i>Columba livia</i>	Ninguno	Ninguno	Ave común, mide 30 cm. Peso de 300 gr. El plumaje es muy variado lo cual hace que las bandadas sean fáciles de reconocer desde lejos. Los adultos son gris oscuro en gran parte con un lustre púrpura y verde en el cuello (sobre todo los machos).
	Zenaida Aliblanca	<i>Zenaida asiatica</i>	Ninguno	Ninguno	Es de estatura mediana de 27 cm y pesa 145 g, con una lista alar blanca prominente y la punta blanca de la cola redondeada
Corvidae	Cuervo Común	<i>Corvus corax</i>	Ninguno	Ninguno	Mide entre 52 y 69 cm de longitud y su peso varía de 0,69 a 1,7 kg. El pico es fuerte, negro y ligeramente curvado. La cola es relativamente larga, el cuello es bastante grueso, y el iris es marrón oscuro.

	Gorrión	<i>Melospiza melodia</i>	Ninguno	Ninguno	Mide 13- 15 cm, habita en zonas urbanas. la parte dorsal pardusca, más o menos rayada y la parte ventral blanca o amarillenta, con franjas negras o pardas
Emberizidae	Tigrillo	<i>Pheucticus melanocephalus</i> ,	Ninguno	Ninguno	Mide 165-195 mm. Presenta dimorfismo sexual. El macho tiene la cabeza, espalda, escapulares y cola negras; las alas blancas; las rectrices laterales punteadas con blanco; la parte posterior del cuello, y la rabadilla y pecho teñidos con marrón intenso; la barbillia negra; el abdomen medio, amarillo-limón.
	Sabanero de Corona Blanca	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Ninguno	Ninguno	Su tamaño es mediano, normalmente los adultos tienen aproximadamente 18 cm de largo, tienen rayas blancas y negras en su cabeza, una cara gris, sus partes superiores son rayadas de color marrón y una cola larga. Sus alas son marrones con las barras y el pecho es de color gris claro.
Falconidae	Cernícalo Americano	<i>Falco sparverius</i>	Ninguno	Ninguno	Pequeño halcón (25 – 27 cm de largo) de alas largas y puntiagudas, ocráceas barradas de gris por debajo. Cuerpo blanco ocráceo con pecas y líneas oscuras. Presenta dimorfismo sexual. Cola larga.
Fringillidae	Carpodaco Común	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Ninguno	Ninguno	De 13-15 cm, la mayoría de los adultos y sobre todo los machos, tienen un rojo brilloso sobre la corona, pecho y rabadilla. Habita en zonas de chaparral y en zonas suburbanas. Avistada en la zona.
Icteridae	Sargento	<i>Agelaius tricolor</i>	Ninguno	Ninguno	El macho es de color rojo fuerte, con bordes blancos. Las hembras son parecidas a los machos sólo que no presentan la mancha de color rojo.
Mimidae	Cenzontle Norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	Ninguno	Ninguno	De color gris por la parte superior del cuerpo, con ojos amarillo pálido y pico negro mínimamente curvo. La cola es de color oscuro con los bordes blancos, las patas largas y negras. Las alas muestran finas líneas blancas y durante el vuelo dejan ver manchas de color blanco. Se caracterizan por imitar sonidos de otros animales.
Passeridae	Gorrión Doméstico	<i>Passer domesticus</i>	Ninguno	Ninguno	Es un ave pequeña, adaptada al hábitat urbano y muy acostumbrada a vivir cerca del ser humano. Pesa alrededor de 30 g y mide de 14 a 16 cm de longitud, siendo los machos normalmente algo más grandes que las hembras. El gorrión doméstico es de conformación robusta y patas cortas. Su pico es grueso, fuerte y cónico.
Rallidae	Gallereta Común	<i>Gallinula chloropus</i>	Ninguno	Ninguno	Su coloración es en general de color gris pizarra, con la cabeza y cuello más oscuro y dos anchas líneas de color blanco en los flancos debajo de la cola. El pico es rojo al igual que el escudo facial y con la punta amarilla. Las extremidades inferiores son oliváceo-amarillentas, con una mancha roja en las rodillas.
	Gallareta gris	<i>Fulica americana</i>	Ninguno	Ninguno	Ave común en cuerpos de agua. Son de color gris con café. Son de tamaño mediano.

Recurviros tridae	Monjita	<i>Himantopus mexicanus</i>	Ninguno	Ninguno	Ave mediana, su coloración en general es de color negro con una franja de color blanco en el pecho. Sus patas son largas. Se presentan en los cuerpos de agua.
Scolopacid ae	Zarapito Americano	<i>Numenius americanus</i>	Ninguno	Ninguno	Ave muy grande, con el pico extremadamente largo, delgado y curvo. Mide 61 cm y pesa 600 g. Los adultos presentan la cabeza, el cuello y la región inferior café rosáceo y un listado negro y fino en la cabeza y el cuello.
Sturnidae	Estornino Pinto	<i>Sturnus vulgaris</i>	Ninguno	Ninguno	Es un pájaro de cabeza pequeña, pico cónico, amarillo, cuerpo esbelto con plumaje negro de reflejos verdes y morados y pintas blancas, ala y cola larga y pies rojizos. Mide unos 22 cm desde el pico a la extremidad de la cola, y 35 de envergadura.
Trochilidae	Colibrí de Ana	<i>Calypte anna</i>	Ninguno	Ninguno	Se reconoce fácilmente por su cuello y su frente rosa rojizo, sin embargo el poder ver esta estructura de color iridiscente en el campo depende del ángulo entre el sol, el ave y el observador. El resto de la parte superior es verde oscuro brillante, mientras el resto de la parte inferior es gris, moteado de verde apagado. Miden alrededor de 100 mm; extensión de alas abiertas 114-121 mm; peso 4.0-4.5 gramos.
Tyrannida e	Mosquero Negro	<i>Sayornis nigricans</i>	Ninguno	Ninguno	Ave común en áreas abiertas. Es de color negruzco su cuerpo, presenta unas bandas de color blanco en los extremos e las alas. Es de tamaño mediano, y en raras ocasiones se encuentra lejos del agua. Mide 15.5 cm. y pesa 21 g.

Fuente: Eco Urbe Consultores, S.C., Elaboración propia, con base a recorridos de campo e investigación bibliográfica.

**Tabla 24. Especies de mamíferos encontrados en la zona federal del Arroyo Alamar:**

FAMILIA	NOMBRE		INTERES	ESTATUS	OBSERVACIONES
	COMUN	CIENTIFICO			
Bóvidos	Vaca	<i>Bos sp</i>	Comercial	Ninguno	Mamífero artiodáctilo de la familia Bovidae. Generalmente domésticos. Su tamaño y pelaje es diverso según la especie.
Canidae	Perro domestico	<i>Canis lupus familiaris</i>	Ninguno	Ninguno	Mamífero carnívoro doméstico de la familia de los cánidos. Su tamaño o talla, su forma y pelaje es muy diverso según la raza. Posee un oído y olfato muy desarrollados, siendo este último su principal órgano sensorial.
Equidad	Caballo	<i>Equus sp</i>	Comercial	Ninguno	Es un mamífero perisodáctilo de la familia de los équidos, herbívoro, cuadrúpedo y de cuello largo y arqueado.
Felidae	Gato domestico	<i>Felis silvestres</i>	Ninguno	Ninguno	Su longitud de cabeza-cuerpo es de 50-65 cm. La longitud de su cola es de 20-30 cm. Su peso es de 5-8 Kg.
Muridae	Ratón casero	<i>Mus musculus</i>	Ninguno	Ninguno	Los adultos pesan entre 12 y 40 g, y miden entre 15 y 19 cm, incluyendo la cola, que supone algo más de la

FAMILIA	NOMBRE		INTERES	ESTATUS	OBSERVACIONES
	COMUN	CIENTIFICO			
					mitad de su longitud. Su pelaje es corto y de tonos grises, que se aclaran en el vientre.
Sciuridae	Ardilla de roca	<i>Spermophilus beecheyi</i>	Ninguno	Ninguno	Los ardillones adultos sólo permanecen activos unos cuantos meses al año. Por lo general, los machos se retiran bajo tierra a principios de verano y permanecen ahí hasta la siguiente primavera. Las hembras los siguen en cuanto terminan de amamantar a sus crías, lo que ocurre comúnmente a finales del verano o a principios del otoño.

Fuente: Eco Urbe Consultores, S.C., Elaboración propia, con base a recorridos de campo.

Tabla 25. Especies de reptiles encontradas sobre el cauce del Arroyo Alamar:

FAMILIA	Reptiles			OBSERVACIONES	
	COMUN	CIENTIFICO	INTERES	ESTATUS	
Phrynosomatidae	Lagartija común	<i>Uta stansburiana</i>	Ninguna	Ninguna	Presentan una cabeza triangular, cuerpo delgado, extremidades posteriores más grandes que las anteriores, cola hasta 1.6 veces la longitud del cuerpo. Coloración: variable según sexo, edad y hábitat. Se identifica por una mancha negra en las axilas, detrás de las extremidades.

Fuente: Eco Urbe Consultores, S.C., Elaboración propia, con base a recorridos de campo.

Tabla 26. Especies de Insectos (Odonatos) encontradas sobre el cauce del Arroyo Alamar:

FAMILIA	Insectos / Odonatos				
	COMUN	CIENTIFICO	INTERES	ESTATUS	OBSERVACIONES
Libellulidae	Caballito del diablo	<i>Calopteryx sp</i>	Ninguno	Ninguno	Las alas de los caballitos (tienen dos a cada lado) son prácticamente iguales, mientras que las libélulas tienen las posteriores algo más anchas. Cuando están posadas, el caballito tiene las alas juntas o ligeramente separadas mientras que la libélula las despliega por completo. Los ojos, grandes y facetados en ambos subgéneros, están situados a ambos lados de la cabeza en los caballitos, mientras que en las libélulas están juntos sobre la cabeza

Fuente: Eco Urbe Consultores, S.C., Elaboración propia, con base a recorridos de campo.



### B.3. Especies que pueden verse amenazadas

De acuerdo al listado anterior, en las diversas visitas al sitio del proyecto, no se logró identificar u observar algún individuo que se encontrara enlistado en la **NOM-059-SEMARNAT-2001**.

Cabe señalar que en la MIA Regional presentada originalmente a la SEMARNAT, se reportaron las siguientes especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001:

Tabla 27. Especies protegidas reportadas en la MIA-R.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Categoría
<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán de Cooper	Aves	Protección especial
<i>Vireo bellii pusillus</i>	Vireo de Bell Californiano	Aves	Amenazada
<i>Elgaria multicarinata</i>	Lagartijas	Reptiles	Protección especial
<i>Crotalus ruber</i>	Vibora de cascabel	Reptiles	Protección especial
<i>Crotalus mitchellii</i>	Vibora de cascabel	Reptiles	Amenazada
<i>Crotalus viridis</i>	Vibora de cascabel	Reptiles	Amenazada
<i>Lampropeltis getula</i>	Culebra	Reptiles	Amenazada
<i>Charina trivirgata</i>	Culebra	Reptiles	Amenazada
<i>Thamnophis hammondii</i>	Culebra	Reptiles	Amenazada

De las especies anteriores, durante los recorridos realizados, no se tuvo avistamiento de ninguna de ellas en el sitio del proyecto. En referencia a las aves, se trata de especies que es muy posible encontrar en el área de estudio, lo mismo que *Elgaria multicarinata* (lagartija) y las víboras de cascabel *C. ruber* y *C. viridis*, sin embargo, no fueron avistadas. En cambio, el área de distribución de *Crotalus mitchellii* no abarca la superficie del proyecto. Respecto a las culebras, *Lampropeltis getula* y *Thamnophis hammondii* tienen mayor probabilidad de hallarse en el sitio del proyecto, dados sus hábitos, pues es más factible que se encuentre en zonas más húmedas.

### B.4. Áreas de interés

Actualmente Baja California cuenta con distintas áreas naturales protegidas establecidas mediante decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación, D.O.F., con diferentes categorías como Reservas de la Biosfera, Áreas de Protección de Flora y Fauna y Parques Nacionales, en base a los criterios establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.



ABRIL DE 2009

- Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.
- Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe.
- Parque Nacional Constitución de 1857.
- Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.
- Parque Nacional Archipiélago de San Lorenzo.
- Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California.
- Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios.

De acuerdo a la información generada por la CONABIO, la zona del proyecto no se encuentra dentro de alguna de las Regiones Terrestres Prioritarias de México. Las más cercanas están hacia el este, y son la RTP 12 y el Área de Interés para la Conservación de las Aves (AICA) 105, denominadas ambas como Sierra Juárez. Hacia el oeste se encuentran las RTP 9 y 10, denominadas Santa María-El Descanso y Punta Banda-Eréndira respectivamente. El área de estudio tampoco se localiza dentro de ningún Área Natural Protegida.

Actualmente no existen de manera oficial áreas de interés destinadas a la preservación ecológica en el centro de población ni en el municipio. Sin embargo, el PDUCPT indica como sitios que reúnen características de importancia, tanto ecológicas como ambientales para conservar en Tijuana, entre otros, las zonas con presencia de hábitat silvestre, los zonas de hábitat ribereño, los sitios de descanso de aves migratorias, los cauces de ríos y arroyos y las zonas de conectividad entre ecosistemas.

Este mismo programa señala que las áreas riparias son de especial importancia para la conservación de la biodiversidad, ya que un gran numero de especies animales depende de ellas como una fuente de agua o como hábitat, y en ella confluyen una considerable cantidad de especies de aves, mamíferos, reptiles etc., de tal manera que estos sitios son considerados como corredores y conectividades entre diferentes espacios de distribución y migración regional de la fauna.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California (POEBC) establece como Áreas Especiales de Conservación, entre otras, las zonas de recarga de acuíferos, áreas de refugio y reproducción, así como los ecosistemas riparios, por tratarse de áreas de importancia ecológica, y señala que en estas áreas deberán de adoptarse medidas específicas para su conservación.

En general, las zonas de humedales son señaladas por su importancia como sustento de millones de seres humanos, por su aporte de bienes y servicios, que además de ser directos, pueden ser recreativos y científicos, o indirectos, como la reducción de la velocidad de los ríos (Barbier et al, 1997).

Según los estudiosos del tema, una hectárea de ecosistema de agua dulce aporta en promedio a la economía servicios por un valor superior a los veinte mil dólares por año (Costanza et al., 1997, citado por Valdés Perezgasga, sin año).

Naiman et al (1998) indican que los bosques riparios de la ecorregión de la costa del Pacífico constituyen la vegetación mas diversa, tanto florística como estructuralmente hablando. Señalan que son sistemas ecológicos complejos, que se localizan en el ecotono tierra-agua, y mantienen generalmente una alta diversidad alfa, beta y gama. Explican que estos ecosistemas exhiben altas tasas de productividad y reciclaje de nutrientes. Proveen de funciones ecológicas especializadas, y ejercen fuertes influencias en los ecosistemas adyacentes, modificando el flujo de material e información (sonidos, comunicación visual) a través del paisaje. Estos autores señalan que las alteraciones a los bosques riparios tienen efectos que van más allá de la actividad específica, y las consecuencias ecológicas se efectúan a través de todo el corredor ripario.

La siguiente tabla muestra las funciones de los ecosistemas de bosque ripario que identificaron estos autores:

Tabla 28. Funciones ecosistémicas del bosque ripario.

Lugar	Estructura	Función
Dentro del canal	Deshechos de madera provenientes de laderas y planicie de inundación	Control de la ruta de agua y sedimentos Hábitat de vida silvestre Fuentes de refugio de peces y zonas de alimentación Contribuyen a la formación de islas y planicies de inundación
Bancos	Raíces	Favorecen la estabilidad de los bancos Atrapan nutrientes
Planicie de inundación	Tallos y frondas bajas	Retardan el movimiento de los sedimentos, agua y desechos orgánicos (maderas)
Sobre el canal	Frondas y tallos	Sombra, y control de temperatura y de la productividad primaria Fuente de desechos vegetales finos y grandes Hábitat de vida silvestre
Árboles	Corredor	Facilita el traslado de peces y vida silvestre

Tomado de Naiman et al, 1998.

En especial, el Arroyo Alamar se considera como una zona prioritaria para su conservación, y se encuentra integrada dentro de diversos planes e iniciativas no sólo a nivel nacional, sino a nivel internacional, como el Plan Estratégico del Corredor Binacional Otay Mesa- Mesa de Otay y la Iniciativa de Conservación Binacional de Las Californias.

El Plan estratégico para el Corredor Binacional Otay Mesa – Mesa de Otay reconoce que el río Alamar es un hábitat ripario importante, dado que provee de corredor ripario continuo, desde el área de ubicación de este plan hasta Tecate, además de ser uno de los pocos corredores riparios relativamente sin disturbios que se encuentran en la región Tijuana – San Diego. Este plan reconoce también tres segmentos diferentes de este río. En la tercera sección, que abarca desde el Blvd. Otay – Matamoros hasta el puente cerca de la carretera de cuota a Tecate, indica que se trata de un hábitat ripario y de calidad el agua en condiciones prístinas.

Asimismo, señala que el corredor ripario del Alamar sirve como hábitat para muchas especies de plantas y animales nativos, además de que necesita ser protegido porque sirve como una fuente importante de recarga del acuífero de la ciudad de Tijuana.

La Iniciativa de Conservación Binacional de Las Californias define 5 categorías de conservación para la zona de California y Baja California, dentro de las que se define como categoría D, en la que se requiere enfocar los esfuerzos de conservación y administración en cinturones riparios y otros espacios que mejoren la calidad del aire, la salud humana y calidad de vida, y proteger recursos aislados y la vida silvestre local.

Esta iniciativa define áreas geográficas (unidades) que corresponden a cada una de las categorías. El Arroyo Alamar se encuentra dentro de la unidad denominada San Ysidro, que incluye Otay Mountain, el Cerro San Isidro, y las montañas San Miguel y Tecate. Este documento reporta que esta unidad contiene algunos de los más extensos parches intactos de matorral de salvia en la región fronteriza, además de contener importantes hábitats riparios a lo largo de los ríos Tijuana y Tecate. La Mesa Jesús María, localizada al sureste del Cerro San Isidro, tiene algunas zonas de humedal y una población de la mariposa Quino (*Euphydryas editha quino*) que habita estas zonas en ambos lados de la frontera, y es de suma importancia para la recuperación de esta especie. Este mismo documento indica la necesidad de controlar los cambios de uso de suelo para la preservación de estos hábitats.

Se han realizado varios estudios específicamente para la caracterización del Arroyo Alamar. Uno de ellos, titulado The Alamar River: A River Corridor with Outstanding Natural Resources (Michel, 2001), señala que el río Alamar forma el mas extenso corredor ripario en la región metropolitana de Tijuana, desde la Mesa de Otay hasta Tecate. Este estudio indica que es un ambiente vital para aves migratorias, incluyendo *Vireo belli pusillus* (vireo de Bell californiano), debido a que existen muy pocas zonas riparias en California y Baja California.

Señala además que este río provee beneficios para personas, plantas y animales, los cuales incluyen agua y aire limpios, refugio de las temperaturas extremas para

animales y comida. Además, los humedales y corredores riparios contribuyen al control de inundaciones, recarga de acuíferos y aumenta la calidad del agua.

En resumen, el Arroyo Alamar, al tratarse de una zona riparia, cumple con varias de las características mencionadas anteriormente, y por lo tanto, el sitio del proyecto es en si mismo una zona de interés para su conservación.

#### ***IV.2.3 Paisaje***

##### ***A. Definición de unidades paisajísticas***

Para la descripción del paisaje del sitio se consideraron únicamente las zonas donde se ubican los componentes del proyecto a construir, es decir, los tramos del cauce del arroyo propuesto a canalizar; por lo que dentro de este apartado no se incluye toda la zona de estudio.

Para la definición de unidades de paisaje se utiliza comúnmente la subdivisión en unidades paisajísticas, también denominadas cuencas visuales. Las cuencas visuales se determinan en base a la topografía del terreno, y se definen como el área visible desde un punto de vista considerando la morfología del terreno (Smardon, Palmer y Felleman, 1986, citado por Canter, 1998).

Sin embargo, considerando las características que guarda el cauce donde se pretende realizar la presente obra hidráulica y sus condiciones, no se utilizó este criterio, sino que se consideró la división del canal en dos zonas relativamente homogéneas visualmente: la fase II y la fase III, ya que presentan diferencias que pudieron servir para una caracterización del paisaje de la obra. Lo anterior a pesar de que la topografía del terreno no permite apreciar toda la obra desde un solo punto de vista, dada su extensión. Estas unidades se presentan en el Plano 28, Paisaje.

La siguiente descripción se basa en las características de estos dos tramos de canal, y para ilustrar su aspecto se incluye una sección de paisaje en I Reporte fotográfico.

##### ***B. Descripción de las unidades paisajísticas***

Para la descripción de la unidad paisajística resultante se consideraron los criterios descriptivos señalados por Smardon, Palmer y Felleman, 1986, citados por Canter, 1998.



## Unidad Oeste (Etapa II)

1. Visibilidad espacial: El sitio se encuentra ubicado en una zona de topografía irregular, sobre la cañada que define al cauce y rodeado de lomeríos al norte y sur. La visibilidad espacial hacia norte y sur se encuentra determinada por las laderas de los lomeríos que circundan al cauce, y va desde las partes más abruptas, a una distancia de alrededor de 100 a 150 metros en el lado norte, hasta una visibilidad mucho más amplia hacia el lado sur, de alrededor de unos 500 metros o más. Hacia este y oeste, en cambio, está definida por los límites que pudieran interponerse mediante el relieve del terreno y las curvas del arroyo. En estas direcciones la visibilidad es mas amplia, hasta aproximadamente 1.5 Km desde el punto visual que se muestra en el plano correspondiente.

2. Características paisajísticas:

a) Calidad intrínseca:

*Descripción general:* El sitio corresponde a una zona baja, delimitada por las laderas de la cañada que aloja el tramo de cauce a canalizar. Se trata de una cañada muy poco profunda, de bordes discontinuos, cubiertos en algunos sitios con vegetación nativa y exótica, y de anchura irregular, que en promedio es de unos 5 a 15 metros.

La vista del sitio en general es de mezcla de usos, ya que se encuentra inmersa en una zona urbana compuesta de asentamientos habitacionales, la mayoría de los que se encuentran en la colindancia sur del cauce son asentamientos irregulares, con algunos comercios y servicios, además de algunos predios con actividades agropecuarias (cultivos y cría de puercos). Las construcciones son heterogéneas, en su mayoría de madera y cartón, aparentemente no siguen ningún orden. Existen algunos puentes peatonales construidos con materiales diversos. Asimismo, forman parte del paisaje del sitio los postes de energía eléctrica y el abundante cableado de las tomas clandestinas (diablitos). Las vialidades se encuentran sin pavimentar, y en ellas hay presencia de encharcamientos de aguas pluviales y aguas negras mezcladas.

Dentro del cauce se encuentran zonas con crecimiento de plantas, algunas nativas (sauces) y otras exóticas, características de las zonas que presentan disturbios. Esta vegetación se encuentra con follaje ralo, aunque en algunos sitios se ve de un verde brillante debido al reciente paso de las lluvias. Las zonas de pastizal también

presentan un color verde brillante, mientras que las zonas de cultivos se encuentran de color café oscuro, el color de la tierra.

Dentro del cauce también hay un aspecto de suciedad debido a los residuos sólidos que se encuentran en el tramo que abarca esta unidad, muy desagradable a la vista. Aunado a lo anterior, se aprecian las espumas características de las aguas residuales, que contribuyen a un aspecto desagradable.

Las características naturales de esta unidad han desaparecido casi completamente, ya que toda su superficie está cubierta de construcciones, con excepción del cauce. El paisaje del sitio se percibe urbano y desordenado, debido al tipo de construcciones que rodean el cauce y a la mezcla de usos. El único elemento que le proporciona algo de descanso a la vista es el verdor de la vegetación, a pesar de su estado deteriorado.

*Elementos de singularidad:* En la unidad no hay presencia de topoformas o elementos de belleza particular que se aprecien desde los puntos visuales.

*Áreas críticas de valor ambiental:* Dentro de esta unidad no se encuentran áreas críticas por su valor ambiental, por el contrario, se trata de un área crítica por el deterioro ambiental y el grado de contaminación que presenta.

b) Calidad visual del entorno:

El entorno lo constituyen principalmente las zonas urbanizadas de los sitios aledaños al cauce, así como las laderas inmediatas al mismo. Las construcciones de estas zonas urbanizadas, al igual que la parte inmediata, presentan una heterogeneidad de construcciones, aunque en algunos sitios hay cierto orden y las construcciones son de material. Asimismo, algunas de las vialidades que se encuentran en el entorno (al sur) son pavimentadas.

En la ladera norte, se presenta además un elemento visual diferente, que son las naves industriales de la Ciudad Industrial en la Mesa de Otay. Estas construcciones añaden al paisaje una vista poco natural, aunque las naves que se aprecian desde la parte baja tienen un aspecto limpio y ordenado.

En el entorno escénico que conforman las laderas, las pendientes varían, desde suaves en la parte sur, hasta muy abruptas en la parte norte. El entorno escénico es heterogéneo por la mezcla de usos y construcciones, sin dejar de ser una zona urbanizada. Las construcciones ahí presentes no tienen características de diseño

que las hagan considerarse como elementos de belleza visual, aunque la vista es un poco más ordenada que la de la unidad de paisaje.

c) Calidad del fondo escénico:

El fondo escénico está constituido principalmente por las zonas de cultivo del Cañón del Padre, y las partes altas de la Colonia Buenos Aires Norte. El fondo escénico es poco visible desde la unidad. No se trata de un fondo de calidad especial.

3. Fragilidad del paisaje:

Dado que se trata de la parte baja de un cauce, el número de observadores se restringe a los residentes de las casas habitación cercanas al mismo, a los residentes de las áreas irregulares (invasiones) y a quienes cruzan los puentes peatonales, así como a los observadores desde las partes altas de la mesa de Otay. Se trata de un paisaje desagradable y desordenado, en el que cualquier cambio que se refiera al saneamiento de la zona constituirá un elemento de orden, aunque no se integre a las vistas. Por lo tanto la fragilidad del paisaje es baja.

### Unidad Este (Etapa III)

1. Visibilidad espacial: Al igual que la unidad oeste, el sitio se encuentra ubicado en una zona de topografía irregular, sobre la cañada que define al cauce y rodeado de lomeríos al norte y sur. Asimismo, la visibilidad espacial hacia norte y sur también está definida por las laderas que circundan la zona aluvial. Las distancias de visibilidad son diferentes, hacia el norte, de un promedio de 100 metros, mientras que al sur, la vista es un poco más amplia, de alrededor de 300 metros. La vista hacia el oeste, desde el punto visual 3, en cambio, es muy amplia, de más de 3 Km, dado que se trata de una parte alta. Hacia el este, la vista está limitada por los cerros que se encuentran en esa dirección.

2. Características paisajísticas:

a) Calidad intrínseca:

*Descripción general:* Toda la parte del cauce es una zona baja, que en todo su largo se encuentra delimitada por las laderas de la cañada. Aquí la cañada tampoco es profunda, es mas amplia que en la unidad anterior.



Esta unidad tiene un aspecto completamente diferente de la unidad oeste. Se trata de un sitio que también contiene una mezcla de usos, pues se encuentran desde actividades agropecuarias y extracción de materiales pétreos, hasta zonas habitacionales, sin embargo, los asentamientos irregulares en su cauce son menos abundantes, por lo que las construcciones se ven un poco mas limpias y con menor cantidad de suciedad. Por otro lado, las actividades se encuentran mas zonificadas. El cauce del arroyo se encuentra relativamente limpio, a pesar de conducir aguas residuales tratadas; se encuentra cubierto por una vegetación espesa, de follaje abundante y con alturas que sobresalen en la zona.

La vista del sitio en general es agradable, pues constituye una mancha de verdor dentro de la zona urbana, a pesar d que existen construcciones muy precarias, pero en menor proporción que en la unidad oeste. También se aprecian zonas de pastizal, sobre todo en la parte este de la unidad, y áreas agrícolas en la parte oeste de esta unidad, donde colinda con la unidad este.

Las características naturales de esta unidad también han desaparecido en su parte este, sin embargo, del lado este se encuentra un ambiente mas natural al encontrarse una vegetación mas abundante y conservarse aun zonas de pastos, que le dan un matiz de verdor al sitio.

*Elementos de singularidad:* En la unidad no hay presencia de topoformas o elementos de belleza particular que se aprecien desde los puntos visuales.

*Áreas críticas de valor ambiental:* Esta unidad en si misma se considera crítica por su valor ambiental, al tratarse de una zona riparia que como se explicó en el apartado referente a medio biótico, es un corredor biológico y refugio de fauna. Asimismo, se trata de una de las escasas áreas con vegetación natural en la ciudad.

b) Calidad visual del entorno:

En esta unidad el entorno lo constituyen también las zonas urbanizadas de los sitios aledaños al cauce, así como las laderas inmediatas al mismo. Las construcciones de estas zonas urbanizadas, presentan una cierta homogeneidad al encontrarse zonificados los usos del suelo. Las vialidades que se encuentran en el entorno (al sur) son pavimentadas.

Las pendientes del entorno escénico varían, desde suaves en la parte sur, hasta moderadas y abruptas en la parte norte. El entorno escénico es heterogéneo, pero

mantiene en algunas partes un equilibrio con la mezcla de usos y las áreas con vegetación, sobre todo en el extremo este, cerca de la carretera de cuota a Tecate. La vista desde algunos puntos es muy agradable.

c) Calidad del fondo escénico:

El fondo escénico está constituido principalmente por los lomeríos al norte y sur de la unidad, así como los lomeríos al este. Los lomeríos del extremo este, tanto al norte como al este de la unidad, le dan una calidad visual de naturalidad al sitio.

3. Fragilidad del paisaje:

El número de observadores de este paisaje se refiere a los vehículos que circulan por la carretera a Tecate, así como a los residentes de las partes bajas de la unidad. Se trata de un número alto de observadores. Por otro lado, dado que aun se conservan algunas de las características de naturalidad, y que la construcción del canal requiere de la remoción de la vegetación alta, este cambio será muy notable, por lo que la fragilidad del paisaje se considera alta.

### **C. Evaluación de la calidad paisajística de cada unidad**

La calidad de un paisaje se define en términos de varios criterios, entre los que se destacan los siguientes:

- Elementos de singularidad como topoformas, formaciones rocosas y cuerpos de agua
- Elementos de importancia histórica o étnica
- Tipo de vegetación
- Calidad visual del entorno y fondo escénico

Para la evaluación de la calidad paisajística de las unidades definidas en el predio, se consideró la siguiente tabla donde se define un sistema de puntuación por cada uno de los elementos valorados:



Tabla 29. Sistema de puntuación de elementos del paisaje.

Elemento	Puntuación		
	3	2	1
Morfología del terreno	Mas del 60 % en laderas bruscas e irregulares, grandes rasgos dominantes	30 a 60 % en laderas bruscas o moderadamente suaves	Laderas con poca variedad, sin brusquedades ni rasgos dominantes
Formaciones rocosas	Rasgos muy notorios en la morfología del terreno, excepcionales por su tamaño, forma o ubicación	Rasgos notorios pero no obvios, cornisas o salientes rocosos	Rasgos pequeños o no existentes
Vegetación	Diversidad de especies o comunidades vegetales excepcional o sobresaliente, presencia de especies de valor ornamental	Vegetación natural continua o mezcla con vegetación introducida	Vegetación discontinua o áreas perturbadas, vegetación en parches escasos
Cuerpos de agua	Cuerpos de agua de carácter perenne o sobresalientes por su tamaño	Cuerpos de agua intermitentes o de poca dimensión	Sin cuerpos de agua
Elementos de importancia histórica o étnica	Sitios de importancia a nivel regional	Sitios de importancia a nivel local	Sin rasgos de interés
Calidad visual del entorno y fondo escénico	Áreas naturales, de gran extensión y sin presencia aparente de actividades	Áreas con desarrollo de actividades notorio, sin mezcla de usos aparente	Usos del suelo mixtos, mezcla de actividades sin orden aparente
Fragilidad	Cualquier modificación al sitio se traduce en cambios importantes al paisaje	Las modificaciones se pueden armonizar al entorno con estrategias de diseño	Las modificaciones son fácilmente absorbidas por el entorno

Modificado de U. S. Dept.. of Agriculture, 1974.

Para la determinación del valor paisajístico de la unidad definida, se utilizó la siguiente escala de referencia, en base al puntaje obtenido de analizar la clasificación anterior:

**Clase A:** de 17 a 21 puntos, sitios de alto valor, de importancia regional o nacional, de belleza singular

**Clase B:** de 12 a 16 puntos, sitios con rasgos sobresalientes pero de importancia local

**Clase C:** de 7 a 11 puntos, sitios sin interés especial

Los valores de calidad de paisaje obtenidos para las unidades fueron los siguientes:



Tabla 30. Valoración de la unidad paisajística.

Elemento	Unidad oeste	Unidad este
Morfología del terreno	2	2
Formaciones rocosas	1	2
Vegetación	1	2
Cuerpos de agua	2	2
Elementos de importancia histórica o étnica	1	1
Calidad visual del entorno y fondo escénico	1	1
Fragilidad	1	3
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>13</b>

La evaluación anterior clasifica las unidades paisajísticas identificadas de la siguiente manera: la unidad oeste, como un sitio de clase C, sin interés particular, mientras que la unidad este obtiene una clasificación B, sitios con rasgos sobresalientes pero de importancia local.

Esto debido a que la unidad oeste es un ambiente completamente deteriorado, que ofrece una vista desagradable al espectador. En esta unidad no se encuentran elementos visuales que pudieran afectarse con el proyecto, de tal manera que cualquier cambio que proporcione un poco de orden resulta en un mejoramiento del aspecto de la misma.

Para la unidad este, la evaluación es diferente, dado que contiene elementos de naturalidad que hacen agradable la vista al espectador, y además, la fragilidad del paisaje es alta, por lo que los cambios tienen que ser evaluados con cuidado, pues aunque se trata de un entorno en urbanización, la eliminación de los elementos naturales puede llevar a la degradación del paisaje.

#### **IV.2.4 Medio socioeconómico**

##### DATOS DE POBLACION.

El Estado de Baja California, guarda características especiales desde el punto de vista económico y social. Se trata de una entidad de atracción poblacional, lo que se refleja en las estadísticas, cuando se observa que los habitantes en el estado aumentaron en 10.96 veces en el periodo 1950-2000. Hacia el interior del estado, la ciudad de Tijuana

ha sido la ciudad de mayor crecimiento, ya que el incremento fue de 19.49 veces en el mismo periodo, según se aprecia en el cuadro siguiente.

Tabla 31. Evolución de la población en Baja California, 1950-2000.

AÑOS	POBLACION					
	BAJA CALIFORNIA			TIJUANA		
	Habitantes	Índice de crecimiento	% de crecimiento	Habitantes	Índice de crecimiento	% de crecimiento
1950	226 965	1.00	0.00	65 364	1.00	0.00
1960	520 165	2.29	8.65	165 690	2.53	9.75
1970	870 421	3.83	5.28	340 583	5.21	7.47
1980	1 177 886	5.19	3.07	461 257	7.06	3.08
1990	1 660 855	7.31	3.50	747 381	11.42	4.94
2000	2 487 367	10.96	4.12	1 274 240*	19.49	5.48

FUENTE: CENSOS DE POBLACION Y VIVIENDA, INEGI

\* PARA EFECTOS ESTADISTICOS COMPARABLES, LA POBLACION DE PLAYAS DE ROSARITO SE INCLUYE EN LA DE TIJUANA

En el año 2005 registró una población de 1'286,187 habitantes, según lo señala el Conteo 2005, complementario al XII Censo General de Población y Vivienda publicado por INEGI. Para este conteo, del total de población de Tijuana; 646,130 personas son hombres y 640,130 mujeres.

En el XII Censo de Población y Vivienda 2000, elaborado por el INEGI, se aprecia un incremento general de la tasa de crecimiento poblacional, reportándose que en el 2000 había 2'487,367 habitantes en el estado, en tanto que para el municipio de Tijuana es de 1'274,240 habitantes, lo que equivale al 51.52% de la población total del estado.

Tabla 32. Población por localidades y sexo, 2000

LOCALIDAD	TOTAL	%	HOMBRES	MUJERES
BAJA CALIFORNIA	2'487,367	100.00	1'252,581	1'234,786
TIJUANA	1'210,820	48.67	610,751	600,069
PLAYAS DE	63,420	2.54	32,442	30,978
ROSARITO	764,602	30.73	384,270	380,332
MEXICALI	370,730	14.90	185,494	38,171
ENSENADA	77,795	3.12	39,624	38,171
TECATE				

FUENTE: XII CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA, 2000, BAJA CALIFORNIA, 2001, INEGI

Para el sitio del proyecto, con la finalidad de elaborar el programa de reubicación de asentamientos irregulares, el IMPLAN elaboró un censo en el 2007 que arrojó un total de 719 familias, con 2,391 habitantes en 501 predios. Estos predios se ubican únicamente en la sección II, sobre todo en la margen sur, aunque una parte se encuentra ubicada





ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

sobre la margen norte. La margen de la sección III también contiene invasiones, sin embargo, son menores en cantidad y no se tiene información precisa de ellos.

En el sitio del proyecto, de acuerdo a la información recabada por el IMPLAN en los censos efectuados en los asentamientos irregulares, existen dos grupos de asentamientos: los que pertenecen al grupo denominado Antorcha Campesina, que son personas que en su mayoría tienen mas de 5 años viviendo en el sitio, y lo que no pertenecen a dicha organización. Estas últimas familias tienen en promedio de 6 a 12 meses residiendo en le sitio.

**Grupos étnicos:** Aunque no se encuentra formalmente establecido ningún grupo étnico, hay organizaciones gremiales de grupos étnicos originarios de otras entidades del país. De acuerdo al XII Censo de Población y Vivienda, en Tijuana en el año 2000, había 13,902 habitantes que hablaban alguna lengua indígena, siendo el mixteco, purépecha, náhuatl y zapoteco, las lenguas mas frecuentemente habladas.

**Migración:** Según lo señala el XII Censo General de Población y Vivienda publicado por INEGI, de la población total, el 47.6 % proviene de otra entidad o país y, la mayor parte, tiene un tiempo de residencia aproximada de 40 años en la ciudad, dando como resultado una tasa de población inmigrante del 45.07 %, dominante contra la tasa de emigración de sólo el 5.22 %.

**Escolaridad:** De acuerdo a los datos del XII Censo, el porcentaje de escolaridad para la población mayor de 20 años de edad, es de 9.2 años. El 89.07% de la población del estado de 6 a 14 años, saben leer y escribir. Asimismo, solo el 3.76% de la población mayor de 15 años, es analfabeto; el 29.92% de la población de 6 años y más, asiste a la escuela y actualmente 570 mil personas entre los 7 y 29 años de edad, no acude a la escuela y actualmente la matrícula educativa es de 675,550 alumnos.

Sin embargo, de acuerdo a cifras proporcionadas por INEGI al Gobierno del Estado, el 10.3 % de la población entre 6 y 14 años no sabe leer y escribir. De la población de mas de 15 años, únicamente el 2.9 % no sabe leer y escribir.

De acuerdo a los datos del Conteo 2005, el grado promedio de escolaridad para la población mayor de 15 años de edad, es de 8.8 años. De la población mayor de 15 años, 19,779 habitantes (el 4.9 %) son analfabetas, es decir, no saben leer ni escribir. 28,693 habitantes mayores de 15 años no tienen escolaridad.



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 113

*Índice de marginación:* Según reporte de la CONAPO, este municipio presenta un índice de marginación de 1.57242, el cual corresponde a una categoría de Muy Bajo, al igual que el resto del Estado.

## SERVICIOS

*Vivienda:* Para el año 2000, en el estado existían 610,057 viviendas, con una densidad domiciliaria de 4.08 habitantes/vivienda, en tanto que en el municipio de Tijuana, existen 292,782 viviendas, con una densidad domiciliaria de 4.14 habitantes/vivienda.

El 96.4% de las viviendas particulares tienen techos de madera, teja o materiales pétreos; mientras que el 68.32% de las mismas tienen pisos de cemento o firme de concreto y el 23.9% tiene pisos de madera, mosaico u otro recubrimiento. Respecto a los muros de la vivienda, el 91% son de madera y/o materiales pétreos.

En cuanto a la tenencia de la tierra, los datos obtenido por el INEGI no permiten determinar el porcentaje de viviendas particulares propias pagadas o en proceso de pago para la zona.

*Medios de Comunicación.* En el área de ubicación del proyecto, existe cobertura de los servicios de comunicación básicos como correo y teléfono. Por lo que respecta a las vías de comunicación terrestre, cuenta con diversos accesos pavimentados ya que se encuentra dentro de la zona urbana de la ciudad.

*Medios de transporte:* El área donde se pretende realizar el proyecto cuenta ya con servicio público de transporte colectivo que da servicio a las colonias circunvecinas.

*Servicios públicos:* En lo referente al abastecimiento de agua potable, de acuerdo al XII Censo de Población y Vivienda, la ciudad de Tijuana cuenta con una cobertura de atención de 87.7% de las viviendas particulares, en tanto que un 3.3% se abastecen de agua potable por acarreo. La zona del proyecto ya cuenta con servicio de agua potable.

Respecto al drenaje sanitario, existe una cobertura del 84% de viviendas, en tanto que el 75.3% de las viviendas estaban conectadas a la red de alcantarillado sanitario, un 82% disponen de fosa séptica y el 1.2% de las viviendas descargan a barrancas o cañadas.

En cuanto al suministro de energía eléctrica, la ciudad de Tijuana se abastece de este servicio por la planta termoeléctrica “Presidente Juárez” situada en Rosarito, con una cobertura en la actualidad del 97.4% de atención a la población en energía eléctrica por vivienda. Cabe señalar que el área de estudio cuenta con la factibilidad de este servicio por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y las colonias aledañas cuentan actualmente con este servicio.

*Servicios para manejo y disposición de residuos:* La ciudad de Tijuana cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos municipales de origen doméstico, comercial e industrial. La ciudad cuenta con un relleno sanitario para la disposición de estos residuos, que actualmente funciona en el Valle de Las Palmas, y que inició sus operaciones en el 2003.

Cabe aclarar que para el área del proyecto, dado que se trata de una zona federal, las viviendas, al ser asentamientos irregulares, no cuentan con los servicios públicos básicos de suministro de agua potable, electricidad y alcantarillado sanitario. Estas viviendas se abastecen de estos servicios utilizando otras opciones, que son el abastecimiento de agua mediante la perforación de pozos domésticos clandestinos sobre las márgenes del arroyo, o en el mejor de los casos abastecimiento mediante pipas; el vertimiento de sus aguas residuales y basuras directamente al arroyo, lo que ocasiona situaciones insalubres, dado que en algunos sitios, los “pozos” se encuentran tomando agua directamente de la parte contaminada del cauce.

Asimismo, la toma de energía eléctrica se efectúa mediante enlaces clandestinos o “diablitos”, que se conectan al poste más cercano produciendo redes muy densas de cableado y por lo tanto, otra situación de riesgo de un cortocircuito y de incendio. Aunado a esto, las viviendas son de materiales inflamables (madera y cartón), por lo que se trata de un área de riesgo en varios aspectos. Existen solamente algunos lotes que cuentan con concesiones ante la CNA y por lo tanto, con los servicios básicos.

## EQUIPAMIENTO

*Centros educativos.* Para 1999, existían 309 planteles de nivel preescolar; 484 primarias; 144 secundarias; 48 escuelas de nivel medio superior; 12 escuelas normales y 17 escuelas de educación superior cuya matrícula es de 48,518 alumnos en licenciaturas y postgrados, sin embargo las principales causas de deserción son de tipo económico, con el 33.69%. Por otro lado, las instituciones en las que se imparten

carreras cortas, tales como las de capacitación para el trabajo y de nivel profesional medio son 54 y 21, respectivamente.

En lo referente a la cobertura, durante el periodo 1998-1999, la ciudad de Tijuana contaba con un 56.65% para el nivel preescolar, 97.41% para el nivel primaria, 90.56% para el nivel secundario y un 77.12% para el nivel medio superior. Estas escuelas atienden a una población de 916,891 alumnos de estos niveles. En cuanto a eficiencia terminal, el nivel primario 102.52% y de 79.2% en el nivel secundario.

*Centros de salud:* En este rubro, la ciudad de Tijuana cuenta actualmente con Servicios de Salud Pública de dependencias tales como el IMSS, del ISSSTE, ISSSTECALI, e ISSESALUD. Tijuana cuenta con 953,654 personas con derecho a servicios públicos de salud por parte del IMSS, ISSSTE, ISSSTECALI e ISSESALUD, para lo cual se tiene en funcionamiento un total de 36 clínicas de las tres instituciones. Adicionalmente, la ciudad de Tijuana cuenta con 100 hospitales para servicio particular.

La asistencia social se proporciona por el sector oficial y particular. La asistencia publica del sector oficial brinda servicios a la población de bajos recursos y comprende: 1 instituto de salud mental, 4 centros de desarrollo infantil o guarderías y dos velatorios públicos; existen otros tipos de instituciones de asistencia publica como son: 2 albergues temporales, 2 instituciones de la senectud 10 centros de desarrollo comunitario. Por otra parte, en la Tercera Etapa del Río Tijuana se encuentra un Hospital Regional de Servicios Nivel 3, con atención de especialidades.

*Zonas de Recreio:* De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana, se tiene la siguiente información sobre cobertura de áreas recreativas, así como la superficie requerida.

Tabla 33. Población atendida y prospección para el año 2003 de zonas de recreo para la ciudad de Tijuana.

AREA DE RECREO	POBLACION ATENDIDA POR AREA	AREA EXISTENTE (HAS)	AREA REQUERIDA			
			1993	1996	1999	2003
PARQUE BARRIO	40,000	4.4	104.15	120.23	138.78	272.13
PLAZA CIVICA	100,000	2	18.94	21.86	25.23	49.30
JARDIN VECINAL	10,000	1	94.69	109.30	126.16	246.49
JUEGOS INFANTILES	10,000	0.5	47.34	54.65	63.08	123.24
PARQUE URBANO	400,000	79.9	189.13	218.32	252.01	492.36
PARQUE CIUDAD	3,000,000	600	189.37	218.60	252.33	492.97
FERIAS Y EXPOS	250,000	2.5	9.47	10.93	12.62	24.65

AREA DE RECREO	POBLACION ATENDIDA POR AREA	AREA EXISTENTE (HAS)	AREA REQUERIDA			
			1993	1996	1999	2003
CINES	50,000	0.24	4.54	5.25	6.06	11.83

FUENTE: PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACION DE TIJUANA, 1993.

En la ciudad de Tijuana, existen varios parques o zonas de recreo, entre los que destacan por el área que ocupan el Parque de la Amistad y el Parque Morelos. Asimismo se cuenta con varios centros deportivos, como son: la Unidad Deportiva Municipal, la Unidad Deportiva del CREA y los campos de béisbol y fútbol localizados en la Mesa de Otay.

También se consideran como sitios de esparcimiento las plazas comerciales de la ciudad, las cuales en los últimos años han tenido mayor popularidad como sitios de recreo en las grandes ciudades. Las más cercanas al sitio del proyecto son la Plaza Monarca, ubicada en el Blvd. Gato Bronco, y la Macroplaza, que se localiza sobre el Blvd. Insurgentes. Estas plazas comerciales cuentan con salas de cine, establecimientos de venta de alimentos preparados, restaurantes y comida rápida, así como tiendas departamentales de diversos giros.

## ACTIVIDADES ECONOMICAS

El municipio de Tijuana es un mercado binacional de bienes, servicios, capitales y trabajo. Su ubicación geográfica y su calidad de frontera le otorgan características particulares.

Las principales actividades productivas en el municipio son los servicios, la industria de la transformación y el comercio. Estas tres ramas de actividad ocupan casi al 80 % de la PEA, mientras que la participación de los sectores primario y la industria de la construcción ocupan, junto con el sector gubernamental, alrededor del 15 % de la PEA.

Con respecto a las actividades del sector primario, la agricultura es una actividad económicamente poco importante en el municipio de Tijuana, lo que se explica por su accidentada topografía y la baja productividad del suelo. En lo relativo a ganadería, al oriente del municipio, se desarrolla la actividad pecuaria para la producción y pasteurización de leche; aproximadamente el 62% del total estatal se genera en esta zona, en la cual se encuentra ubicado el presente proyecto.

Por otra parte, el 44.9% de todos los establecimientos de servicios del estado se ubican en Tijuana, destacando la hotelería y la prestación de servicios de bebidas y alimentos.



Respecto a la industria, para el año 2005 había 2,346 establecimientos manufactureros, los cuales proporcionaban empleo a 155,935 trabajadores. El total estatal era de 4,518 establecimientos, con 250,442 empleos. Esto indica que el 51.92 % de los establecimientos industriales del estado se ubican en Tijuana.

Las siguientes tablas muestran la cantidad de empleos generados por sector de acuerdo al los resultados del XII Censo de Población y Vivienda del año 2000:

Tabla 34. Empleos en el sector primario, para el año 2000.

	Sector primario			
	Pesca y acuicultura animal		Captación, tratamiento y suministro de agua	
	Unidades económicas	No. De empleos	Unidades económicas	No. De empleos
Total Estatal	407	4 739	*	3 463
Tijuana	-	-	*	1 623

Tabla 35. Empleos en el comercio, para el año 2000.

	Comercio			
	Comercio al por mayor		Comercio al por menor	
	Unidades económicas	No. De empleos	Unidades económicas	No. De empleos
Total Estatal	1 811	23 757	27 677	105 484
Tijuana	919	13 689	13 622	51 761

Tabla 36. Empleos en el sector terciario (servicios), para el año 2000.

	Servicios									
	Información medios masivos		Servicios inmobiliarios		Servicios profesionales científicos y técnicos		Dirección de corporativos y empresas		Servicios educativos	
	UE	EM	UE	EM	UE	EM	UE	EM	UE	EM
Total Estatal	169	5 459	1 529	7 523	2 181	10 020	5	306	674	11 362
Tijuana	76	3 695	739	4 468	1 162	5 897	*	212	375	5 966

UE: Unidades económicas

EM: Empleos

Tabla 37. Empleos en el sector terciario (servicios), para el año 2000.

	Servicios (continuación)									
	Salud y asistencia social				Alojamiento temporal y bebidas y alimentos				Otros	
	UE	EM	UE	EM	UE	EM	UE	EM	UE	EM
Total Estatal	3 432	11 749	5 377	37 586	10 239	27 121				
Tijuana	1 825	6 719	2 744	19 694	4 747	13 604				

De los sectores enunciados en las tablas anteriores, sobresale el comercio al por menor, con 51,761 empleos. Le siguen los servicios de alojamiento temporal y preparación de bebidas y alimentos, así como el comercio al por mayor. El sector que genera el menor numero de empleos es el de dirección de corporativos y empresas.

En el sitio del proyecto, las familias ahí asentadas se diferencian en dos grupos: los censados como parte del grupo Antorcha Campesina, se dedican de primordialmente al



sector secundario y a los servicios, mientras el resto se dedican principalmente a actividades comerciales y de servicios, y una pequeña proporción trabaja en la maquila.

*Población económicamente activa (P.E.A.):* se compone por el 58.86% de los habitantes del estado, con un ingreso per cápita de 68,202 pesos anuales por habitante: esto de acuerdo con las estadísticas del XII Censo de Población. Como dato importante, del 100% de la P.E.A., el 37.17% son mujeres. La siguiente tabla indica la condición de ocupación de la PEA para el año 2,000 de acuerdo a los datos del XII Censo de Población y Vivienda:

Tabla 38. Población Económicamente Activa para el año 2000.

PEA	Población de 12 años o mas económicamente activa (PEA)	Población de 12 años o mas económicamente activa ocupada	Población de 12 años o mas económicamente activa desocupada	Población de 12 años o mas económicamente inactiva	Población de 12 años o mas que no especifica
Total estatal	914 853	906 369	8 484	726 285	13 913
Tijuana	450 608	446 339	4 269	335 134	7 370

No se muestran aquí resultados más actuales dado que INEGI no presenta resultados acerca de la población económicamente activa y su situación para el conteo 2005.

*Población ocupada:* de acuerdo a información proporcionada por INEGI, en el municipio de Tijuana para el año 2002, la población ocupada está empleada principalmente en el sector de servicios, (30 % en promedio), seguido por la industria de transformación con un promedio de 27 % y de las actividades comerciales con un promedio de 20 %. La industria de la construcción emplea a un 7 %, y el porcentaje de personas empleadas en los Estados Unidos es del 8 %, mientras el resto se emplea en el sector comunicaciones, actividades gubernamentales y actividades primarias como agricultura, ganadería y sector minero. La siguiente tabla muestra la situación de trabajo de la PEA de acuerdo a resultados obtenidos por INEGI para el año 2000:

Tabla 39. Población ocupada por situación en el trabajo, Tijuana, 2000.

ENTIDAD	POBLACION OCUPADA	DISTRIBUCION SEGÚN SITUACION EN EL TRABAJO					
		Empleados y obreros	Jornaleros y peones	Patrones	Trabajadores por su cuenta	Trabajadores familiares sin pago	No especificado
BAJA CALIFORNIA	906,369	663,436	38,151	38,255	127,207	6,145	33,175
TIJUANA	446,339	341,704	3,911	19,029	62,705	2,358	16,632

FUENTE: XII CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 2000, BAJA CALIFORNIA, INEGI, MEXICO



*Ingreso:* De acuerdo con el ingreso, se refleja que el 71% de la población ocupada no es asalariada, el 30.43% gana menos de 1 salario mínimo (S.M.), el 18.49% gana de 1 a 2 salarios mínimos, el 23.19%, percibe mas de 2 y hasta menos de 3 salarios mínimos, el 24.40% gana de 3 a 5 salarios mínimos, el 14.69% mas de 5 y hasta 10 S.M. y el 7.67% percibe mas de 10 S.M., tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 40. Población ocupada por municipio, en categoría de ingresos.

Entidad	Población ocupada	No recibe ingresos	0 a 0.5 sm	0.51 a 1 sm	1.01 a 2 sm	2.01 a 3 sm	3.01 a 5 sm	5.01 a 10 sm	> 10 sm	No especificado
ESTADO	906,369	11,316	7,470	19,171	163,411	214,061	227,133	132,807	67,265	63,735
TIJUANA	446,339	4,470	3,188	7,257	67,248	108,508	118,474	68,672	38,076	30,446
FLORIDO VIEJO	88	3	2		19	43		10	2	9
ORO BLANCO	14	0	0		1	9		2	0	2

FUENTE: XII CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 2000, BAJA CALIFORNIA, INEGI, MEXICO.

*Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto:* los principales recursos naturales que se utilizan en la zona del proyecto, son dos: por un lado, los materiales pétreos, que se extraen para su comercialización y uso en la construcción, y por otro, el suelo. Este último se utiliza para el cultivo de hortalizas, en las zonas agrícolas que aún quedan. Asimismo, dado que la mancha urbana se encuentra en crecimiento continuamente, en la zona del proyecto no es diferente la situación, por lo que las actividades del sector primario se encuentran en proceso de ser desplazadas por los asentamientos humanos. En las áreas urbanizadas, el principal recurso a utilizarse es el suelo también, pero no para la producción, sino para su ocupación como soporte de estructuras (construcciones) donde se realizan actividades del sector secundario y terciario, además de fraccionamientos habitacionales. Cabe añadir que no se utiliza ningún recurso forestal o faunístico en el área del proyecto.

*Nivel de aceptación del proyecto:* Debido a la problemática que presenta la zona, sobre todo en la Sección II, por las inundaciones durante la temporada de lluvias y las molestias que se crean a los residentes de las zonas aledañas al cauce, las autoridades consideran que se trata de una obra necesaria para el bienestar de la población que evitará tanto riesgos como problemas de salud. Las posibles inconformidades pudieran ser al desalojar a los residentes de las áreas irregulares, sin embargo, éste punto se encuentra cubierto por las autoridades dado que ya se inició un programa de reubicación de las familias asentadas irregularmente. Por otro lado, dado que se trata de una actividad que redunda en el saneamiento del sitio y en la disminución del nivel de riesgo, se prevé la aceptación por parte de las autoridades de protección civil y de salud.



Otra posible inconformidad la constituye la eliminación de la vegetación, sobre todo en la Sección III, dada la escasez de áreas con vegetación en la ciudad, por lo que es posible que al iniciar la limpieza y despalme del sitio se presenten inconformidades o protestas por parte de la ciudadanía y grupos ecologistas, dado que esta actividad representa la tala de árboles y la eliminación del ecosistema ripario. Esto aunado a que se han realizado diversos talleres y mesas de trabajo donde se han expuesto diferentes puntos de vista sobre los efectos de la eliminación de la zona riparia, y es de conocimiento público la existencia de propuestas de canalización que representan menos afectaciones al sitio.

*Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos dónde se ubicará el proyecto y que los habitantes valoran al constituirse en puntos de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo.* Dado el estado del sitio, no se encuentran en él sitios de reunión, ni de aprovechamiento colectivo, aunque en la colindancia norte de la sección III existe un balneario utilizado por el público en general. Sin embargo, el sitio es valorado por la ciudadanía como un espacio natural dentro de la zona urbana.

*Patrimonio histórico:* Dentro del área del proyecto, no se encuentran sitios que se consideren como patrimonio histórico.

#### **IV.2.5 Diagnóstico ambiental**

##### **A. Integración e interpretación del inventario ambiental**

###### **A.1. Definición de unidades ambientales**

Las unidades ambientales consisten en áreas de características homogéneas, que se prevé respondan de la misma manera hacia los cambios producidos por cualquier afectación. La definición de unidades ambientales, está dada por las características del medio, tanto natural como socioeconómico.

Para el desarrollo de esta fase se utilizó el método de superposición simple de mapas, para subdividir el área de estudio y definir así las unidades homogéneas. La superposición de los mapas tiene como objetivo definir unidades de respuesta homogénea ante los cambios que conlleva el desarrollo del proyecto. Esta respuesta

está dada por las características intrínsecas de cada unidad, así como por los componentes del proyecto que las afecten tanto de manera directa como indirecta.

Por el grado de impacto actual del área de estudio, para la definición de las unidades homogéneas se consideraron los siguientes criterios:

a) *Grado de modificación ambiental:*

Para la integración de los aspectos del inventario ambiental descritos en el capítulo anterior, se utilizó como primer criterio el grado de alteración de la zona, por tratarse de un área completamente impactada por el desarrollo urbano y de otras actividades, y cuyas características naturales, sobre todo del medio biótico, han sido modificadas o han desaparecido, dando como resultado dos zonas diferenciables respecto a su utilización.

Una de ellas es la zona de asentamientos humanos, que abarca la mayor parte del área de estudio, y se ubica al norte y sur del proyecto. La otra, es la zona de cultivos y la que se encuentra sin desarrollo de actividades, en la zona cerril al este. Se realizó esta diferenciación debido a que la zona de asentamientos humanos ya perdió sus características naturales, y forma una sola unidad junto con el resto de Tijuana. Esta unidad ya no contiene ni su vegetación original, ni su suelo, ni su permeabilidad para infiltraciones pluviales (dejó de ser zona de recarga), además de que por el pavimento y las pendientes, así como por las conducciones pluviales su coeficiente de escorrentamiento ya no corresponde al que se reporta en la cartografía de INEGI.

La zona “rural” y sin actividades, en cambio, conserva aún algunas de sus características, como es la falta de una cobertura impermeable, lo que da algunas posibilidades de infiltración de precipitaciones al acuífero, además de la posibilidad de regenerar la cubierta vegetal, la cual conserva en algunos sitios. Estas zonas también tienen la posibilidad de dar albergue a algunos tipos de fauna nativa que tolere la cercanía a los disturbios humanos.

b) *Grado de presión sobre el uso del terreno:*

Las zonas que aun no se encuentran urbanizadas, que en este caso corresponden a las zonas sin cobertura de pavimentos, y que tienen aún la posibilidad de regenerar alguna cubierta vegetal, se consideraron de dos tipos: por un lado, los predios intraurbanos que se encuentran como baldíos o con utilización en actividades agropecuarias, que por su ubicación tienen la tendencia a ser urbanizados, es decir, tienen una mayor presión por el desarrollo, ya sea para darles alguna utilización (en el

caso de los baldíos) o para utilizarlos en la construcción de asentamientos habitacionales o industriales, dado que ésa es la tendencia en la zona.

Por otro lado, se considera la zona cerril ubicada al este del área de estudio, la cual por sus pendientes y dado que aún no cuenta con la cercanía a los servicios, se considera con menor presión por el desarrollo, a pesar de su cercanía con el Corredor 2000.

c) *Factores del medio físico:*

Cabe señalar que en las zonas naturales, o que conservan algunas de sus características naturales, los mapas temáticos que se utilizan para definir las unidades ambientales corresponden a aquellos factores del medio biótico y abiótico mediante los cuales se puede realizar una diferenciación del terreno. Estos factores son comúnmente:

- Geología
- Hidrología de aguas superficiales
- Hidrología de aguas subterráneas
- Edafología
- Uso de suelo y vegetación

Sin embargo en el caso del área de estudio no es conveniente la utilización de estos factores para realizar la diferenciación en unidades ambientales. Como un ejemplo se tiene al factor edáfico, ya que en la zona de asentamientos humanos ya no existe suelo funcional que sea soporte de vida. Este suelo solo existe en las zonas sin cobertura por losas de concreto o pavimentos. Asimismo, como se explico anteriormente, han cambiado sus aspectos hidrológicos, los cuales sí se consideran en la valoración ambiental, dada su relevancia en el caso del presente proyecto. Con respecto a la vegetación, se utilizó como criterio la distribución de la vegetación riparia, dada su importancia.

El resultado obtenido en la definición de las unidades ambientales se plasma en el Plano 29, Unidades ambientales, donde se presenta la división del área de estudio en 4 unidades ambientales. Estas unidades ambientales no tienen continuidad física, con excepción de la zona riparia. En el siguiente apartado se realiza la valoración de cada una de estas unidades ambientales.

**A.2. Integración e interpretación del inventario ambiental.**

La interpretación del inventario ambiental tiene como objetivo evaluar la capacidad o la respuesta del medio con respecto al desarrollo de actividades o acciones específicas, mediante la asignación de una escala de valores de respuesta que puedan ser comparables entre cada una de las unidades ambientales definidas.

Previo a la valoración ambiental se realizó una descripción de las unidades ambientales definidas. Esta descripción se presenta en la tabla 25, y se basa en los factores del medio físico y biótico, aunque también incluye aspectos del medio socioeconómico. Para las unidades ambientales se consideró la información presentada tanto en la cartografía respecto al medio natural, como en la proporcionada por otras fuentes.

Tabla 41. Descripción de las unidades ambientales.

FACTOR	UNIDADES			
	URBANA	RURAL	CERRIL	RIPARIA
GEOLOGIA	Principalmente materiales sedimentarios, conglomerado al norte y suroeste, areniscas al sureste. Aluvión cerca de la zona riparia y roca ígnea al noreste.	Principalmente material aluvial. Areniscas en la parte sureste	Roca ígnea extrusiva acida en la parte norte, y andesita al sur de la zona riparia	Aluvión
EDAFOLOGIA	Vertisol crómico principalmente y una zona de litosol al noreste	vertisol crómico	Litosol principalmente	Vertisol crómico
FALLAS	Fallamientos al norte y sur de la zona riparia	Fallamientos al norte y sur de la zona riparia	Diversas fallas y fracturas	No hay fallas ni fracturas
HIDROLOGIA DE AGUAS SUPERFICIALES	Principalmente. Coefic. de escurrimiento de 0 a 5 %. De 5 a 10% al norte y sur de zona riparia. Escurrimientos tributarios del Alamar	Principalmente coef. De escurrimiento de 5 a 10 %, paso de tributario del Alamar	Coefic. de escurrimiento de 5 a 10 %, escurrimientos intermitentes en cañadas	Coef. De escurrimiento de 5 a 10%, Arroyo Alamar
HIDROLOGIA DE AGUAS SUBTERRANEAS	Principalmente materiales no consolidados con posibilidades altas. Materiales no consolidados con posibilidades bajas al sureste y suroeste	Principalmente materiales no consolidados con posibilidades altas. Materiales no consolidados con posibilidades bajas al sureste.	Materiales consolidados con posibilidades bajas	Material no consolidado con posibilidades altas.
VEGETACION	Vegetación introducida, ornamental , sin vegetación nativa	Vegetación introducida, cultivos y áreas de pastizal inducido. Algunas partes despalmadas	Chaparral, aparentemente con pocas alteraciones	Vegetación riparia y acuática en la parte este, con especies exóticas en la zona oeste.
FAUNA NATIVA	Desplazada por actividades humanas. Presencia de especies comunes a zonas urbanas.	Parcialmente desplazada por actividades humanas. Mezcla con especies típicas de zonas urbanas.	Se asume que las especies sensibles a la presencia humana se hayan desplazado, pero que persistan algunas	Parcialmente desplazada por actividades humanas, presencia de especies comunes a

FACTOR	UNIDADES			
	URBANA	RURAL	CERRIL	RIPARIA
			especies nativas	zonas urbanas y especies migratorias
PAISAJE	Vistas típicas de las áreas urbanizadas, con zonas de usos de suelo ordenadas, además de áreas con mezcla de usos, vistas muy desagradables en los asentamientos irregulares	Vistas agradables en las zonas que colindan con usos agrícolas y zonas seminaturales, áreas de paisajes deteriorados en las zonas de mezcla de usos e invasiones	Zonas agradables a la vista, dado que se conforman por áreas de vegetación y algunos afloramientos de roca.	Área de contrastes: al oeste, vistas muy deterioradas por contaminación y construcciones precarias, y al este, áreas arboladas con zonas rurales y mezcla de usos
RIESGO	Presenta algunas áreas de posibles deslaves y derrumbes en caso de precipitaciones o de eventos sísmicos	Área de posibles deslaves y derrumbes en caso de precipitaciones o de eventos sísmicos	No se reportan mas que algunos epicentros de microsismos	Área de inundación del arroyo, así como de estancamientos de agua
USO ACTUAL DE SUELO	Área completamente urbanizada, con zonas habitacionales, industriales, de comercio y servicios	Área rural principalmente con desarrollo de actividades del sector primario y predios baldíos inmersos en la zona urbana.	Área sin actividad productiva aparente, con excepción de algunos ranchos	Asentamientos humanos irregulares, área de extracción de materiales pétreos y zonas sin utilización
AFFECTACIÓN DIRECTA POR PARTE DEL PROYECTO	No tiene afectaciones directas por las obras de canalización	Será parcialmente afectada por las obras en los sitios donde existe colindancia con la zona de canal propuesto.	No tiene afectaciones directas por las obras de canalización	La mayor parte de la unidad será afectada
SERVICIOS ACTUALES	Agua potable, electricidad, teléfono, drenaje	Agua potable, electricidad, teléfono	Sin servicios, con excepción de la electricidad en algunas partes.	Sin servicios salvo en los predios concesionados de la zona federal.

El sitio de desarrollo del proyecto se localiza dentro de la zona riparia, aunque afecta a la zona de asentamientos irregulares ubicada en la zona federal.

### **A.3. Valoración del inventario ambiental**

La valoración del inventario ambiental involucra el establecimiento de criterios para asignar una escala de valores que permita la evaluación de las unidades ambientales respecto a dos aspectos: el grado de conservación, así como las tendencias de cada

una hacia el deterioro. Asimismo, considera los factores que hacen favorable o desfavorable al desarrollo del proyecto. Es por esto que además nos permite la identificación de los puntos críticos. Los criterios que se utilizaron para la valoración del inventario de la presente zona de estudio son los siguientes:

*Grado de conservación de las características naturales:* entre mejor conservada esté un área, se considera que es mayor su valor. Si un área ya se encuentra perturbada o modificada por la presencia de desarrollos, su respuesta al desarrollo del proyecto puede ser favorable ya que entonces los cambios incidirán sobre el aspecto socioeconómico de la zona, sobre todo si se trata de un proyecto cuya finalidad es la resolución de un problema o el suministro de un servicio.

*Usos actuales y asignados del suelo:* representan una presión por la utilización del terreno, ya que una zona con desarrollo o cercana a desarrollos es más fácil de desarrollar que una zona lejana, por el costo que representa proporcionar los servicios necesarios y el traslado de materias primas. Asimismo, la modificación de espacios para el desarrollo de asentamientos humanos en zonas designadas para este fin, es más factible que en zonas cuyo uso asignado por la carta urbana difiera del propuesto.

*Áreas de afectación del proyecto:* se consideraron las magnitudes de las áreas afectadas por las obras de canalización respecto del tamaño de las unidades, además de las afectaciones que se pudieran tener de manera directa por la ejecución de las obras.

*Factores del medio que favorecen el desarrollo del proyecto:* este criterio adjudica un valor a las características del medio de acuerdo a que tan favorables son para el proyecto. Se consideraron como favorables las siguientes características:

Ausencia de fallas  
Aguas subterráneas: ausencia de acuífero  
Vegetación: inducida e introducida  
Fauna: típica de zonas urbanas, sin especies protegidas o nativas  
Uso actual: urbano, con servicios  
Uso asignado: Urbano, industrial, mixto  
Riesgo: zonas de inundación

Se consideraron como desfavorables las siguientes características:

Presencia de fallas  
Presencia de especies en riesgo o de vegetación natural  
Presencia de área de recarga de acuífero  
Vegetación: natural, vegetación riparia o acuática

Fauna: presencia de especies nativas y migratorias, especies protegidas

Uso actual: área natural, preservación

Uso asignado: preservación

Riesgo: sin zonas de inundación

Para obtener una valoración de los resultados del inventario obtenido, se consideró una escala, la cual asigna valores a cada uno de los aspectos o factores enunciados en la tabla 25, ya que resume las características descriptivas de las unidades ambientales obtenidas para el área de estudio. La escala utilizada es la siguiente:

1. Muy desfavorable
2. Desfavorable
3. Neutral o indiferente
4. Favorable
5. Muy favorable

Estos valores se sustituyeron en la tabla descriptiva de las unidades ambientales. Sin embargo, no todos los factores del medio tienen igual importancia para determinar el tipo de respuesta de las unidades al proyecto, por lo que a cada uno se le asignó un peso relativo respecto a los demás factores del medio. Los pesos relativos de cada factor se obtuvieron mediante una ponderación comparativa y se muestran a continuación.

Tabla 42. Pesos relativos por factor ambiental.

<b>Pesos relativos por factor (Pr)</b>	
<b>Factor</b>	<b>Peso relativo</b>
Geología	3
Fallas	6
Edafología	0
Riesgo	9
Hidrología superficial	9
Hidrología Subterránea	3
Vegetación	8
Fauna	6
Uso actual del suelo	6
Afectación del proyecto	1
Paisaje	4

Esta tabla muestra que de los factores evaluados, los más importantes son el riesgo y la hidrología superficial. El primero, la hidrología superficial resulta obvio puesto que se trata de un proyecto hidráulico, y es necesario tener en consideración su dinámica para

el desarrollo del proyecto. El segundo, el riesgo, tiene un peso grande dado que la infraestructura que se pretende construir es una protección contra las afectaciones por las inundaciones en el sitio, y para el control de las invasiones que también minimiza este riesgo.

Le sigue en importancia la vegetación, esto por la importancia que tiene la vegetación riparia, sobre todo en las zonas áridas donde los humedales son escasos y la fauna migratoria requiere de sitios de descanso y alimentación durante sus migraciones.

Le siguen en importancia la fauna, la presencia de fallas y el uso actual del suelo. La primera está íntimamente ligada a la vegetación presente, mientras que las dos últimas se relacionan con el riesgo a la población durante las precipitaciones y otros eventos.

El factor menos importante es la edafología, ya que actualmente casi toda la zona carece de un suelo funcional como soporte de vida, ya que fue removido para ubicar las construcciones de vivienda, comercio y servicios.

Estos pesos relativos se aplicaron en la matriz de valoración, la cual se presenta a continuación.

Tabla 43. Matriz de valoración de las unidades ambientales.

FACTOR	PESO RELATIVO	PONDERACION	UNIDAD AMBIENTAL			
			U	Ru	C	Ri
GEOLOGIA	3	VALOR	4	2	5	2
		PESO PONDERADO	12	6	15	6
EDAFOLOGIA	0	VALOR	4	4	5	4
		PESO PONDERADO	0	0	0	0
FALLAS	3	VALOR	1	2	2	5
		PESO PONDERADO	3	6	6	15
HIDROLOGIA DE AGUAS SUPERFICIALES	9	VALOR	3	3	4	1
		PESO PONDERADO	27	27	36	9
HIDROLOGIA DE AGUAS SUBTERRANEAES	3	VALOR	1	1	5	1
		PESO PONDERADO	3	3	15	3
VEGETACION	8	VALOR	5	4	2	2
		PESO PONDERADO	40	32	16	16
FAUNA	6	VALOR	5	4	2	3
		PESO PONDERADO	30	24	12	18
USO ACTUAL DEL SUELO	6	VALOR	5	4	3	2
		PESO PONDERADO	30	24	18	12
PAISAJE	4	VALOR	5	4	3	3
		PESO PONDERADO	20	16	12	12
AFECTACION DIRECTA DEL PROYECTO	1	VALOR	4	3	5	1
		PESO PONDERADO	4	3	5	1
RIESGO	9	VALOR	5	2	5	1
		PESO PONDERADO	45	18	45	9

FACTOR	PESO RELATIVO	PONDERACION	UNIDAD AMBIENTAL			
			U	Ru	C	Ri
RESPUESTA			160	116	145	76

P= peso ponderado = Valor \* Peso relativo  
 Respuesta = Suma de valores ponderados

La interpretación de estos resultados se describe en la siguiente sección.

## B. Síntesis del inventario ambiental

El objetivo de la realización de esta síntesis es el de obtener la respuesta de cada una de las unidades ambientales al cambio proporcionado por el desarrollo del proyecto. Es decir, determinar cuales son más susceptibles al cambio, así como los factores que producen. Dicha susceptibilidad nos indicará los factores ambientales que sufrirán mayor impacto con el desarrollo del proyecto, lo cual a su vez nos ayudará para proponer las medidas de prevención y de mitigación adecuadas.

Para realizar la síntesis del inventario, los resultados de la puntuación obtenida en la valoración se suman para cada unidad ambiental, obteniendo el grado de respuesta, el cual se compara con una escala de puntuación que sirva de referencia. Entre más alta sea la puntuación obtenida, la unidad evaluada tendrá la respuesta más favorable al desarrollo del proyecto. La clasificación de los grados de respuesta se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 44. Clasificación de respuesta de las Unidades ambientales.

Grado de respuesta	Descripción
<b>E: De 227 a 269 puntos: Muy Favorable</b>	Respuesta muy favorable, se da en caso de que un la zona requiera proyectos de infraestructura o de solución de problemáticas específicas
<b>D: De 184 a 226 puntos: Favorable</b>	Respuesta favorable, existen efectos negativos por el proyecto, pero la mayoría de ellos se puede prevenir o mitigar aplicando las medidas adecuadas
<b>C: De 141 a 183 puntos: Indiferente o compensada</b>	Las unidades que tienen este grado de respuesta, o bien son indiferentes al proyecto, o su respuesta involucra tanto efectos negativos como positivos de tal manera que el balance de respuesta es neutro
<b>B: De 98 a 140 puntos: Desfavorable</b>	Respuesta desfavorable, es indispensable la aplicación de medidas de mitigación tanto como de medidas preventivas
<b>A: De 54 a 97 puntos Muy Desfavorable</b>	Respuesta muy desfavorable, los efectos ocasionados por el proyecto producen impactos críticos en el ambiente



De acuerdo a esta clasificación, los resultados de la valoración de las unidades ambientales realizada en la sección anterior se representan en el Plano 30, Respuesta ambiental, mismos que también se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 45. Grado de respuesta de las Unidades ambientales

Unidad ambiental	Valor de respuesta	Tipo de respuesta	Grado de respuesta
U	160	C	Indiferente o compensada
Ru	116	B	Desfavorable
C	145	C	Indiferente o compensada
Ri	76	A	Muy desfavorable

Los resultados que indica la tabla anterior muestran tres tipos de respuesta, desde muy desfavorable a indiferente o compensada.

El proyecto se ubica dentro de la unidad denominada Riparia (Ri). Esta unidad obtuvo una respuesta muy desfavorable al proyecto. Lo anterior debido al peso que tuvieron los factores de vegetación y fauna, a pesar de que el factor riesgo tiene una aportación favorable al proyecto. Esto también se refleja en la respuesta desfavorable de la zona rural, donde el proyecto tendría el beneficio de la minimización de los riesgos, pero a cambio de la eliminación de los factores bióticos.

Para las unidades Cerril y Urbana, la respuesta se considera dentro de la categoría de Indiferente o compensada. En el caso de la unidad cerril, se prevé una respuesta indiferente al proyecto, ya que se encuentra aguas arriba de la canalización propuesta, y aparentemente no tendrá efectos indirectos. Para la unidad Urbana, la respuesta se considera como compensada, dado que al mismo tiempo tiene efectos adversos y positivos, es decir, se eliminarán los factores de riesgo, pero al costo de la eliminación de factores de naturaleza en la unidad.

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

### V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

#### V.1.1 Indicadores de impacto

Un indicador de impacto se define como un elemento del ambiente medible cualitativa o cuantitativamente, sobre el cual se pueda valorar el cambio producido por el desarrollo de una obra o acción.

La selección de los indicadores de impacto es clave para la evaluación de los efectos de un proyecto, ya que de esto depende que dicha evaluación sea precisa; asimismo una selección correcta nos permite la elección de las medidas preventivas y de mitigación adecuadas para prevenir los impactos ocasionados por el desarrollo del proyecto.

Los indicadores seleccionados para esta evaluación cumplen con los siguientes criterios:

- *Representatividad*: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra o proyecto.
- *Relevancia*: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- *Fácil identificación*: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

Como indicadores de impacto se eligieron aquellos elementos del ambiente que reciben los efectos ocasionados por el desarrollo del proyecto, es por esto que se les denominó como elementos receptores.

#### V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

De acuerdo a Gómez Orea (1993), desde el punto de vista de la valoración hay dos clases de factores ambientales, los cuantitativos y los cualitativos. Los primeros son medibles porque para ellos se dispone de una unidad de medida, mientras que los cualitativos requieren de recurrir a un sistema no convencional de valoración.

En el caso del proyecto, la mayoría de los elementos receptores que se eligieron para la evaluación del impacto pueden referirse a una unidad de medida para efectuar la valoración de los cambios; sin embargo, aunque se han realizado una variedad de estudios y análisis en el sitio del proyecto, la información con que se cuenta no es suficiente para realizar una valoración cuantitativa de los impactos. Para ello se requiere que cada uno de los elementos elegidos tenga un valor actual definido (indicador de estado) o en su caso, que para el tipo de proyecto que se pretende ejecutar se tenga ya valorado el cambio que cada elemento tendrá (indicador de alteración) de acuerdo a modelos matemáticos o a experiencias en proyectos similares. Desafortunadamente, lo anterior conlleva un alto costo de implementación, tanto en tiempo como en recursos, pudiendo elevar sustancialmente el costo de este tipo de evaluaciones.

Por ello, se optó por realizar la valoración mediante criterios cualitativos (utilizando una formulación argumental). Esta valoración, si bien tiene algunas desventajas, tiene la ventaja de poder efectuarse con la información disponible, siempre que se tenga consistencia en cada uno de los criterios. Por otro lado, Gordillo (2002) señala que la formulación cualitativa o cuantitativa del criterio no afecta a su mayor objetividad, ni a su precisión, ya que el valor de la gravedad del impacto es subjetivo, por depender de su importancia, que *siempre* es subjetiva, independientemente de cómo se formule el criterio de valoración.

A continuación se enlistan los factores del medio físico natural y sociocultural que se eligieron para realizar la evaluación del impacto del proyecto, es decir, los elementos del ambiente receptores del impacto.

Estos se agruparon en dos grandes categorías: medio natural, que corresponden a las características físicas y biológicas del área, así como las perceptuales (paisaje); y medio sociocultural, que corresponde a las características de los usos y destinos del suelo, las características socioculturales del entorno y la infraestructura de servicios.

Tabla 46. Elementos receptores de impactos ambientales

No.	Categoría	Grupo	Elemento
<b>Medio Natural</b>			
1	Medio Físico	Suelo	Suelos
2			Morfología del terreno
3		Agua	Drenaje superficial
4			Drenaje subterráneo
5			Calidad del agua superficial
6			Calidad del agua subterránea
7		Aire	Calidad del aire

No.	Categoría	Grupo	Elemento
8		Procesos	Recarga de acuíferos
9			Velocidad de flujo del caudal
10			Depositacion de materiales aluviales
11			Erosión
12	Medio Biótico	Flora	Chaparral
13			Vegetación riparia
14			Vegetación acuática
15		Fauna	Fauna terrestre
16			Fauna acuática
17			Especies migratorias
18			Especies en peligro
19	Medio perceptual		Paisaje
Medio sociocultural			
20	Usos y destinos del suelo		Terrenos baldíos
21			Industria extractiva
22			Usos agropecuarios
23			Uso habitacional
24			Uso comercial y de servicios
25			Uso industrial
26	Aspectos socioculturales		Dinámica poblacional
27			Dinámica ocupacional
28			Dinámica económica
29	Infraestructura		Equipamiento urbano
30			Infraestructura de protección
31			Vialidades
32			Transporte
33			Redes de servicios públicos
34			Manejo de residuos

La identificación de impactos se realizará sobre estos 34 elementos receptores.

### **V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación**

#### **V.1.3.1 Criterios**

Los criterios de evaluación nos permiten asignar un valor a cada uno de los efectos ocasionados por el proyecto. Los criterios de valoración utilizados son los siguientes:

**Dimensión:** Para determinar el grado de impacto de un proceso emisor a uno receptor, se diseñó una escala numérica del 1 al 9, donde se asignaron valores de



incidencia que van desde la generación de deterioros graves hasta la de estímulos extraordinarios.

**Temporalidad:** Adicionalmente, para que la notación tenga un marco de referencia en el tiempo, a cada dígito se le asigna una letra: *P*, en el caso de que los impactos sean permanentes, o; *T*, en el caso de que sean temporales. De esta forma, el grado de impacto estará formado en una escala alfanumérica de dos caracteres.

**Certidumbre:** Es el grado de probabilidad de que se produzca el impacto. Determinados impactos sólo tienen una potencialidad de suceder, ya sea por descuidos, accidentes o por causas externas. Para estos impactos se designó el valor 4 de la escala de valoración.

A continuación se presenta la escala de valoración de los impactos:

Tabla 47. Escala de grados de impacto

ESCALA	GRADO DE IMPACTO	PERMANENTE	TEMPORAL
1	DETERIORO GRAVE	1P	1T
2	DETERIORO SIGNIFICATIVO	2P	2T
3	DETERIORO POCO SIGNIFICATIVO	3P	3T
4	DETERIORO POTENCIAL	4P	4T
5	SIN IMPACTO	5P	5T
6	ESTIMULO POCO SIGNIFICATIVO	6P	6T
7	ESTIMULO SIGNIFICATIVO	7P	7T
8	ESTIMULO MAXIMO	8P	8T

En esta escala, los impactos negativos o de deterioro ambiental se representan con los valores del 1 al 4 (en otros sistemas de valoración se representan con números negativos), mientras que los impactos benéficos o estímulos, se representan con los valores del 6 al 8. Un valor de 5 representa un impacto nulo, que en otros sistemas se representa como cero.

La siguiente tabla describe la aplicación de la escala de valoración presentada anteriormente:

Tabla 48. Escala de referencia para los grados de impacto.

Escala	Grado de impacto	Descripción
1	DETERIORO GRAVE	Se aplica cuando el efecto es superior al umbral aceptable. Con él se produce una perdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas preventivas o de mitigación.

Escala	Grado de impacto	Descripción
2	DETERIORO SIGNIFICATIVO	Se refiere al impacto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas preventivas, correctivas o de mitigación, y en el que aún con esas medidas, la recuperación requiere de un largo plazo.
3	DETERIORO POCO SIGNIFICATIVO	Se aplica a impactos que no requieren de la aplicación de medidas de mitigación intensivas y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere de un corto o mediano plazo
4	DETERIORO POTENCIAL	Representa impactos que pueden ser prevenidos con las medidas adecuadas. Este valor se aplica también a los impactos cuya recuperación no requiere de la aplicación de medidas preventivas o correctivas pues su recuperación inicia tras el cese de la actividad.
5	SIN IMPACTO	Los procesos emisores no tienen repercusión en los elementos del ambiente.
6	ESTIMULO POCO SIGNIFICATIVO	Son los efectos que se presentan poco después de iniciada la actividad y son muy localizados o no representan un gran cambio en el medio
7	ESTIMULO SIGNIFICATIVO	Son los que se presentan poco o cierto tiempo después de iniciada la actividad y su influencia se extiende más allá del sitio del proyecto o representan un cambio apreciable
8	ESTIMULO MAXIMO	Son los efectos que se presentan poco o cierto tiempo después de iniciada la actividad y representan cambios muy notables al entorno

Modificado de Vázquez y César, 1993.

#### V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Para la evaluación del impacto del proyecto se eligió el uso de una matriz de interacción causa – efecto. Esta metodología presenta las siguientes ventajas:

- Relaciona los impactos producidos con acciones o actividades específicas del proyecto u obra
- Además de la identificación de impactos, tiene la propiedad de evaluar y predecir
- Es relativamente fácil de elaborar y de evaluar

Para la Matriz de Identificación del Impacto Ambiental del estudio, fue utilizada la "Metodología para el Análisis Interdisciplinario", diseñada por el Ing. Carlos Razo Horta, investigador del I.P.N. y la U.A.B.C. y adaptada por el Lic. Ignacio A. Martínez Luna, resultando las siguientes premisas básicas:



- En la relación que tiene el hombre con la naturaleza para satisfacer sus necesidades de conservación y reproducción; de conocimiento y transformación del mundo, y; de emociones y sentimientos, se le presentan problemas a resolver y, para lograrlo requiere identificarlos.
- La actividad del hombre en la naturaleza para resolver estos problemas, se constituye en *procesos emisores* que generan algún tipo de impacto en otros procesos denominados *procesos receptores*. Las incidencias causadas pueden ser adversas, estimulantes o de simple conservación. Por ello, es importante identificar el *grado de impacto* o de incidencia que hay entre estos dos tipos de procesos, con relación a los objetivos del problema a resolver que, en este caso, se ha denominado *proceso fundamental*.
- La cuantificación del grado de impacto, posibilita el diseño del escenario que resultaría de la acción de los procesos emisores identificados, permitiendo prever los problemas que prevalecerán o que se generarán por su interrelación, siendo necesaria la determinación de las medidas de prevención o mitigación que se requiere implantar para evitarlos o mantenerlos en niveles de tolerancia.

Lo anterior, permite considerar los principales criterios del procedimiento de impacto ambiental en el sentido de que las actividades económicas a desarrollar sean compatibles con el medio ambiente y se puedan anticipar los impactos ambientales adversos que podrían ocasionar estas actividades, permitiendo el diseño de medidas técnicas que los eviten o reduzcan, además de incorporar al proyecto las opciones que representen el menor costo ambiental y económico, sin cancelar las oportunidades de desarrollo.

Para la asignación de valores, se utiliza una combinación de diversas técnicas: en un principio se recopila información de diversas fuentes que incluyen las bibliográficas, referencias en internet y, en su caso, se consulta a expertos en diferentes temas. Posteriormente, con el propósito de evitar la sobre o subestimación de los impactos favorables o adversos de carácter significativo se aplica la técnica Delphi como dinámica de trabajo multidisciplinario, en su variante Mini – Delphi, donde todos conocen la escala utilizada, tomando en consideración la situación actual del ambiente en el sitio del proyecto y áreas aledañas, además de la combinación de diversas características de los impactos ambientales, entre las que destacan: el tipo, duración, extensión y reversibilidad de éstos. El método Delphi ha sido utilizado con éxito para valorar elementos cualitativos en los estudios de impacto ambiental (Gómez-Orea, 1999).

Para detectar los factores o procesos que pudieran ser afectados por el proyecto, se realizó la identificación de los posibles procesos emisores de impactos de las diversas etapas del proyecto y los procesos receptores del medio natural y del medio sociocultural, previo a la evaluación de la matriz de impacto ambiental.

De esta identificación, se obtiene una lista de los probables procesos emisores y de los posibles elementos receptores de impactos ambientales, los que se agrupan en dos categorías: elementos naturales y elementos socioculturales. De esta matriz se obtiene el total de posibles impactos al proyecto, en diversos grados.

Posteriormente, se evalúa el impacto ambiental en cada uno de los cruces de los procesos emisores y elementos receptores, el cual se muestra en la matriz de impacto ambiental.

Para su evaluación, se realiza la sumatoria de los grados de impacto generados; luego, se obtiene la media general por cada grupo emisor y receptor para, posteriormente, obtener la media general del proyecto.

Para efectos de interpretación y descripción, para no perder de vista las crestas y valles inherentes a toda medida de tendencia central, se calcula la desviación estándar de los impactos en cada proceso emisor y receptor, para conocer el grado de dispersión de la información.

## V.2 Identificación y evaluación de impactos

### V.2.1 Identificación de impactos

Previo a la identificación de los impactos ambientales, se realizó la identificación de aquellos procesos del proyecto que son susceptibles de producir estos impactos, y se les denominó procesos emisores. A continuación se presenta la lista de procesos emisores del proyecto:

Tabla 49. Procesos emisores de impactos ambientales

No.	Categoría	Proceso
1	Uso de suelo	Infraestructura de protección
2	Sección de canal de concreto	Reubicación de asentamientos irregulares
3		Limpieza y despalme
4		Excavación y nivelación de terreno (formación de cubeta)
5	Construcción	Compactación y afine de cubeta

No.	Categoría	Proceso
6		Estructuras de incorporación de afluentes
7		Instalación de concreto
8	Residuos y contaminantes	Residuos sólidos
9		Residuos peligrosos y de manejo especial
10		Aguas residuales sanitarias
11		Emisiones a la atmósfera
12		Ruido y vibraciones
13		Limpieza y despalme
14	Preparación del sitio	Excavación y formación de bordos (formación de cubeta)
15		Excavación de trincheras y dentellones
16		Compactación y afine de cubeta
17		Estructuras de incorporación de afluentes
18		Aplicación de concreto en taludes
19		Enrocamiento
20		Área de inundación
21	Residuos y contaminantes	Residuos sólidos
22		Residuos peligrosos y de manejo especial
23		Aguas residuales sanitarias
24		Emisiones a la atmósfera
25		Ruido y vibraciones
26	Operación y mantenimiento	Desazolve
27		Reparaciones a estructuras de concreto
28		Áreas verdes y recreativas
29	Residuos y contaminantes	Residuos sólidos
30		Residuos peligrosos y de manejo especial
31		Aguas residuales sanitarias
32		Emisiones a la atmósfera

Cabe aclarar que los procesos enumerados en la tabla anterior consideran principalmente las actividades de ejecución del proyecto (procesos emisores 2 al 25). Además se incluyen en la tabla otros factores de emisión de impactos ambientales, como es el uso del suelo, dado que el efecto que tiene la utilización de una superficie con un determinado propósito, sobre la utilización de los espacios circundantes, es difícil de valorar simplemente en base a los aspectos técnicos de la realización de las obras, por lo que se le asignó un renglón aparte.

Asimismo se incluyen como aspectos separados de la ejecución de las obras, la operación y mantenimiento y los residuos y contaminantes, éstos últimos referidos a dicha fase de operación y mantenimiento. Esta fase es común a ambas secciones del canal, y su ejecución es permanente, por lo que también se le consideró un aspecto aparte.

No se consideran los impactos debidos a la construcción de las estructuras de incorporación de afluentes, dado que dichos impactos se autorizaron mediante la MIA regional.

Como resultado del cruce de ambos procesos (32 emisores y 34 receptores), se obtuvo un total de 1088 posibles impactos.

La matriz de impacto, fue elaborada considerando como columnas los procesos emisores de impacto y, como renglones, los elementos del ambiente receptores de dichos impactos, numerándolos de acuerdo a las tablas respectivas. Los cruces entre columnas y renglones se identificaron de manera semejante a coordenadas x,y; de tal forma que cada impacto tiene una clave referente a su posición en la matriz, compuesta de 4 dígitos: los dos primeros corresponden al número de columna (x) y los dos segundos al número de renglón (y). Por ejemplo, el cruce entre la columna 5 y el renglón 4, se identifica con el número **0504**, como se ilustra abajo, correspondiendo a la valoración del impacto que puede generarse por el cruce del emisor “Compactación y afine de la cubeta del canal” al “Drenaje subterráneo”. Esto con la finalidad de tener una referencia simple para utilizarse, tanto en la descripción de impactos como en la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

USO DE SUELTO	EMISOR	SECCION DE CONCRETO														PREP. DEL SITIO	RECEPTOR	
		PREP. DEL SITIO		CONSTRUCCION			RESIDUOS Y CONTAMINANTES						PREP. DEL SITIO	RECEPTOR				
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	1	
		INFRAESTRUCTURA	REUBICACION ASENT IRREGULARES	LIMPIEZA Y DESPALME	EXCAVACION Y NIVELACION DEL TERRENO	COMPACTACION Y AFINE DE CUBETA	ESTRUCTURAS DE INCORPORACION DE AFLUENTES	COLOCACION DE CONCRETO	RESIDUOS SOLIDOS	RESIDUOS PELIGROSOS	AGUAS RESIDUALES SANITARIAS	EMISIONES A LA ATMOSFERA	RUIDO Y VIBRACIONES	LIMPIEZA Y DESPALME	EXCAVACION Y NIVELACION DEL TERRENO	EXCAVACION DE TRINCHERAS Y DENTELLONES		
01	SUELO	SUELOS	0101	0201	0301	0401	0501	0601	0701	0801	0901	1001	1101	1201	1301	1401	1501	160
02		MORFOLOGIA DEL TERRENO	0102	0202	0302	0402	0502	0602	0702	0802	0902	1002	1102	1202	1302	1402	1502	160
03	AGUA	DRENAGE SUPERFICIAL	0103	0203	0303	0403	0503	0603	0703	0803	0903	1003	1103	1203	1303	1403	1503	160
04		DRENAGE SUBTERRANEO	0104	0204	0304	0404	0504	0604	0704	0804	0904	1004	1104	1204	1304	1404	1504	160
05		CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	0105	0205	0305	0405	0505	0605	0705	0805	0905	1005	1105	1205	1305	1405	1505	160
06	AIRE	CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEO	0106	0206	0306	0406	0506	0606	0706	0806	0906	1006	1106	1206	1306	1406	1506	160
07		CALIDAD DEL AIRE	0107	0207	0307	0407	0507	0607	0707	0807	0907	1007	1107	1207	1307	1407	1507	160

A continuación se describen de manera general los impactos que se ocasionarán en las diferentes fases del proyecto, considerando que además se incluyen los impactos por el uso del suelo y por la generación de residuos en la etapa de operación y mantenimiento; anteriormente se explicó el motivo por el que se incluyen estos dos rubros sin ser propiamente fases de actividad del proyecto. Dicha descripción tiene el objetivo de dar una panorámica general de los efectos de las obras, y además sirve como una caracterización de los mismos, previa a su evaluación en la matriz de impacto ambiental. El detalle de los impactos detectados se describe en las tablas que se presentan en el siguiente apartado.

- a) **Uso de suelo:** Aunque no se trata de un proyecto para el cambio en el uso del suelo, se considera que la utilización del sitio del proyecto es para la colocación de infraestructura de protección, la cual ocupará una superficie determinada. Los impactos en este rubro son permanentes, ya que se trata de la construcción de infraestructura permanente que de servicio a los residentes de la zona aledaña al Arroyo Alamar. En este caso, se consideran impactos negativos si los usos de suelo propuestos son incompatibles a los existentes o en su caso a los propuestos por la carta urbana.

En el caso del proyecto, el uso de suelo asignado a las colindancias del arroyo Alamar en la sección II es primordialmente habitacional, además de comercial y de servicios. En la zona se han presentado varios eventos de riesgo, como son inundaciones durante las temporadas de lluvia, siendo afectados sobre todo los asentamientos irregulares de la parte correspondiente a la fase II (del Blvd. Gato Bronco al Blvd. Clouthier). Actualmente las condiciones de arroyo en la zona II son de insalubridad, debido tanto a los residuos depositados en el cauce como al vertimiento de las aguas residuales, por lo que se considera como una obra de saneamiento necesaria en esta parte.

Aunque la ejecución del proyecto requiere de la ubicación de las familias asentadas en los márgenes del arroyo en esta sección, la obra en sí misma no tendrá afectaciones negativas en el uso de suelo actual de las zonas habitacionales aledañas, y se prevé que tampoco se tengan afectaciones directas en los usos agropecuarios, a pesar de que una redensificación de los usos urbanos casi siempre trae como consecuencia el desplazamiento de las actividades del sector primario a mediano y largo plazo.

Asimismo, una vez canalizado el arroyo no solamente se evitara que la zona de asentamientos irregulares vuelva a ser invadida, sino que se evitará que las zonas aún sin invadir sean ocupadas.

Es por esto que se considera que el proyecto tendrá un efecto benéfico sobre los factores del medio socioeconómico en la sección II.

Con respecto a la sección III, las condiciones del arroyo son de usos agropecuarios, extractivos y habitacionales. Los usos de suelo establecidos en la Carta Urbana son de conservación y habitacional campestre principalmente. Actualmente, hay zonas urbanas que no son de tipo campestre, sino de mayor densidad, como el fraccionamiento Riberas del Bosque. Se prevé que la canalización del arroyo tenga como efectos la densificación de los usos urbanos, y si no se tiene el cuidado necesario, la zona de inundación puede ser sujeta a invasiones.

Sin embargo, si se tendrán efectos negativos por el uso de suelo hacia el medio natural. Estos efectos consisten principalmente en la ocupación del espacio por estructuras que evitan el crecimiento de las comunidades actuales de vegetación y fauna, siendo caracterizados como impactos significativos sobre la vegetación riparia y acuática, así como sobre el paisaje, que perderá sus atributos de naturalidad actuales. Asimismo, se caracterizaron como impactos negativos pero poco significativos los efectos sobre la fauna, que perderá su sitio de refugio, alimentación y anidación en buena parte de la actual franja del arroyo. Estos impactos serán permanentes.

- b) **Preparación del sitio.** En esta etapa se incluyen la limpieza y despalme del terreno. En el caso de la sección II, se efectuará la remoción de materiales no aptos (basuras, llantas usadas y capa vegetal), con lo que se producirán residuos sólidos. Esta remoción tendrá un efecto positivo al eliminar la contaminación del suelo de los sitios donde se encuentran los depósitos de basuras.

La remoción de material vegetal se traduce generalmente en un impacto grave sobre las especies de flora y fauna. Las áreas riparias usualmente mantienen una biodiversidad alta de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, siendo en muchos casos el refugio de especies vulnerables de plantas y animales, como reportan diversos investigadores. Este impacto se considera en la categoría de significativo en la sección II a pesar de que la zona está contaminada, dado que la vegetación riparia conformada por la comunidad de sauce subsiste en el sitio, y aunque algunas de las especies originales han sido

removidas por las condiciones de contaminación y reemplazadas por vegetación introducida más resistente. Asimismo, a pesar de las condiciones actuales de la vegetación, es refugio de algunas especies de fauna migratoria (aves), que utilizan las frondas de la vegetación como refugio y para elaborar sus nidos, por lo que los impactos sobre la fauna en general se caracterizan como significativos. La remoción de la vegetación y fauna en esta sección son impactos de carácter permanente.

Para la sección III, en cambio, el impacto de la remoción de la cubierta vegetal en la zona del canal constituye un impacto significativo para la vegetación, y grave para la fauna del sitio, especialmente para las aves migratorias, que perderán su lugar de refugio y anidación. Esto debido a que se trata de una comunidad riparia en condiciones más saludables, y de distribución escasa en la región. El impacto del proyecto se considera permanente en la parte donde se aplicará el concreto, sin embargo, en las zonas que se dejarán desprovistas de este material y sólo serán compactadas el impacto se considera temporal, dado que se trata de una comunidad de rápida regeneración, como se ha observado en otros lugares, donde se regenera en pocos años si se dan las condiciones adecuadas de humedad.

La regeneración de la comunidad riparia tendría un efecto benéfico sobre la fauna, al proporcionar de nuevo áreas de refugio y anidación de aves y otras especies, además de servir como corredor biológico en el tramo que aún permanezca susceptible de regeneración. Es por lo tanto muy importante que se propicien las condiciones que permitan la continuidad de esta comunidad, dada su escasez a nivel regional.

Respecto a la vegetación acuática, su regeneración es posible siempre que se respete la presencia de espejos de agua, lo cual es favorecido por la recuperación del nivel freático en los últimos años. Por tanto, el impacto de su remoción se considera significativo y permanente, si no se le permite regenerarse.

Uno de los efectos que tiene la remoción de la vegetación riparia es el aumento en la velocidad de los escurrimientos, ya que la vegetación ayuda a disipar la energía del agua, favoreciendo el arrastre de materiales y alterando los intercambios de energía, ya que la vegetación contribuye a atrapar los sedimentos.

Asimismo, la vegetación tiene un efecto estabilizador en las orillas del cauce, por lo que al ser eliminada se favorece la erosión y deslave de los taludes del arroyo.

Estos impactos son significativos y temporales a lo largo de toda la canalización, ya que al colocar las cubiertas de los taludes de concreto éstos se estabilizarán.

La remoción de la capa vegetal trae consigo la remoción de la capa orgánica del suelo. Esta remoción es poco significativa aunque permanente, dado que el proceso de formación de suelos es muy lento (del orden de cientos o hasta miles de años), dado que actualmente los suelos en el sitio del proyecto se encuentran muy restringidos a ciertas zonas, a pesar de que las partes con revestimiento de concreto quedarán sin capacidad regenerativa de algún suelo que tenga funcionalidad como soporte de vida. Las zonas compactadas, asimismo perderán su suelo original, y la capacidad de formación de suelo se considera perdida dada la lentitud del proceso y que se requieren las condiciones adecuadas.

Otro efecto de la remoción de la comunidad riparia es el cambio en el paisaje, dado que las vistas arboladas normalmente producen sensación de naturalidad a los espectadores. La eliminación de la franja arbolada además hará más notorias las alteraciones efectuadas por las actividades humanas, como son las zonas de extracción de materiales pétreos. Las zonas naturales permiten un descanso a la vista y le suministran variedad en el contexto urbano, que normalmente está dominado por construcciones de alta densidad. Este impacto será grave y permanente si no se permite que la vegetación se recupere.

Como impactos positivos, se tiene que mediante la limpieza del cauce se eliminarán los residuos sólidos urbanos que actualmente se encuentran produciendo condiciones insalubres. Este impacto será permanente, y dado que incluye la eliminación de las fuentes de contaminación producidas por las descargas de aguas residuales al arroyo, se considera un elemento que implementará la calidad del agua del cauce.

Durante la preparación del sitio se realizará también la excavación del terreno para la formación de la cubeta y corona, y la conformación de la zona de inundación, lo que modificará el relieve del cauce. Esta modificación será permanente y significativa a lo largo de todo el tramo a canalizar.

Durante toda esta etapa se producirán residuos sólidos, tanto por la actividad en sí (desalojo de basuras y escombros del cauce) como por los empleados de la obra, los cuales además producirán aguas residuales sanitarias. Los residuos producidos son peligrosos (cambios de aceite de la maquinaria) y no peligrosos (material proveniente del cauce y residuos sólidos domésticos). Estos impactos se consideran como permanentes y poco significativos.

El uso de la maquinaria generará emisiones a la atmósfera de gases de combustión, así como partículas de polvos al remover el material. Los impactos ocasionados son temporales y significativos. Asimismo la maquinaria producirá impactos significativos en la fauna del sitio y zonas colindantes, por el ruido y vibraciones durante su utilización. Estos disturbios propiciaran el desplazamiento de las especies cuya capacidad lo permita.

- c) **Construcción.** Esta fase inicia con la excavación para la instalación de dentellones y trincheras, que sólo se requiere para la sección III. Esta actividad modificará nuevamente el relieve del sitio, pero dado que las modificaciones mayores se efectuaron en la etapa de preparación del sitio, su impacto se considera poco significativo, aunque permanente.

Posteriormente se coloca la base de material pétreo y se compacta (en ambas secciones). Esta actividad tiene como efecto disminuir la permeabilidad de los materiales para la infiltración de agua al acuífero. Esta infiltración disminuirá aún más al colocar la cubierta de concreto, que hará el canal impermeable, excepto en las franjas donde se coloque el enrocamiento, en la sección III.

La zona de recarga no solamente está constituida por el cauce, sino que recibe aportes de las zonas bajas de las laderas y del resto de la zona de inundación, por lo que el lecho del arroyo solamente corresponde a una parte de la zona de recarga.

Ponce (2001) estimó la cantidad de agua que se dejaría de infiltrar al acuífero como efecto de una canalización a base de concreto, con un resultado de 3.01 Hm<sup>3</sup> anuales en promedio. Esta cantidad equivale a 95.44 litros por segundo, que es un poco más del volumen que actualmente se extrae para consumo urbano por la CESPT (Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento, 2003) del acuífero Río Tijuana / Alamar.

Por otro lado, como se mencionó en el capítulo de hidrología, el nivel del acuífero indica que se ha recuperado, dado que se ha disminuido el volumen de extracción en los últimos años (Ramírez, comunicación personal, 2009). El agua que corre actualmente por el lecho del arroyo no se infiltra, debido a que éste se encuentra saturado y el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie, como lo denotan las lagunas artificiales que actualmente se encuentran en la parte este de la zona federal, en la zona de extracción de materiales pétreos.

Ramírez explica que para la zona del Arroyo Alamar, se han encontrado coeficientes de transmisibilidad de  $1 \times 10^{-3}$  a  $1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{día}$ , que son coeficientes muy bajos (comunicación personal, 2009). Por lo tanto el impacto que tiene la canalización con concreto se considera como significativo y permanente para la sección II.

Cabe señalar que se han elaborado diversas propuestas para la canalización mediante el uso de enrocamientos y gaviones. Sin embargo, aunque en principio todas estas propuestas favorecen la permanencia del canal como zona de recarga, tienen el inconveniente de que requieren de mantenimiento para evitar que se produzca el fenómeno de colmatación, es decir el taponamiento con materiales finos arrastrados por el arroyo. La colmatación disminuye la permeabilidad de las superficies del arroyo, y se requiere de mantenimiento continuo para evitar que los intersticios sean ocupados por el material de arrastre, lo cual repercute en los costos. Sin el mantenimiento, en poco tiempo los enrocamientos y gaviones disminuyen su capacidad de infiltración.

Para la sección III, con enfoque ecohidrológico, se considera la colocación de enrocamientos a los lados de la plantilla y en trincheras al final de cada sección. Estos enrocamientos son las partes donde se conservará la capacidad de infiltración de agua, por lo que el impacto de la canalización ecohidrológica se considera como poco significativo, y permanente, pero sujeto a las condiciones de mantenimiento necesarias.

Dadas las condiciones que se han mantenido en la canalización del Río Tijuana y de otros arroyos, se prevé que el mantenimiento sea deficiente, debido a los gastos que implica, por lo que es necesario hacer énfasis en que la base de rocas sea sujeta a mantenimiento o su utilidad quedará restringida al poco tiempo, perdiendo su capacidad de trasminar agua al subsuelo.

Por otro lado, en general las canalizaciones de cauces y arroyos han tenido un impacto en la reducción de los tiempos de concentración, y un incremento de las velocidades del agua e impedimento de la disipación de la energía por el desbordamiento lateral, lo que además supone el traslado de un mayor volumen de caudal líquido y sólido. De acuerdo al estudio de hidráulica fluvial, el diseño del canal considera mantener una velocidad promedio de 3.5 m/s para un gasto de 550 m<sup>3</sup>/s (en condiciones normales), mientras que para un gasto de 1,729 m<sup>3</sup>/s, en avenidas extraordinarias, la velocidad resultante será en promedio de 4.3 m/s. Por otra parte, en la zona de plantilla compactada, se colocarán enrocamientos cuya función es precisamente disminuir la energía del caudal en los cambios de sección, para mantenerla en un valor menor a 5 m/s, como lo

requieren las especificaciones de diseño del canal. Por lo tanto, este impacto es poco significativo pero permanente.

Los efectos en el arrastre de sedimentos que ya no se depositarían en el cauce también se consideran como poco significativos (Ramírez, comunicación personal, 2009), y los aportes de sedimentos aguas abajo, al Río Tijuana y su estuario, son por lo tanto también poco significativos.

Al igual que en la fase anterior, en ésta se tendrán efectos temporales por la emisión de gases de combustión por el uso de la maquinaria, además de ruido y vibraciones. Todos estos impactos, además de su carácter temporal, se prevén como significativos y temporales.

Asimismo, se tendrá generación de residuos sólidos, tanto no peligrosos (residuos de construcción y residuos sólidos no peligrosos producidos por los empleados) como peligrosos, producidos por los cambios de aceite a la maquinaria. Estos residuos tienen un impacto potencial sobre el suelo, en caso de darse un mal manejo de los mismos. Sin embargo, el impacto efectivo producido por su manejo, se puede tipificar como poco significativos.

Durante esta etapa, se tendrán efectos positivos al medio sociocultural. Uno de ellos es la eliminación de las condiciones de riesgo de las construcciones aledañas al cauce, ya que se encontrarán protegidas contra las inundaciones y deslaves de los taludes del arroyo. Por otro lado, con la canalización se disminuirán las descargas de aguas residuales clandestinas al arroyo, además de que será mucho más difícil depositar residuos sólidos en su cauce, lo que evitará las condiciones de insalubridad que actualmente se tienen, sobre todo en la sección II.

Asimismo, si se utiliza el área de inundación como un sitio para la construcción de un parque, se tendrá un impacto socioeconómico más al tener beneficios en el aumento de equipamiento para recreación y esparcimiento.

- d) **Operación y mantenimiento.** En esta etapa, una de las actividades de mantenimiento consiste en el desazolve del canal y estructuras pluviales antes y después de la temporada de lluvias para evitar la acumulación de material sedimentario procedente de las partes al este (aguas arriba). Asimismo, se prevé la realización del retiro de desechos de origen doméstico depositados por los vecinos, sobre todo en las incorporaciones, los cuales consisten principalmente en residuos sólidos urbanos. En el caso de que las estructuras tengan algún daño que obligue a una reparación mayor, el mantenimiento

responderá a las actividades que se presentan para la etapa de construcción, según sea el caso. Los impactos que tiene esta etapa al medio socioeconómico se consideran en general positivos.

Sin embargo, es importante considerar el mantenimiento de la sección III. En esta parte del canal, se prevé que la plantilla (canal principal de escurrimiento), al ser de tierra compactada, tenga la posibilidad de regenerar vegetación, tanto acuática, como riparia. Con esto, se esperaría que también se introdujeran de nueva cuenta las comunidades faunísticas desplazadas durante el proceso de limpieza y despalme y de construcción de las obras. Otro de los efectos positivos que tendría la recuperación de la vegetación en el tramo ecohidrológico sería la disminución de la velocidad del caudal. Por lo tanto, es muy importante que las actividades de mantenimiento que se realicen en el tramo ecohidrológico no remuevan la vegetación que recolonice el canal, y de ser posible, se favorezca su revegetación.

- e) **Residuos y contaminantes.** Los residuos que se consideran en este apartado son los que se producen en la etapa de operación y mantenimiento. Se generarán residuos sólidos no peligrosos de manera permanente, ya que se requiere que la limpieza y desazolve se realicen constantemente. Este efecto es poco significativo. Asimismo, producirá emisiones a la atmósfera por la operación de la maquinaria y residuos sólidos urbanos por los empleados encargados del mantenimiento, lo mismo que aguas residuales sanitarias, impactos poco significativos pero permanentes ya que el mantenimiento es continuo.

La maquinaria producirá emisiones a la atmósfera (gases de combustión) además de polvos (al retirar material sedimentario). Estos efectos son temporales y se consideran poco significativos.

## V.2.2 Evaluación de los impactos

A continuación se presenta la matriz de evaluación de impacto ambiental, por grupo de receptores (naturales y socioeconómicos), así como la tabla resumen donde se muestra el impacto global por el proyecto; se anexan las gráficas donde se presenta el grado de impacto por cada uno de los procesos emisores.

La siguiente tabla muestra la cuantificación de impactos identificados para el proyecto:

Tabla 50. Estadística de los impactos identificados.

GRADO DE IMPACTO	VALOR	IMPACTOS IDENTIFICADOS	TOTALES
DETERIORO GRAVE	1	1	NEGATIVOS: 72
DETERIORO SIGNIFICATIVO	2	11	
DETERIORO POCO SIGNIFICATIVO	3	35	
DETERIORO POTENCIAL	4	25	
SIN IMPACTO	5	965	NEUTROS: 965
ESTIMULO POCO SIGNIFICATIVO	6	44	POSITIVOS: 51
ESTIMULO MODERADO	7	7	
ESTIMULO SIGNIFICATIVO	8	0	
<b>TOTAL</b>		<b>1,088</b>	<b>1,088</b>

Como lo muestra la tabla anterior, los impactos potenciales y con valor de 4 tienen una aportación importante a los impactos negativos. Estos impactos son considerados como condiciones factibles de evitarse si se aplican las medidas preventivas y de mitigación, por lo que su atención es de suma importancia para el balance global del proyecto. Asimismo, el aplicar medidas de mitigación a los impactos significativos y graves disminuye su carácter de gravedad, por lo que si se pretende que el proyecto tenga menos efectos, la aplicación de dichas medidas es indispensable.

La tabla resumen (anexa) muestra el grado promedio de impacto sobre cada uno de los grupos de receptores, siendo para los elementos naturales de 4.83, con una desviación estándar de 0.358. Para los elementos socioculturales se obtuvo una media de 5.07, con una desviación estándar de 0.140. El impacto global por el desarrollo del proyecto es de **4.93**, con una desviación estándar de 0.206.

Para la interpretación de este resultado global, se requiere de una referencia que indique la situación del proyecto dentro de un contexto. Para ello, se utilizó una escala muy similar a la utilizada para la asignación de la gravedad de los impactos, la cual se presenta a continuación:

Tabla 51. Escala de referencia para impactos globales.

Valor obtenido	Grado de impacto	Descripción
4.90 A 4.91	DETERIORO GRAVE	Se aplica cuando los efectos del proyecto son superiores al umbral aceptable. Con él se produce una perdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas preventivas o de mitigación.
4.92 A 4.94	DETERIORO SIGNIFICATIVO	Se refiere al impacto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas preventivas, correctivas o de mitigación intensiva y en el que aún con esas medidas, la recuperación requiere de un largo plazo.

Valor obtenido	Grado de impacto	Descripción
4.95 A 4.97	DETERIORO POCO SIGNIFICATIVO	Se aplica a proyectos cuyo impacto requiere de la aplicación de medidas de mitigación, aunque no intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere de un corto o mediano plazo
4.98 A 4.99	DETERIORO MUY POCO SINGNIFICATIVO	Representa proyectos cuyos impactos en su mayoría pueden ser prevenidos con las medidas adecuadas, o que presentan impactos cuya recuperación no requiere de la aplicación de medidas preventivas o correctivas pues su recuperación inicia tras el cese de la actividad.
5	IMPACTO NEUTRO	Los impactos positivos del proyecto se encuentran en equilibrio con los impactos positivos
5.01 A 5.03	ESTIMULO POCO SIGNIFICATIVO	Son proyectos que presentan efectos benéficos que se presentan poco después de iniciada la actividad y son muy localizados o no representan un gran cambio en el medio
5.04 A 5.07	ESTIMULO SIGNIFICATIVO	Son proyectos que presentan efectos benéficos poco o cierto tiempo después de iniciada la actividad y su influencia se extiende mas allá del sitio del proyecto o representan un cambio apreciable
5.08 A 5.10	ESTIMULO MAXIMO	Son proyectos que presentan efectos benéficos poco o cierto tiempo después de iniciada la actividad y representan cambios muy notables al entorno. Se refieren principalmente a proyectos de infraestructura necesaria o de saneamiento ambiental.

Esta escala fue elaborada considerando categorías similares a la que se utilizaron para asignar valores a los impactos individuales, para conservar una coherencia con los mismos, pero tomando en cuenta la experiencia obtenida de otros proyectos en cuanto a los valores globales obtenidos.

De acuerdo a la escala de referencia de impactos globales, un valor global de 5 indicaría un equilibrio entre los efectos negativos y los efectos benéficos del proyecto. Para el proyecto en estudio se obtuvo un impacto global de 4.93, que lo sitúa en la categoría de **deterioro significativo**. Esto quiere decir, que se requiere de la aplicación de medidas intensivas de prevención y mitigación, y que a pesar de ello, la recuperación del sistema ambiental requiere de un largo plazo. Cabe aclarar que en este caso particular, la recuperación se refiere a la sección ecohidrológica del canal, ya que la sección de concreto no se recuperará.

De aquí la importancia de la aplicación de las medidas propuestas, pues de no aplicarse, el sitio perdería toda oportunidad de recuperarse y el impacto del proyecto sería aún más grave.

Por último, aunque de los resultados obtenidos es evidente que existe una mayor afectación para el medio natural, y una afectación positiva para el medio socioeconómico, los resultados para ambos grupos por separado no pueden

interpretarse directamente con la escala de impactos globales debido a que los intervalos de variación obtenidos son más amplios de lo especificado en la escala para impactos globales.

En las siguientes tablas, se resumen los impactos que se prevén con el desarrollo del proyecto. El valor de los impactos adversos de este proyecto varía, desde algunos graves, con valor de 1, hasta 4. Asimismo, se identificaron los impactos potenciales, donde el valor de estos impactos también es de 4; y los impactos benéficos que se identificaron con valor de 6 y 7. Los impactos identificados se muestran en las tablas 52 a la 57.

Se observa que los impactos adversos en su mayoría se ejercen sobre los componentes naturales, siendo la mayor parte potenciales. En cambio, la mayor parte de los impactos positivos se efectuarán sobre los procesos socioculturales.

Tabla 52. Impactos negativos graves

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto	Grupo de medidas preventivas y de mitigación
1317	Especies migratorias	1P	La remoción de la vegetación riparia significa la eliminación del hábitat, zonas de refugio y anidación de aves migratorias, se trata de un hábitat escaso en la región	Protección de flora y fauna

Tabla 53. Impactos negativos significativos

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto	Grupo de medidas preventivas y/o mitigación
0113	Vegetación riparia	2P	El terreno que ocupará esta infraestructura, impedirá la regeneración de estas comunidades en el sitio del proyecto	Protección de flora y fauna
0114	Vegetación acuática	2P	El terreno que ocupará esta infraestructura, impedirá la regeneración de estas comunidades en el sitio del proyecto	Protección de flora y fauna
0117	Especies migratorias	2P	La colocación de infraestructura, impedirá que las especies migratorias utilicen el sitio como refugio	Protección de flora y fauna
0119	Paisaje	2P	Las estructuras del canal cambiarán el aspecto del sitio, impidiendo la regeneración de la franja verde de árboles	Protección de flora y fauna
0313	Vegetación riparia	2P	Esta actividad removerá las comunidades vegetales	Protección de flora y fauna

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto	Grupo de medidas preventivas y/o mitigación
			que actualmente se encuentran dentro del cauce del arroyo y en sus orillas	fauna
0314	Vegetación acuática	2P	Esta actividad removerá las comunidades vegetales que actualmente se encuentran dentro del cauce del arroyo y en sus orillas	Protección de flora y fauna
0319	Paisaje	2P	Esta actividad cambiara radicalmente el aspecto del sitio	Protección de flora y fauna
1313	Vegetación riparia	2P	Esta actividad removerá las comunidades vegetales que actualmente se encuentran dentro del cauce del arroyo y en sus orillas	Protección de flora y fauna
1314	Vegetación acuática	2P	Esta actividad removerá las comunidades vegetales que actualmente se encuentran dentro del cauce del arroyo y en sus orillas	Protección de flora y fauna
1316	Fauna acuática	2P	La remoción de la vegetación y eliminación de refugios, eliminara las especies acuáticas de los espejos de agua	Protección de flora y fauna
1319	Paisaje	2P	Esta actividad removerá la franja vegetal, con lo que cambiara radicalmente el paisaje	Protección de flora y fauna

Tabla 54. Impactos negativos poco significativos

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto	Grupo de medidas preventivas y/o mitigación
0101	Suelos	3P	La colocación de infraestructura impedirá los procesos de formación de suelo, ya que ocupara el espacio que ahora ocupan los suelos	Protección y uso del suelo
0102	Morfología del terreno	3P	La colocación de infraestructura impedirá que el relieve vuelva a su estado original	Protección y uso del suelo
0109	Velocidad de caudal	3P	Los canales aumentan la velocidad del flujo del agua debido a su trazo mas simple y sin obstáculos a diferencia de un canal natural	Prevención de riesgos
0115	Fauna terrestre	3P	Se impedirá que las especies de fauna vuelvan a repoblar el canal	Protección de flora y fauna
0116	Fauna acuática	3P	Se impedirá que las especies de fauna vuelvan a repoblar el canal	Protección de flora y fauna
0118	Especies en peligro	3P	Se impedirá que las especies de fauna vuelvan a repoblar el canal	Protección de flora y fauna
0121	Industria extractiva	3P	El canal favorece la urbanización y el desplazamiento de las actividades del sector primario	Protección y uso del suelo
0122	Agropecuario	3P	El canal favorece la urbanización y el desplazamiento de las actividades del sector primario	Protección y uso del suelo

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto	Grupo de medidas preventivas y/o mitigación
0315	Fauna terrestre	3P	La eliminación de la vegetación elimina los refugios y sitios de alimentación y anidación de toda la fauna	Protección de flora y fauna
0316	Fauna acuática	3P	La eliminación de la vegetación elimina los refugios y sitios de alimentación y anidación de toda la fauna	Protección de flora y fauna
0317	Especies migratorias	3P	La eliminación de la vegetación elimina los refugios y sitios de alimentación y anidación de toda la fauna	Protección de flora y fauna
0318	Especies en peligro	3P	La eliminación de la vegetación elimina los refugios y sitios de alimentación y anidación de toda la fauna	Protección de flora y fauna
0402	Morfología del terreno	3P	Esta actividad alterara los perfiles del cauce para conformar la cubeta del canal	Protección y uso del suelo
0403	Drenaje superficial	3P	Habrá cambios en el drenaje superficial al redirigir la corriente por medio del canal y el canal piloto	Prevención de riesgos
0508	Recarga de acuíferos	3P	Esta actividad compacta las superficies del canal y las vuelve impermeables impidiendo la infiltración de agua al subsuelo	Protección del agua y protección del suelo
0701	Suelos	3P	Esta actividad cubre las superficies con materiales que impiden la formación de suelo	Protección y uso del suelo
0709	Velocidad de caudal	3P	El concreto es un material que ofrece menos resistencia al agua, lo cual aumenta su velocidad	Prevención de riesgos
0713	Vegetación riparia	3P	El concreto impedirá que esta comunidad se restablezca	Protección de flora y fauna
0714	Vegetación acuática	3P	El concreto impedirá que esta comunidad se restablezca	Protección de flora y fauna
0716	Fauna acuática	3P	Al no restablecerse la vegetación, la fauna tampoco podrá restablecerse en el sitio	Protección de flora y fauna
0717	Especies migratorias	3P	Al no restablecerse la vegetación, la fauna tampoco podrá restablecerse en el sitio	Protección de flora y fauna
0722	Agropecuario	3P	La infraestructura colocada favorece el desplazamiento de las actividades de este sector al favorecer los usos urbanos	Protección y uso del suelo
1107	Calidad del aire	3T	La operación de maquinaria produce gases de combustión y emisiones de polvos	Protección de la calidad del aire
1215	Fauna terrestre	3T	La operación de maquinaria produce disturbios que alejan a la fauna del sitio de las obras	Protección de flora y fauna
1217	Especies migratorias	3T	La operación de maquinaria produce disturbios que alejan a la fauna del sitio de las obras	Protección de flora y fauna
1218	Especies en peligro	3T	La operación de maquinaria produce disturbios que alejan a la fauna del sitio de las obras	Protección de flora y fauna
1315	Fauna terrestre	3P	Esta actividad afectara el hábitat de la fauna terrestre que circunda y visita el sitio	Protección de flora y fauna
1318	Especies en peligro	3P	Esta actividad afectara a las especies en peligro con potencial de hallarse en el sitio	Protección de flora y fauna
1402	Morfología del terreno	3P	Esta actividad alterara los perfiles del cauce para conformar la cubeta del canal	Protección y uso del suelo

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto	Grupo de medidas preventivas y/o mitigación
1403	Drenaje superficial	3P	Habrá cambios en el drenaje superficial al redirigir la corriente	Prevención de riesgos
1608	Recarga de acuíferos	3P	Esta actividad compacta las superficies del canal y las vuelve impermeables impidiendo la infiltración de agua al subsuelo	Protección del agua
2407	Calidad del aire	3T	La operación de maquinaria produce gases de combustión y emisiones de polvos por el movimiento de tierras	Protección de la calidad del aire
2515	Fauna terrestre	3T	La operación de maquinaria produce disturbios que alejan a la fauna del sitio de las obras	Protección de flora y fauna
2517	Especies migratorias	3T	La operación de maquinaria produce disturbios que alejan a la fauna del sitio de las obras	Protección de flora y fauna
2518	Especies en peligro	3T	La operación de maquinaria produce disturbios que alejan a la fauna del sitio de las obras	Protección de flora y fauna

Tabla 55. Impactos potencialmente negativos

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto	Grupo de medidas preventivas y/o mitigación
0111	Depositación de mat. aluviales	4P	El canal impedirá la depositación de materiales de arrastre, debido al aumento de la velocidad del agua	Prevención de riesgos
0112	Chaparral	4P	La estructura afectara la vegetación de esta comunidad que pudiera hallarse en el sitio del proyecto	Protección de flora y fauna
0226	Dinámica poblacional	4T	Las familias asentadas en la ribera serán removidas y reubicadas en terrenos aptos para este fin	No mitigable
0301	Suelos	4T	Esta actividad removerá lo que queda de suelo en el sitio de las obras	Protección y uso del suelo
0310	Erosión	4T	Al dejar los materiales bajo la capa orgánica descubiertos, se incrementa su susceptibilidad al arrastre por agua y viento	Protección y uso del suelo
0312	Chaparral	4P	Esta actividad removerá la vegetación de esta comunidad que pudiera hallarse en el sitio del proyecto	Protección de flora y fauna
0410	Erosión	4T	Aumento de la susceptibilidad al arrastre de materiales por agua y viento	Protección y uso del suelo
0711	Depositación de mat. aluviales	4P	Se evitara la depositación de materiales de arrastre al aumentar la velocidad del agua	Prevención de riesgos
0718	Especies en peligro	4P	Se evitara que estas especies se restablezcan en el sitio al impedir la recuperación de la vegetación por la cobertura de concreto	Protección de flora y fauna

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto	Grupo de medidas preventivas y/o mitigación
0801	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada. Incluye los residuos de la limpieza de la zona invadida	Manejo de residuos
0901	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada	Manejo de residuos
1001	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada	Manejo de residuos
1223	Habitacional	4T	Potencial afectación a los vecinos por el ruido de la maquinaria durante las obras	Protección de la calidad del aire
1301	Suelos	4T	Eliminación de la capa orgánica	Protección y uso del suelo
1310	Erosión	4T	Esta actividad deja descubiertos materiales y aumenta la facilidad de arrastre por agua y viento	Protección y uso del suelo
1312	Chaparral	4P	Esta actividad remueve la vegetación de esta comunidad que pudiera hallarse en el sitio	Protección de flora y fauna
1410	Erosión	4T	Esta actividad deja descubiertos materiales y aumenta la facilidad de arrastre por agua y viento	Protección y uso del suelo
1809	Velocidad de caudal	4P	El revestir los taludes con el concreto favorece el deslizamiento del agua en su superficie, lo que aumenta la velocidad del caudal al oponer menor resistencia que el talud natural	Prevención de riesgos
2101	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada	Manejo de residuos
2201	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada	Manejo de residuos
2301	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada	Manejo de residuos
2523	Habitacional	4T	Potencial afectación a los vecinos por el ruido de la maquinaria durante las obras	Protección de la calidad del aire
2901	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada incluye arenas de desazolve	Manejo de residuos
3001	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada	Manejo de residuos
3101	Suelos	4P	Contaminación potencial en caso de mal manejo de estos residuos y su disposición inadecuada	Manejo de residuos

Tabla 56. Impactos benéficos poco significativos

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto
0105	Calidad del agua superficial	6P	Con la propuesta se impedirán las descargas clandestinas de aguas

ABRIL DE 2009

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto
			residuales sin tratar al arroyo
0123	Habitacional	6P	Favorece estos usos en las colindancias
0124	Comercial y de servicios	6P	Favorece estos usos en las colindancias
0129	Equipamiento urbano	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona, sobre todo favorece la instalación de equipamiento recreativo
0205	Calidad del agua superficial	6P	Se eliminaran las descargas de aguas residuales provenientes de la zona de invasión
0219	Paisaje	6P	Se eliminaran las construcciones desordenadas y el aspecto de suciedad
0220	Terrenos baldíos	6P	Aumenta su plusvalía al encontrarse en una zona de mejores condiciones y disminuir las condiciones de insalubridad
0223	Habitacional	6P	Aumenta su plusvalía al encontrarse en una zona de mejores condiciones y disminuir las condiciones de insalubridad
0224	Comercial y de servicios	6P	Aumenta su plusvalía al encontrarse en una zona de mejores condiciones y disminuir las condiciones de insalubridad
0234	Manejo de residuos	6P	Mejor manejo de residuos al dejar de disponerse en el cauce
0307	Calidad del aire	6P	Se eliminaran las fuentes de malos olores del cauce (basuras orgánicas en descomposición)
0630	Infraestructura de protección	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona
0719	Paisaje	6P	Permite que las vistas tengan una apariencia de orden y limpieza
0721	Industria extractiva	6T	Favorecen temporalmente la explotación de agregados para la fabricación de concreto
0723	Habitacional	6P	Favorece estos usos en las colindancias, además de disminuir las condiciones de riesgo
0724	Comercial y de servicios	6P	Favorece estos usos en las colindancias, además de disminuir las condiciones de riesgo
1630	Infraestructura de protección	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona
1730	Infraestructura de protección	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona
1819	Paisaje	6P	Permite que las vistas tengan una apariencia de orden y limpieza
1821	Industria extractiva	6T	Favorecen temporalmente la explotación de agregados para la fabricación de concreto
1823	Habitacional	6P	Favorece estos usos en las colindancias, además de disminuir las condiciones de riesgo
1824	Comercial y de servicios	6P	Favorece estos usos en las colindancias, además de disminuir las condiciones de riesgo
1830	Infraestructura de protección	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona
1903	Drenaje superficial	6P	Regula parcialmente el flujo del agua
1908	Recarga de acuíferos	6P	Presenta superficies con intersticios donde puede infiltrarse agua
1909	Velocidad de caudal	6P	Disminuyen la velocidad de las aguas
1911	Deposición de mat. aluviales	6P	Disminuyen la velocidad del agua y favorecen al sedimentación
1930	Infraestructura de protección	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona
2013	Vegetación riparia	6P	Ofrece disponibilidad de superficies para la recuperación de esta comunidad

ABRIL DE 2009

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto
2015	Fauna terrestre	6P	Ofrece disponibilidad de superficies para la recuperación de esta comunidad
2030	Infraestructura de protección	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona
2603	Drenaje superficial	6P	Elimina los obstáculos que pudieran impedir el flujo de agua
2630	Infraestructura de protección	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona
2730	Infraestructura de protección	6P	Aumenta su disponibilidad en la zona
2801	Suelos	6P	Proporciona espacios donde se conserve este recurso
2813	Vegetación riparia	6P	Ofrece disponibilidad de superficies para la recuperación de esta comunidad
2815	Fauna terrestre	6P	Ofrece disponibilidad de superficies para la recuperación de esta comunidad
2819	Paisaje	6P	Aumenta la calidad de las vistas en las áreas revegetadas
2820	Terrenos baldíos	6P	Proporciona una utilidad a los terrenos
2823	Habitacional	6P	Favorece estos usos en las colindancias
2824	Comercial y de servicios	6P	Favorece estos usos en las colindancias
2826	Dinámica poblacional	6P	Proporciona áreas de esparcimiento a la población
2827	Dinámica ocupacional	6P	Proporciona espacios para el desarrollo de actividades
2828	Dinámica económica	6P	Proporciona espacios para el desarrollo de actividades

Tabla 57. Impactos benéficos significativos

ID Imp	Elemento Receptor	Valor	Causa del Impacto
0120	Terrenos baldíos	7P	Favorece el aprovechamiento de estos terrenos al disminuir las condiciones de riesgo y además aumenta su valor
0126	Dinámica poblacional	7P	Favorece la densificación de la zona
0130	Infraestructura de protección	7P	Aumenta su disponibilidad en la zona
0131	Vialidades	7P	Favorece su construcción, dado que se encuentran asociadas al canal en el proyecto general.
0730	Infraestructura de protección	7P	Aumenta su disponibilidad en la zona
2029	Equipamiento urbano	7P	Aumenta la disponibilidad de áreas destinadas a equipamiento, en especial de tipo recreativo
2829	Equipamiento urbano	7P	Aumenta la disponibilidad de áreas destinadas a equipamiento, en especial de tipo recreativo



## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### ***VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental***

Las medidas preventivas y de mitigación propuestas se clasifican en los siguientes grupos:

- A. Protección del suelo
- B. Protección del agua y nivel freático
- C. Protección de flora y fauna
- D. Prevención de riesgos
- E. Protección de la calidad del aire
- F. Manejo de residuos

A continuación se enumeran las medidas propuestas en cada grupo, indicando en que consiste cada una, y la etapa del proyecto en que se aplica. Respecto al área de aplicación, para aquellas medidas en las que se indica área de estudio o unidad ambiental urbana, no significa que su aplicación se realizará en toda su superficie, sino que se aplicarán en sitios específicos, acordes con cada medida o con el programa respectivo.

#### ***A. Protección del suelo***

Tabla 58. Medidas de mitigación para la protección del suelo

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID de Impactos vinculados
Ejecución de obras: Preparación del sitio				
1		<b>Limitar la limpieza y despalme a zonas proyectadas.</b> Para evitar la remoción innecesaria de cubierta vegetal en las zonas que no serán sujetas a las obras, realizar la limpieza y despalme únicamente en las superficies a utilizar en el proyecto, que corresponden a 69-16-92.05 Has en total.	polígono del proyecto	0101 0701 0301 1301
2		<b>Recepción de materiales de relleno.</b> Para minimizar la explotación de los bancos de material pétreo durante la ejecución de las obras, y disminuir el impacto que tiene la	polígono del proyecto	0102

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID de Impactos vinculados
		explotación de los bancos propuestos, recibir materiales de relleno excedentes de otras obras o actividades, siempre que cumplan con la calidad requerida para tal fin durante las actividades referentes al movimiento de tierras y formación de terraplenes		
<b>Ejecución de obras: Preparación del sitio y construcción</b>				
3	<b>Acotar las afectaciones por el parque de maquinaria.</b> Para evitar contaminación al suelo por derrames de sustancias utilizadas en el desarrollo en actividades de almacenamiento, reparación o mantenimiento a la maquinaria y equipo, designar un sitio dentro de la zona de afectación, y no utilizar áreas que se encuentran fuera de las 69-16-92.05 Has destinadas al proyecto. Recubrir el suelo del sitio designado con una cubierta impermeable, para evitar infiltraciones contaminantes al suelo en caso de algún derrame. Esta medida se aplicará durante toda la ejecución de las obras.	polígono del proyecto	0101 0701 0301 1301	
4	<b>Regeneración de suelos deteriorados.</b> Para propiciar la utilización del material vegetal removido durante la limpieza y despalme, separarlo del resto de materiales removidos, triturarlo y reutilizarlo en la regeneración de suelos deteriorados en la zona.	Unidad ambiental rural y zona de inundación	0101 0701 0301 1301	
5	<b>Seguimiento a recomendaciones geotécnicas.</b> Para garantizar la estabilidad de las obras, dar el seguimiento adecuado a las recomendaciones del estudio geotécnico emitidas para la construcción del canal y estructuras de incorporación de afluentes.	polígono del proyecto	0102 0402 1402	
6	<b>Controlar la exposición de suelo.</b> Con la finalidad de minimizar la erosión de las 69-16-92.05 Has del polígono del proyecto durante las lluvias, estar al pendiente de los eventos de lluvia, con el propósito de prever acciones que minimicen el arrastre de materiales, por la exposición de material suelto.	polígono del proyecto	0310 0410 1310 1410	
<b>Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación</b>				
7	<b>Protección de las zonas agrícolas.</b> Dada la importancia de las zonas agrícolas para la generación de bienes de consumo, que se encuentran condicionadas a la disponibilidad de tierras aptas para la producción agrícola, por el tipo de suelo y por la disponibilidad de agua, además de favorecer la recarga del acuífero, es de vital importancia su permanencia, por lo que es necesario evitar que se urbanicen. Lo anterior mediante la planeación del uso de suelo que facilite su permanencia, y el fomento de programas de apoyo a los productores.	Unidad ambiental rural	0121 0122 0722 0508	
8	<b>Integración del canal a usos y proyectos en la zona.</b> Con el objeto de que la sección ecohidrológica y de ésta, la zona de inundación sea conservada y no se vea afectada por proyectos de desarrollo en su superficie o por proyectos incompatibles en sus proximidades, realizar una recopilación y revisión de las	Área de estudio	0508 1608 0113 0114 0116	

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID de Impactos vinculados
		propuestas de proyectos en las zonas cercanas, con la finalidad de analizar su congruencia y realizar una integración para prever conflictos de uso o favorecer el desarrollo de proyectos de conservación o de usos afines al propósito de dicha zona. Medida de aplicación permanente.		0117 0118 0119

### B. Protección del agua

Tabla 59. Medidas de mitigación para la protección del agua.

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación				
9		<b>Incorporar las descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado municipal.</b> Con el fin de darles el tratamiento adecuado, además de evitar la contaminación tanto de las aguas que corren por el cauce como de las aguas que se logren infiltrar al subsuelo, conectar todas aguas residuales descargada en el cauce, provenientes de los residentes en las colindancias, después de reubicar los asentamientos irregulares, al sistema de recolección de la CESPT. Aplicar esta medida de forma permanente.	Unidades ambientales urbana y rural	Acción de mejoramiento
10		<b>Protección de la zona de recarga.</b> Para la protección de la zona de recarga aledaña al cauce, evitar que el suelo sea cubierto con materiales impermeables (pavimentos y pisos). Para esto, será necesario establecer regulaciones del uso de suelo con el fin de favorecer usos compatibles con la conservación del mismo, como por ejemplo las actividades agrícolas, pecuarias, recreativas y de conservación en la zona de recarga. Lo anterior mediante la elaboración y publicación del Plan Parcial de la Zona del Arroyo Alamar. Aplicar esta medida de forma permanente.	Unidades ambientales Urbana y Rural	0508 1608
11		<b>Protección a las partes altas de la cuenca.</b> Dado que las partes altas de la cuenca, además de ser parte de la zona de recarga son también importantes aportes de servicios ambientales a las partes bajas, es necesaria su conservación. Esto se puede lograr promoviendo los usos de conservación y recreativos en dichas zonas de forma permanente, y evitando el cambio de uso de suelo en las mismas	Unidad ambiental cerril	0508 1608
12		<b>Protección de taludes aledaños a la zona federal.</b> Para evitar la urbanización de laderas cercanas a la zona federal y que además de servir como áreas de recarga tengan una mejor imagen, es conveniente realizar un análisis de las laderas y taludes que será necesario reforestar así como elaborar el programa respectivo, que incluya actividades de monitoreo y	Taludes en Unidades ambientales urbana y rural	0508 1608 0508

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
		mantenimiento. Esta medida también preserva la recarga del acuífero. Aplicar esta medida como un programa asociado a las obras, de tal manera que su ejecución sea permanente.		
13		<b>Optimización de la extracción de agua del subsuelo.</b> Con el fin de evitar que baje el nivel freático, así como para mantener el caudal ecológico en la zona ecohidrológica, promover que se revisen los volúmenes actuales de extracción, para permitir el mantenimiento de los niveles óptimos para la conservación de zonas de vegetación acuática y riparia, evitando la explotación por arriba de dicho límite. Para ello, será necesario realizar un análisis de la capacidad de aprovechamiento del agua en la zona, en conjunto con los organismos correspondientes (Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, CESPT, y Comisión Nacional del Agua, CNA), para regular de manera efectiva los volúmenes de extracción de forma permanente	Área de estudio	0508 1608 0113 0114 0116 0117 0118 0119

### C. Protección de la flora y la fauna

Tabla 60. Medidas de mitigación para la protección de la flora y a fauna.

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
Ejecución de obras: Preparación del sitio				
14		<b>Programa Integral de reforestación.</b> Revisar y evaluar las acciones de reforestación presentadas a la SEMARNAT, con la finalidad de adaptarlas a las condiciones actuales del proyecto, dada la propuesta de eliminación del área de inundación y el cambio de concepto del canal ecohidrológico de la sección II, elaborando un Programa Integral de Forestación que considere los siguientes rubros: El análisis de las especies de flora que hay en la zona y que puedan ser rescatadas y reubicadas; Germinación y propagación de especies de la región, que se pueden utilizar en la zona de inundación, en los cañones y laderas cercanas al cauce y en las áreas de compensación por la vegetación removida por el proyecto; Calendario de reubicación y establecimiento de especies vegetales. Elaborar el programa, previo al inicio de las obras y ejecutar las acciones que correspondan, conforme al calendario que se establezca, ya sea previo al inicio de las obras, durante su desarrollo y de forma permanente.	área de inundación, cañones y taludes cercanos y áreas de compensación (reforestación, reubicación y vivero)	1317 0113 0313 0713
15		<b>Rescate y reubicación de especies de fauna.</b> Para no dañar ejemplares de las especies en riesgo, supervisar de manera continua que durante la operación de la maquinaria pesada, así como durante la construcción de las obras, no se afecten ejemplares de fauna en riesgo. Lo anterior mediante la presencia de personal capacitado en el sitio de las obras, quien	polígono del proyecto y unidad ambiental cerril	0118 0318 1318 0718

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
		efectuará una revisión de los frentes de trabajo y vigilará de forma permanente durante el movimiento de la maquinaria, para detectar ejemplares de especies de fauna y aplicar estrategias de reubicación a sitios donde sea factible su conservación.		
<b>Ejecución de obras: Preparación del sitio y construcción</b>				
16	<b>Supervisión del uso de la maquinaria pesada:</b> Para evitar daños a la vegetación y a la fauna fuera de las 69-16-92.05 Has a desarrollar, vigilar que la maquinaria pesada no circule por fuera de dicha zona, y en el caso de los accesos a la obra, vigilar que transite únicamente por las áreas estrictamente necesarias. Aplicar esta medida de forma continua durante el uso de maquinaria pesada.	polígono del proyecto	0113, 0313 1313, 1316 0115, 0118 0315, 0318 0713, 1315 1318, 0718	
17	<b>Optimización en el tiempo de uso de la maquinaria.</b> Para reducir el tiempo de emisión de ruido y evitar así disturbios innecesarios a la fauna de la zona y a los vecinos del sitio, utilizar la maquinaria únicamente durante el tiempo indispensable y durante horas hábiles. Aplicar esta medida de forma continua durante el uso de maquinaria pesada.	polígono del proyecto	0117, 0118 0315, 0318 0717, 1215 1217, 1218 2515, 2517 2518	
18	<b>Permitir que la fauna se desplace.</b> Con el fin de permitir que la fauna del sitio se desplace conforme avanzan las obras, efectuar la limpieza y despalme del terreno, así como los movimientos de tierras, avanzando por zonas, de manera gradual.	polígono del proyecto	0117, 1316 0118, 0315 0317, 0318 0717, 1315 0718	
<b>Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación</b>				
19	<b>Reubicación de especies vegetales.</b> Con el objeto de favorecer la sobrevivencia de parte de la vegetación riparia que será afectada con el proyecto, integrar al Programa Integral de Forestación, la reubicación de especies de flora nativa del sitio, que considerará las especies con posibilidad de ser reubicadas, la cantidad de ejemplares a afectar y rescatar y las zonas donde sea posible su reubicación, además del monitoreo del establecimiento de estas especies al menos durante un ciclo fenológico.	polígono del Área del proyecto (rescate) y sitio de reubicación dentro del área de estudio	1317 0113 0313 1313 0713	
20	<b>Programa de reubicación de fauna.</b> Revisar las estrategias de reubicación de fauna presentadas a la SEMARNAT, con el objeto de adaptarlas al diseño actual del proyecto, así como definir los sitios de reubicación adecuados. Ejecutar la medida, previo al inicio de la preparación del sitio y darle seguimiento mientras se ejecuten las obras previstas.	polígono del proyecto y unidad ambiental cerril	0118 0318 1318 0718	
21	<b>Compensación de la cubierta vegetal removida.</b> Con el fin de compensar las superficies de la vegetación que serán eliminadas por la ejecución del proyecto, designar los predios con superficie equivalente, que serán utilizados para este fin, e incorporarlos en el Programa Integral de Reforestación.	Unidades ambientales urbana y rural	1317, 0113 0117, 0119 0319, 1319 0115, 0315 0713, 1315 0112, 0312	
22	<b>Favorecer el establecimiento de lagunas artificiales.</b> Dado	Unidad	0114, 0117	

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
		que en algunas partes colindantes al cauce se localizan lagunas artificiales formadas durante actividades extractivas, y que éstas han mostrado tener beneficios para el establecimiento de especies de flora y fauna acuática, y debido a que por su escasez, es de suma importancia la conservación de estos ecosistemas en la región, con el fin de conservar o recuperar la flora y fauna asociada a dichas lagunas favorecer su permanencia evitando su desaparición o relleno. Lo anterior mediante la aprobación de proyectos que favorezcan los usos de suelo recreativos y de conservación, o en su caso, permitir la creación de nuevas lagunas en sitios apropiados. Esta medida tiene también el beneficio de favorecer la recarga del acuífero. Medida de aplicación permanente desde antes del inicio de las obras.	ambiental rural y zona de inundación	0119, 0314 0319, 1314 1316, 1319 0116, 0118 0316, 0317 0318, 0714 0716, 0717 0718, 1608
<b>Construcción y operación</b>				
23	<b>Recuperación de la vegetación acuática.</b> Con la finalidad de que se propicie el crecimiento de especies vegetales acuáticas como <i>Juncus sp.</i> y <i>Scirpus sp.</i> , formando áreas clave para refugio para anfibios, aves migratorias y otras especies de fauna en la zona, permitir que se formen de manera natural espejos de agua permanentes en el tramo ecohidrológico del canal principal o elaborar y ejecutar proyectos para este propósito. Aplicar esta medida de forma permanente una vez finalizada la construcción de este tramo.	Sección ecohidrológica	0114, 0117 0119, 0314 0319, 1314 1316, 1319 0116, 0118 0316, 0317 0318, 0714 0716, 0717	
24	<b>Reforestación de la zona de inundación.</b> Incorporar la zona de inundación al Programa Integral de Reforestación, para que de acuerdo a las actividades a las que esté destinada, se utilicen especies nativas afines a las comunidades riparia y acuática, de tal manera que forme un área de transición con las zonas colindantes.	Zona de inundación	1317, 0113 0119, 0313 0319, 1313 1319, 0115 0118, 0315 0317, 0318 0717, 1315	
<b>Operación</b>				
25	<b>Recuperación de la comunidad riparia.</b> Con el fin de permitir la regeneración de la vegetación de galería y el ecosistema ripario en la sección III, dada su importancia como refugio de la fauna y como corredor biológico, así como para la preservación de la diversidad florística, cuidar que la maquinaria utilizada para el mantenimiento y limpieza del canal, no remueva los brotes o ejemplares de sauce ( <i>Salix sp.</i> ), álamo ( <i>Populus sp.</i> ) y aliso ( <i>Platanus sp.</i> ) que se encuentren en recuperación en la zona del canal principal (plantilla) y la zona de inundación. Para lo anterior, deberá elaborarse un Manual de Mantenimiento Preventivo en la zona del canal ecohidrológico, que será aplicado por los operadores de la maquinaria. Aplicar esta medida de forma permanente una vez finalizada la construcción de este tramo.	Sección ecohidrológica	1317, 0113 0117, 0119 0313, 0319 1313, 1319 0118, 0317 0318, 0713 0717, 0718	
26	<b>Monitoreo de la evolución de la vegetación.</b> Con el fin de	Canal	1317, 0113	

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
		asegurar que la vegetación riparia se restablezca en el canal ecohidrológico, realizar una evaluación continua de su recuperación, mediante recorridos periódicos bianuales, de los que se elaborarán reportes y en caso necesario, se aplicarán estrategias de protección.	ecohidrológico	0313, 1313 1319, 0118 0317, 0713 0717, 0718

#### D. Prevención de riesgos

Tabla 61. Medidas de mitigación para la prevención de riesgos.

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación				
27	<b>Actividades comunitarias en la zona de inundación.</b> Para minimizar los riesgos a la población durante eventos de lluvias extraordinarias, y aprovechar las zonas federales, dar prioridad a espacios públicos como áreas jardinadas, parques, áreas culturales, deportivas y vialidades, en la zona federal, en congruencia con el convenio celebrado entre el municipio y CNA. Para ello se deberá de elaborar y construir las instalaciones previstas en el parque lineal.	Zona de inundación		0109 0709
28	<b>Evitar la obstrucción de escurrimientos intermitentes.</b> Para no propiciar situaciones de riesgo y no afectar a los predios vecinos, durante los movimientos de tierras para la construcción del canal, no depositar materiales sueltos en los sitios de incorporación de los afluentes identificados (en donde se construyen las estructuras de incorporación de afluentes que son parte de las obras). Aplicar esta medida durante los periodos de lluvias.	Sitios de incorporación de afluentes		0109 0403 0709 0711
29	<b>Programación de actividades.</b> Para evitar que la zona federal colindante a las obras en la sección III sea invadida por asentamientos irregulares, la ejecución de los recursos y programación de las obras se deberá realizar de forma tal que se eviten la invasión y el consiguiente gasto de reubicación.	Polígono del proyecto y Unidad Rural		0109 0111
30	<b>Ejecución de proyectos asociados.</b> Con el fin de evitar la utilización de los 105,328.28 m <sup>2</sup> correspondientes a la zona de inundación por asentamientos irregulares una vez que se haya construido el canal, programar el diseño y la ejecución de los proyectos referentes a la utilización de dicha zona de inundación (parques, centros culturales y deportivos), de tal manera que se ejecuten en el tiempo adecuado para impedir la invasión de dicha zona de inundación.	zona de inundación		0109 0111
31	<b>Evitar la modificación de afluentes.</b> Para evitar las condiciones de riesgo en las zonas aledañas a los afluentes, que pudieran ocasionar anegaciones, inundaciones y deslaves, debido a la sobrecarga o saturación de las estructuras de	Área de estudio		0403 0709

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
		incorporación, supervisar de manera permanente que las actividades que se realicen en las áreas aledañas a dichos afluentes no obstruyan o modifiquen el curso de las aguas, a no ser que los proyectos se encuentren plenamente justificados técnicamente.		
<b>Operación</b>				
32	<b>Elaborar un programa de prevención y atención a emergencias y contingencias.</b> Con el propósito de estar preparados para atender eventuales avenidas extraordinarias y afectaciones a las instalaciones que se realicen en la zona de inundación, elaborar un Programa de Prevención y Atención a Emergencias y Contingencias, en el que se detallen las acciones a realizar para minimizar la magnitud de las afectaciones, antes, durante y después de los eventos extraordinarios. Aplicar esta medida de manera permanente, sobre todo antes y durante la temporada de lluvias	Zona de inundación	0109 0403 0709 1403 0711	
33	<b>Programa de mantenimiento preventivo y correctivo.</b> Para evitar la acumulación de materiales de arrastre así como el depósito de basuras generadas por los residentes de la zona, implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para el desazolve del canal de concreto y de sus estructuras de aporte, que se realice en forma periódica (una limpieza anual antes de cada temporada de lluvias) para evitar la acumulación de basuras y malezas en la zona de canal de concreto. Asimismo, como indica el convenio de coordinación celebrado con la CNA, después de la ocurrencia de crecientes o avenidas que pudieran modificar la zona federal y los cauces, ejecutar las acciones de mantenimiento y desazolve necesarias para evitar reproducir situaciones de riesgo.	polígono del proyecto, canal de concreto y estructuras de incorporación de afluentes	0109 0403 0709 1403 0711	
34	<b>Protección del área de inundación.</b> Vigilar de forma permanente que la zona de inundación se encuentre libre de construcciones permanentes que puedan obstruir el flujo de las aguas o modificar su curso, por lo que las actividades que ahí se desarrollen serán de tipo recreativo, deportivo o de conservación.	Zona de inundación	0109 0709	
35	<b>Regeneración de la zona riparia.</b> Dado que la vegetación riparia alta disminuye la velocidad de las aguas y, en consecuencia, la erosión, es conveniente favorecer su regeneración, con el fin de disipar la energía de los escurrimientos, disminuyendo el arrastre de materiales aguas abajo.	Canal ecohidrológico y zona de inundación	0709 0111	
36	<b>Rehabilitación de cañones y prevención de azoles.</b> Con la finalidad de evitar obstrucciones que entorpezcan la llegada de los escurrimientos al canal, e impedir situaciones de riesgo, además de favorecer menos arrastre de sedimentos y una mejor imagen urbana, elaborar programas de rehabilitación de los cauces tributarios al arroyo Alamar, que incluyan	Caucos de escurrimientos en unidades ambientales Urbana y Rural (afluentes)	0109 0403	

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
		actividades de limpieza y de forestación de laderas y taludes, aplicadas de manera permanente.	Alamar, ver plano de hidrología)	

#### **D. Protección de la calidad del aire**

Tabla 62. Medidas de mitigación para la protección de la calidad del aire.

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
Ejecución de obras: Preparación del sitio y construcción				
37	<b>Humedecer las zonas en que se harán los movimientos de tierras.</b> Con el propósito de evitar la dispersión de polvos a las actividades colindantes, durante las actividades de limpieza y despalme y los movimientos de tierras, humedecer los materiales de tal forma que se evite la dispersión de partículas a la atmósfera.		polígono del proyecto	1107 2407
38	<b>Cubrir los camiones de volteo que transporten material pétreo.</b> Para evitar la dispersión de polvos durante el transporte de materiales pétreos, cubrir con lonas los camiones de volteo que transporten material a granel. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras		polígono del proyecto, bancos de material y vialidades	1107 2407
Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación				
39	<b>Programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo utilizado.</b> Para minimizar las emisiones contaminantes a la atmósfera y el ruido que genera, establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo que se utilizará durante la obra para optimizar su funcionamiento y asegurar que los sistemas de combustión sean eficientes. Este programa deberá de llevar el seguimiento y registro mediante bitácoras de control. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras		polígono del proyecto	1107 2407
40	<b>Control de las emisiones de ruido.</b> Para evitar molestias ocasionadas por la emisión de ruido a los predios vecinos, verificar que la maquinaria cuente con dispositivos contra el ruido y restringir el uso de la maquinaria a horas hábiles. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras.		polígono del proyecto	1223 2523

#### **E. Manejo de residuos**

Tabla 63. Medidas de mitigación para el manejo de residuos.

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
Ejecución de obras: Preparación del sitio				
41	<b>Elaborar planes de manejo de los residuos que generen durante las obras.</b>	Elaborar los planes de manejo para los residuos peligrosos siguientes: Aceites lubricantes usados, convertidores catalíticos usados y acumuladores usados que contengan plomo. Asimismo, elaborar los planes de manejo para los residuos de manejo especial que se generen, como son: Residuos provenientes de las rocas o productos de su descomposición que no son competencia federal, así como los residuos de construcción, mantenimiento y demolición, en general.	Polígono del proyecto y bancos de material	0801, 0901, 2101, 2201, 2901, 3001,
42	<b>Manejo de material contaminante retirado del cauce.</b>	Enviar los materiales actualmente depositados en el cauce (residuos sólidos urbanos y llantas usadas) al relleno sanitario para su disposición final cuando así le aplique, o en su caso al sitio de disposición final autorizado. En el caso de los residuos que no sean aptos para su disposición en el relleno sanitario, llevar un registro del tipo de residuo, cantidad y manejo aplicado. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras.	polígono del proyecto	0801
Ejecución de obras: Preparación del sitio y construcción				
43	<b>Manejo de residuos domésticos.</b>	Para el almacenamiento temporal de los residuos domésticos producidos por los trabajadores del proyecto, instalar contenedores con tapa y enviar dichos residuos para su disposición final al relleno sanitario. Se llevará un registro de la cantidad de residuos generados mediante una bitácora de generación de residuos. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras.	polígono del proyecto	0801 2101 2901
44	<b>Manejo de residuos sanitarios durante la ejecución de las obras.</b>	Para el manejo de los residuos sanitarios generados por los trabajadores, contratar a una compañía para la renta de sanitarios portátiles. El manejo de estos residuos lo realizará esta compañía especializada y autorizada, quien los llevará a tratamiento o a su sitio de disposición final. Se llevará un registro de la cantidad de residuos generados mediante una bitácora de generación de residuos. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras	polígono del proyecto	1001 2301 3101
Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación				
45	<b>Manejo de residuos peligrosos.</b>	Para el manejo de este tipo de residuos, se contratará a una empresa especializada, conforme a lo establecido en la normatividad. Esta empresa proporcionará las alternativas de manejo que considere más adecuadas, de acuerdo a cada residuo, ya sea para su reuso, reciclaje, incineración o confinamiento definitivo. Se llevará un	polígono del proyecto	0901 2201 3001

No.	Etapa	Medida preventiva o de mitigación propuesta	Área de aplicación	ID Impactos vinculados
		registro del tipo y cantidad de residuos generados, su alternativa de manejo y su destino final, y se elaborará el programa de manejo respectivo. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras		
<b>Operación</b>				
46	<b>Manejo de los residuos sólidos no peligrosos.</b> Los residuos no peligrosos producto de las actividades de limpieza y mantenimiento del canal serán enviados al relleno sanitario para su disposición final. Se llevará un registro de la cantidad de residuos generados mediante una bitácora de generación de residuos. Medida de aplicación permanente durante las actividades de mantenimiento del canal.	polígono del proyecto	0801 2101 2901	
47	<b>Manejo de material depositado en el canal (arenas).</b> El material obtenido de las actividades de desazolve del canal será dispuesto en un lugar de tiro autorizado. Se llevará un registro de la cantidad de material generado mediante una bitácora, en la que se indicará el volumen y destino de los residuos. Medida de aplicación permanente	polígono del proyecto	2901	

## VI.2 Impactos residuales

Los impactos residuales son aquellos efectos en el ambiente que permanecen aún después de aplicar las medidas de mitigación o que resultan como una consecuencia de las mismas. Asimismo, para algunos de los impactos generados, no se pueden aplicar medidas preventivas o de mitigación, por lo que también se consideran dentro de este grupo.

La siguiente tabla resume los impactos residuales negativos que se generarán con el proyecto. Estos impactos fueron identificados considerando que aunque no habrá un cambio de uso de suelo, el espacio se ocupará por la estructura del canal, afectando los usos adyacentes. En el caso del proyecto, los impactos residuales corresponden en su mayoría a los impactos de mayor gravedad identificados, como se vera en la siguiente tabla, lo que hace aún más necesaria la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

**Tabla 64. Impactos residuales del proyecto.**

Emisor	Receptor	Causa del impacto	Observaciones
<b>Uso de suelo</b>			
Infraestructura de protección	Vegetación riparia y acuática	El terreno que ocupará esta infraestructura, impedirá la regeneración de la vegetación en el canal de concreto. Impacto significativo.	Mitigable solo parcialmente mediante las medidas propuestas de rescate de flora y reforestación en otros sitios
	Fauna migratoria, terrestre, acuática y en peligro	La colocación de infraestructura, impedirá que la fauna utilice el sitio como refugio en el canal de concreto. Impactos significativos.	Mitigable solo parcialmente con las medidas propuestas de regeneración de la comunidad riparia y acuática, que no será tan extensa como es ahora
	Paisaje	Las estructuras del canal cambiarán el aspecto del sitio, impidiendo al regeneración de la franja verde de árboles en el canal de concreto. Impacto significativo.	Mitigable únicamente en la zona ecohidrológica con las medidas propuestas
	Uso agropecuario e industria extractiva	El canal favorece la urbanización de la zona y el desplazamiento de las actividades del sector primario	Mitigable con la aplicación de medidas para evitar los cambios de uso de suelo en la zona
<b>Canal de concreto</b>			
Limpieza y despalme	Vegetación riparia y acuática	Remoción de las comunidades vegetales que se encuentran en cauce y orillas. Impactos significativos.	No mitigable en la zona de canal de concreto, las medidas propuestas pretenden la conservación en el canal ecohidrológico
	Fauna terrestre, acuática, migratoria y en peligro	Eliminación de refugios y sitios de alimentación y anidación	No mitigable en el canal del concreto, las medidas propuestas pretenden la conservación en el canal ecohidrológico
	Suelo	Remoción del suelo	No mitigable en el canal del concreto
Compactación y afine de cubeta	Recarga de acuíferos	Esta actividad compacta las superficies del canal y las vuelve impermeables impidiendo la infiltración de agua al subsuelo	No mitigable en la sección de concreto y taludes con el proyecto actual
Colocación de concreto	Suelo	La colocación de concreto impide la formación de suelo	No mitigable en el sitio del proyecto
	Velocidad de caudal	Aumento de velocidad por superficie que ofrece menor resistencia	No mitigable
	Vegetación riparia y acuática	El concreto impedirá que estas comunidades se restablezcan	No mitigable en el canal del concreto, las medidas propuestas pretenden la conservación en el canal ecohidrológico
	Fauna acuática y migratoria	Al no restablecerse la vegetación, la fauna tampoco podrá restablecerse en el sitio	No mitigable en el canal del concreto, las medidas propuestas pretenden la conservación en el canal ecohidrológico
	Depositacion de material aluvial	Se evitara la depositacion de materiales de arrastre al aumentar la velocidad del agua	No mitigable con el diseño propuesto
<b>Canal ecohidrológico</b>			

ABRIL DE 2009

Emisor	Receptor	Causa del impacto	Observaciones
Limpieza y despalme	Vegetación riparia y acuática	Remoción de las comunidades vegetales del cauce del arroyo y sus orillas. Impactos significativos.	Mitigable solo parcialmente con las medidas propuestas
	Fauna migratoria	Eliminación del hábitat, zonas de refugio y anidación escasas en la región. Impacto grave.	Este impacto es grave y sólo se mitigará parcialmente a pesar de la aplicación de las medidas propuestas
	Fauna acuática y en peligro	Eliminación de refugios y sitios de alimentación y crianza. Impactos significativos.	Mitigable solo parcialmente con las medidas propuestas
	Suelos	Eliminación de la capa orgánica	No mitigable
	Paisaje	Cambio del aspecto del sitio. Impacto significativo.	Mitigable solo parcialmente con las medidas propuestas, en la zona ecohidrológica
Excavación y nivelación	Morfología del terreno	Alteración de los perfiles del cauce	No mitigable a pesar de seguir las recomendaciones geotécnicas
Compactación y afine de cubeta	Recarga de acuíferos	Impermeabilización de la superficie del canal por compactación	No mitigable con el diseño propuesto

Con respecto a los impactos positivos identificados, todos ellos tendrán permanencia mientras se encuentre en operación el proyecto.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 Pronósticos del escenario

La zona donde se ubica el arroyo Alamar actualmente tiene mucha presión para su incorporación al desarrollo urbano, donde los usos predominantes son habitacionales, con excepción de las zonas agrícolas y de los predios privados de la tercera sección. A la fecha, la segunda sección se encuentra en condiciones de insalubridad debido a los depósitos de residuos sólidos y aguas residuales de los asentamientos irregulares como ya fue descrito anteriormente a lo largo del documento.

Asimismo, la tercera sección se encuentra un poco menos deteriorada, aunque también presenta problemas de cambio de usos de suelo. A pesar de ello, actualmente existe un corredor ripario a lo largo de ambas secciones, cuyo estado varía de acuerdo a las afectaciones que se efectúan en las zonas colindantes al canal, pero que aún conserva características que permiten considerarlo como corredor biológico y refugio de la fauna, entre la cual figuran especies migratorias, así como especies de flora y fauna acuática.



## EVALUACION DE ALTERNATIVAS

Para el estudio, se evaluaron diversas opciones de ejecución del proyecto. No se consideró como opción el no hacer nada (opción nula), por dos motivos: el primero, es que en la zona no se han ejecutado acciones referentes a la construcción de infraestructura desde hace más de una década, lo que ha resultado en la problemática actual del sitio, misma que se ha explicado a lo largo de todo el documento. Es decir, el escenario nulo tiene ya más de diez años sucediendo, por lo que se requieren acciones urgentes para remediarlo. El segundo motivo, es debido a las responsabilidades que tienen las autoridades por el riesgo que corren los residentes de los asentamientos irregulares ante eventuales avenidas extraordinarias en la zona, como ha ocurrido en fechas recientes, que ha obligado a su reubicación temporal, pero que regresan a l sitio, a pesar del riesgo, además de los problemas de salud pública que se derivan de las descargas clandestinas al arroyo. Por ello, las opciones que se consideraron son:

- Hacer el proyecto con un canal totalmente revestido de concreto, en las Secciones II y III.
- Hacer el proyecto con un canal totalmente ecohidrológico, en las Secciones II y III.
- Hacer un proyecto con canal de concreto en la Sección II y parcialmente ecohidrológico en la Sección III, que es la que se propone en este trabajo.

Con el propósito de contar con mayores elementos de análisis, se hizo una corrida para evaluar los impactos ambientales de las 3 opciones, resultando como sigue:

Tabla 65. Impactos ambientales de las 3 opciones.

Parámetro	Opción 1	Opción 2	Opción 3
<b>Impacto global del proyecto</b>	<b>4.87</b>	<b>5.00</b>	<b>4.93</b>
Impacto a los elementos naturales	4.73	4.93	4.83
Impacto a los elementos socioculturales	5.06	5.09	5.07
<b>Grado de Impacto</b>	<b>Grave</b>	<b>Neutro</b>	<b>Significativo</b>
<b>Impactos identificados</b>	<b>75</b>	<b>92</b>	<b>123</b>
Impactos adversos o potencialmente adversos	51	36	72
Impactos adversos graves	8	1	1
Impactos adversos significativos	5	4	11
Impactos adversos poco significativos	23	15	35
Impactos potencialmente adversos	15	16	25



ABRIL DE 2009

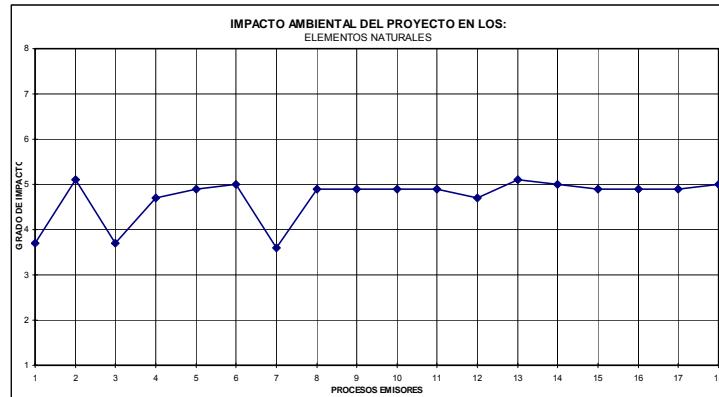
Parámetro	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Impactos benéficos	24	56	51
Impactos benéficos poco significativos	19	50	44
Impactos benéficos significativos	5	6	7

De lo anterior, se puede observar que es en los elementos naturales donde se generan los principales impactos de cada una de las opciones del proyecto.

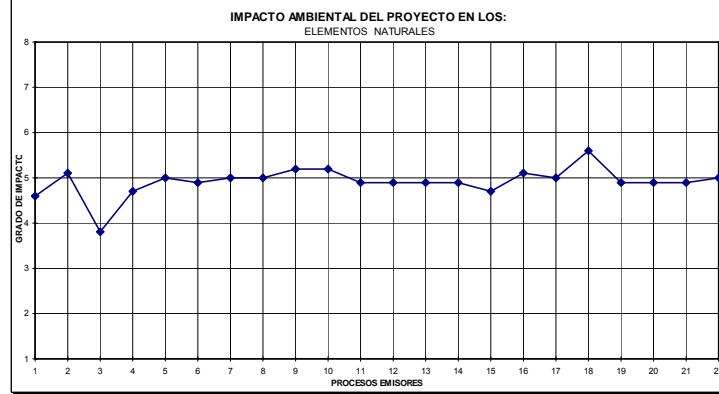
Por ello, abajo se muestran las gráficas para los elementos naturales, para facilitar la comparación:

No debe perderse de vista que, conforme a la escala de valores de referencia indicada en la Tabla 48, para los valores aplicados en la matriz de identificación del impacto ambiental, los impactos que estén por debajo de 5, son impactos negativos, mientras que los que estén por arriba, serán impactos benéficos.

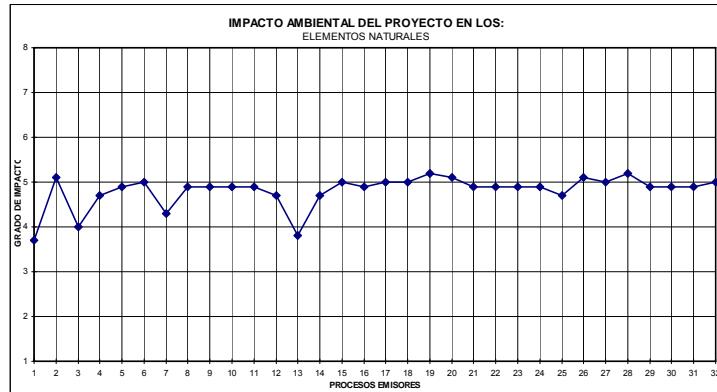
OPCION 1



OPCION 2



OPCION 3



Lo anterior, nos indica que la Opción 1, es la que mayor impacto genera a los elementos naturales, pues hay una pérdida permanente de algunos elementos como es la vegetación de tipo ripario, la flora y fauna acuática y de difícil recuperación como sería el caso de la fauna migratoria. Esta opción es la que con menor inversión facilita la integración urbana de la zona, ya que libera espacios para la construcción de una vialidad a lo largo la zona canalizada, además de facilitar el uso intensivo del suelo, como acontece actualmente en la Zona Río.

En la Opción 2, aunque los impactos iniciales pueden ser similares, por la remoción de la vegetación existente en el cauce, sus impactos se compensan posteriormente, al establecerse las condiciones para su recuperación, aunque debe promoverse la rápida ejecución de las medidas de mitigación, para impedir la ocupación de la zona de inundación por nuevos asentamientos irregulares. En esta opción, aunque también es posible la integración urbana de la zona, los usos del suelo serían menos intensivos, desde el punto de vista urbano, permitiendo la construcción de una vialidad a lo largo de la zona encauzada, aunque mediante afectaciones a terceros, dada la sección del mismo, requiriendo de una mayor inversión, además de posibles complicaciones ante eventuales litigios de propietarios inconformes con las afectaciones.

En el caso de la Opción 3, los impactos negativos que se provocan inicialmente, pueden ser parcialmente compensados mediante medidas de mitigación agresivas, que permitan generar áreas para el reestablecimiento de la vegetación riparia, aunque en una superficie menor a la que actualmente tienen (Zona de inundación y canal principal compactado), además de promover usos del suelo que permitan la infiltración lateral al acuífero. Por otro lado, esta opción también facilita la integración vial de la zona, al tener escasas afectaciones a terceros, además de permitir la integración urbana de la zona, sin necesidad de grandes inversiones.

Por otro lado, al ser la Opción 3, la considerada por el promovente para su desarrollo, enseguida se indican los escenarios ambientales previsibles, considerando:

1. La aplicación de las medidas de mitigación propuestas.
2. La aplicación parcial de las medidas de mitigación propuestas.
3. La no aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

#### PRIMER ESCENARIO: APPLICACIÓN TOTAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION

##### Construcción de la sección de canal de concreto (2010-2015)

Al finalizar la construcción de la sección de concreto, que ocupa la totalidad de la Sección II y una parte de la Sección III se prevé, en primer lugar, la reubicación de los residentes de las áreas invadidas y la remoción de construcciones heterogéneas que actualmente hay en el sitio. También se eliminarán los depósitos de basura, para erradicar las áreas insalubres. Asimismo, se removerá la vegetación del sitio, lo que dará a la zona un aspecto más árido. El canal quedará inmerso en las construcciones cercanas al Blvd. Gato Bronco, colindante con el talud al norte y, hacia el sur, con áreas mas bajas. Cercano al Blvd. Terán se espera que en el corto plazo continúe la presencia de zonas agrícolas.

El escenario esperado es de una completa incorporación de la zona del arroyo a los usos urbanos, de forma similar a como se encuentra la segunda etapa del Río Tijuana, pero con la diferencia de que en sus zonas aledañas las actividades agrícolas continúen desarrollándose en el corto plazo.

También se espera la construcción de una vía rápida a lo largo de la segunda sección del arroyo, para integrar esta zona con el resto de la ciudad de Tijuana, además de facilitar la comunicación vial a la proyectada tercera garita (Otay II).

##### Construcción de la sección ecohidrológica (2012-2017)

La construcción de esta sección, implica la remoción de la vegetación riparia y acuática en el polígono de terreno que será afectado por las obras. Esto cambiará radicalmente el aspecto visual del lugar, derivado de la limpieza y despalme y por los movimientos de tierra necesarios para la conformación de la cubeta del canal. Al final de la construcción, se prevé que la zona del canal se encuentre sin vegetación y por consiguiente, con muy poca fauna, salvo la asociada a las zonas urbanas. Por

el centro del canal se espera que corran las aguas provenientes de los ríos Tecate y Cottonwood, formando un caudal escaso pero consistente.

La zona de inundación se hallará sin vestigios de vegetación también de tal manera que conformará una planicie al lado sur del arroyo en esta sección y carecerá de la presencia de fauna.

Después de concluidas las obras, se espera que en el canal se generen algunos encharcamientos donde se encuentren algunas aves migratorias que, como se ha visto en otros sitios, son las primeras que utilizan los anegamientos. En algunas partes de la zona de inundación y del canal principal con plantilla compactada, se espera encontrar vegetación de tallas bajas retomando el terreno.

En la zona de inundación, en las secciones que se determinen para su reforestación y crear los parques lineales, se espera tener ya algunas partes reforestadas y con alguna infraestructura recreativa, siendo utilizada por canchas y zonas jardinadas, así como por áreas de vegetación original reubicada de la zona de trabajo de las obras. Se espera también la continuidad de los usos de suelo actual, en las zonas colindantes, mezclado pero en armonía con las zonas de inundación.

Asimismo, se esperarían trabajos para recuperar la flora y fauna acuática, a través de lagunas artificiales.

Por otro lado, se espera que haya continuidad en la construcción de la vía rápida por el arroyo, para terminar por conectarla al Corredor 2000, lo que promoverá usos del suelo urbanos en predios con mayor plusvalía, presionando al cambio de uso del suelo del sector primario.

#### Recuperación de la zona ecohidrológica (Largo plazo)

La perspectiva de este escenario se cumplirá en el caso de que se apliquen las medidas de mitigación propuestas para permitir la recuperación de la zona riparia en el canal ecohidrológico. A largo plazo, se espera que la comunidad de sauces se recupere en la zona del canal con material compactado y en la zona de inundación, quedando como un parche de vegetación riparia dentro de una zona urbana. Respecto a la flora y fauna acuática, se estima su recuperación, aunque las condiciones no serán iguales, dado que se perderá definitivamente la comunidad riparia en la sección de concreto.

Respecto a la zona de inundación, se espera que sea utilizada de manera intensa y que contenga áreas verdes consolidadas y áreas recreativas de uso común por los residentes, tanto de las zonas aledañas como de otras localidades cercanas.

Se espera que si se aplican las medidas de mitigación, los usos de suelo incluyan actividades del sector primario, pero integradas a los usos urbanos circundantes, de tal manera que formen una franja de amortiguamiento entre la zona urbana y la comunidad riparia recuperada.

Con este primer escenario, se prevé que de los 353,561.24 m<sup>2</sup> de vegetación riparia que se van a afectar, se recuperen 148,580.70 m<sup>2</sup>, es decir, únicamente el 42 %. Se pretende compensar otra parte con la reforestación de laderas, taludes y la zona de inundación, sin embargo, dado que no se cuenta con los estudios y los proyectos definidos, no se puede cuantificar esta compensación, que además no sería en vegetación riparia, sino con vegetación nativa. Esto significa que la disminución del hábitat de las especies de fauna se reduciría a menos del 50 % del actual.

#### SEGUNDO ESCENARIO: APLICACIÓN PARCIAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION

Para este escenario, se consideran dos grupos de medidas que son relevantes para la mitigación de los impactos ambientales más graves que generarán las obras, y son:

- a. No aplicar las medidas de mitigación para la protección del agua, en particular, las relativas a favorecer la recarga del acuífero.
- b. No aplicar las medidas de mitigación para la protección de la flora y fauna, en particular, las relativas a la regeneración de la comunidad riparia y acuática en la sección ecohidrológica.

A mediano y largo plazo, si no se toman las medidas de mitigación indicadas arriba, se estima que la ocupación del suelo de la zona será por usos urbanos intensivos que reducirán la recarga lateral del acuífero, haciendo que se reduzcan las posibilidades de recuperar la vegetación riparia en la zona de inundación de la sección ecohidrológica.

Aunque en la zona de inundación sería previsible que se establecieran los parques lineales que propone el promovente, tendrían más fines recreativos que de rescatar a una comunidad de vegetación que es importante desde el punto de vista ambiental, como es la riparia, por lo que sería previsible que se utilizara vegetación exótica para

su ornamentación. Por otra parte, de retrasarse las acciones en la zona de inundación, es previsible que haya presión por ocupar el suelo con asentamientos irregulares.

Otra posibilidad consiste en que, con el propósito de darle mantenimiento al canal principal con material compactado, se efectúen trabajos de desasolve con maquinaria pesada, con lo que se eliminará la posibilidad de recuperación de la vegetación riparia en mismo.

Es posible que este escenario de aplicación parcial de las medidas de mitigación conduzca a una situación semejante a la que produciría la canalización de concreto, es decir, a un impacto que iría de significativo a grave. Entonces la distribución del hábitat ripario quedaría restringida, para la zona, en la parte del río Tecate, justo hasta donde termina el proyecto de canalización, perdiéndose totalmente los 353,561.24 m<sup>2</sup> de vegetación riparia, y la totalidad de hábitat de la fauna en el área de estudio, con este segundo escenario.

Dadas las condiciones de presión por el uso de suelo en las zonas de recarga actuales (fuera del canal), es muy probable que este escenario se produzca. Esta probabilidad aumenta dado que en la plantilla del canal compactado es necesario evitar invasiones, por lo que es posible que las autoridades tiendan a impedir que se recupere la vegetación, o en otro caso, de que los mismos invasores sean quienes impidan que se recupere ocupando los espacios. Es por ello que se requiere de un esfuerzo para prevenir este escenario y una vigilancia constante del sitio.

#### TERCER ESCENARIO: NULA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION

En este escenario, se estima que los impactos ambientales previstos en la evaluación, se manifiesten en la zona, destacando:

- Usos del suelo intensivos que reduzcan las posibilidades de recarga del acuífero.
- No recuperación de la vegetación riparia y de aves migratorias, ni en la zona del canal principal, ni en la zona de inundación.
- Pérdida de la vegetación y fauna acuática, así como de las aves migratorias, por la desaparición de las lagunas artificiales existentes.
- Alta presión para ocupar el suelo de la zona de inundación, por asentamientos irregulares.
- Situaciones renovadas de riesgo, derivado de eventuales nuevos asentamientos irregulares en la zona de inundación.

- Contaminación del cauce, por descargas de aguas residuales generadas por eventuales asentamientos irregulares en la zona de inundación.

Al igual que el escenario anterior, este produciría un impacto grave, ya que la distribución de vegetación riparia y habita de la fauna actual se eliminaría completamente sin posibilidades de recuperación.

Del análisis anterior, se concluye que es indispensable la aplicación de las medidas de mitigación para conservar parcialmente la flora y fauna actuales. Sin embargo, los análisis realizados en los escenarios propuestos contienen solamente una visión local y limitada de las posibles consecuencias de la pérdida de las condiciones naturales del sistema del Arroyo Alamar. A pesar de la información con que se cuenta, no existen elementos para valorar a largo plazo y a una escala más amplia todas las implicaciones que tendría dicha pérdida, tanto a nivel regional como sus efectos globales, por ejemplo, el efecto a largo plazo de la disminución de superficie de humedales para las poblaciones de aves migratorias.

Por lo anterior, se recomienda que para tener la alternativa que mitigue de mejor forma los efectos del proyecto, se apliquen las medidas propuestas, dado que en la medida que se tomen en cuenta los efectos a los componentes ambientales afectados y se apliquen acciones de prevención, mitigación y restauración, se obtendrá una mejor calidad ambiental como resultado de la ejecución del proyecto.

## VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

Para verificar y dar seguimiento al cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación propuestas para el presente proyecto, se recomienda que el promovente o el encargado de la ejecución de las obras nombre un encargado de parte del equipo técnico, o en su caso se contrate personal para este fin. El encargado del seguimiento de las medidas propuestas, elaborará una bitácora de seguimiento de las mismas, las que servirán de base para la elaboración de los reportes periódicos que la autoridad requiera.

A continuación se presenta el programa de vigilancia ambiental propuesto:



**Tabla 66. Programa de Vigilancia Ambiental.**

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
<i>A. Protección y uso del suelo</i>	Ejecución de obras: Preparació n del sitio	1	Limitar la limpieza y despalme a zonas proyectadas. Para evitar la remoción innecesaria de cubierta vegetal en las zonas que no serán sujetas a las obras, realizar la limpieza y despalme únicamente en las superficies a utilizar en el proyecto, que corresponden a 69-16-92.05 Has en total.	Residente de obra	Hoja de control de trabajos asignados a contratistas
		2	Recepción de materiales de relleno. Para minimizar la explotación de los bancos de material pétreo durante la ejecución de las obras, y disminuir el impacto que tiene la explotación de los bancos propuestos, recibir materiales de relleno excedentes de otras obras o actividades, siempre que cumplan con la calidad requerida para tal fin durante las actividades referentes al movimiento de tierras y formación de terraplenes	Residente de obra	Hoja de control de material de relleno recibido, fuera de bancos de préstamo
	Ejecución de obras: Preparació n del sitio y construcción	3	Acotar las afectaciones por el parque de maquinaria. Para evitar contaminación al suelo por derrames de sustancias utilizadas en el desarrollo en actividades de almacenamiento, reparación o mantenimiento a la maquinaria y equipo, designar un sitio dentro de la zona de afectación, y no utilizar áreas que se encuentran fuera de las 69-16-92.05 Has destinadas al proyecto. Recubrir el suelo del sitio designado con una cubierta impermeable, para evitar infiltraciones contaminantes al suelo en caso de algún derrame. Esta medida se aplicará durante toda la ejecución de las obras.	Residente de obra	Reporte fotográfico de los sitios designados como parque de maquinaria y de la zona de reparación de maquinaria
		4	Regeneración de suelos deteriorados. Para propiciar la utilización del material vegetal removido durante la limpieza y despalme, separarlo del resto de materiales removidos, triturarlo y reutilizarlo en la regeneración de suelos deteriorados en la zona.	DSPM	Hoja de control del suelo vegetal removido y su destino
		5	Seguimiento a recomendaciones geotécnicas. Para garantizar la estabilidad de las obras, dar el seguimiento adecuado a las recomendaciones del estudio geotécnico emitidas para la construcción del canal y estructuras de incorporación de	Supervisor de obra	Reporte de supervisión

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
			afluentes.		
		6	Controlar la exposición de suelo. Con la finalidad de minimizar la erosión de las 69-16-92.05 Has del polígono del proyecto durante las lluvias, estar al pendiente de los eventos de lluvia, con el propósito de prever acciones que minimicen el arrastre de materiales, por la exposición de material suelto.	Supervisor de obra	Hoja de control de trabajos asignados a contratistas
Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación		7	Protección de las zonas agrícolas. Dada la importancia de las zonas agrícolas para la generación de bienes de consumo, que se encuentran condicionadas a la disponibilidad de tierras aptas para la producción agrícola, por el tipo de suelo y por la disponibilidad de agua, además de favorecer la recarga del acuífero, es de vital importancia su permanencia, por lo que es necesario evitar que se urbanicen. Lo anterior mediante la planeación del uso de suelo que facilite su permanencia, y el fomento de programas de apoyo a los productores.	IMPlan, DAU	Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Alamar
		8	Integración del canal a usos y proyectos en la zona. Con el objeto de que la sección ecohidrológica y de ésta, la zona de inundación sea conservada y no se vea afectada por proyectos de desarrollo en su superficie o por proyectos incompatibles en sus proximidades, realizar una recopilación y revisión de las propuestas de proyectos en las zonas cercanas, con la finalidad de analizar su congruencia y realizar una integración para prever conflictos de uso o favorecer el desarrollo de proyectos de conservación o de usos afines al propósito de dicha zona. Medida de aplicación permanente.	IMPlan, DAU	Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Alamar

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
<i>B. Protección del agua</i>	Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación	9	Incorporar las descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado municipal. Con el fin de darles el tratamiento adecuado, además de evitar la contaminación tanto de las aguas que corren por el cauce como de las aguas que se logren infiltrar al suelo, conectar al sistema de recolección de la CESPT, todas aguas residuales descargadas en el cauce, provenientes de las zonas urbanizadas regulares, colindantes que no cuentan con el servicio, después de reubicar los asentamientos irregulares,. Aplicar esta medida de forma permanente.	CESPT y SPA	Actas de visitas de verificación al sitio
		10	Protección de la zona de recarga. Para la protección de la zona de recarga aledaña al cauce, evitar que el suelo sea cubierto con materiales impermeables (pavimentos y pisos). Para esto, será necesario establecer regulaciones del uso de suelo con el fin de favorecer usos compatibles con la conservación del mismo, como por ejemplo las actividades agrícolas, pecuarias, recreativas y de conservación en la zona de recarga. Lo anterior mediante la elaboración y publicación del Plan Parcial de la Zona del Arroyo Alamar. Aplicar esta medida de forma permanente.	IMPlan, DAU	Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Alamar
		11	Protección a las partes altas de la cuenca. Dado que las partes altas de la cuenca, además de ser parte de la zona de recarga son también importantes aportes de servicios ambientales a las partes bajas, es necesaria su conservación. Esto se puede lograr promoviendo los usos de conservación y recreativos en dichas zonas de forma permanente, y evitando el cambio de uso de suelo en las mismas	IMPlan, DAU	Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Alamar
		12	Protección de taludes aledaños a la zona federal. Para evitar la urbanización de laderas cercanas a la zona federal y que además de servir como áreas de recarga tengan una mejor imagen, es conveniente realizar un análisis de las laderas y taludes que será necesario reforestar así como elaborar el programa respectivo, que incluya actividades de monitoreo y mantenimiento. Esta medida también	IMPlan, DAU	Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Alamar

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
<i>C. Protección de la flora y la fauna</i>			preserva la recarga del acuífero. Aplicar esta medida como un programa asociado a las obras, de tal manera que su ejecución sea permanente.		
			13 Optimización de la extracción de agua del subsuelo. Con el fin de evitar que baje el nivel freático, así como para mantener el caudal ecológico en la zona ecohidrológica, promover que se revisen los volúmenes actuales de extracción, para permitir el mantenimiento de los niveles óptimos para la conservación de zonas de vegetación acuática y riparia, evitando la explotación por arriba de dicho límite. Para ello, será necesario realizar un análisis de la capacidad de aprovechamiento del agua en la zona, en conjunto con los organismos correspondientes (Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, CESPT, y Comisión Nacional del Agua, CNA), para regular de manera efectiva los volúmenes de extracción de forma permanente	CESPT, CEA y CONAGUA	Análisis de la Capacidad de Aprovechamiento del agua en la zona del Alamar
	Ejecución de obras: Preparación del sitio	14	Programa de reforestación. Revisar y evaluar las acciones de reforestación presentadas a la SEMARNAT, con la finalidad de adaptarlas a las condiciones actuales del proyecto, dada la propuesta de eliminación del área de inundación y el cambio de concepto del canal ecohidrológico de la sección II, elaborando un Programa Integral de Forestación que considere los siguientes rubros: El análisis de las especies de flora que hay en la zona y que puedan ser rescatadas y reubicadas; Germinación y propagación de especies de la región, que se pueden utilizar en la zona de inundación, en los cañones y laderas cercanas al cauce y en las áreas de compensación por la vegetación removida por el proyecto. Aplicar esta medida previa al inicio de las obras, durante su desarrollo y de forma permanente.	IMPlan, DSPM	Programa Integral de Reforestación

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
		15	Rescate y reubicación de especies de fauna. Para no dañar ejemplares de las especies en riesgo, supervisar de manera continua que durante la operación de la maquinaria pesada, así como durante la construcción de las obras, no se afecten ejemplares de fauna en riesgo. Lo anterior mediante la presencia de personal capacitado en el sitio de las obras, quien efectuará una revisión de los frentes de trabajo y vigilará de forma permanente durante el movimiento de la maquinaria, para detectar ejemplares de especies de fauna y aplicar estrategias de reubicación a sitios donde sea factible su conservación.	Supervisor ambiental	Hoja de control de fauna rescatada y reubicada y reporte fotográfico
	Ejecución de obras: Preparación del sitio y construcción	16	Supervisión del uso de la maquinaria pesada: Para evitar daños a la vegetación y a la fauna fuera de las 69-16-92.05 Has a desarrollar, vigilar que la maquinaria pesada no circule por fuera de dicha zona, y en el caso de los accesos a la obra, vigilar que transite únicamente por las áreas estrictamente necesarias. Aplicar esta medida de forma continua durante el uso de maquinaria pesada.	Supervisor de obra	Reporte de supervisión
		17	Optimización en el tiempo de uso de la maquinaria. Para reducir el tiempo de emisión de ruido y evitar así disturbios innecesarios a la fauna de la zona y a los vecinos del sitio, utilizar la maquinaria únicamente durante el tiempo indispensable y durante horas hábiles. Aplicar esta medida de forma continua durante el uso de maquinaria pesada.	Residente de obra	Hojas de control de operación de maquinaria
		18	Permitir que la fauna se desplace. Con el fin de permitir que la fauna del sitio se desplace conforme avanzan las obras, efectuar la limpieza y despalme del terreno, así como los movimientos de tierras, avanzando por zonas, de manera gradual.	Supervisor de obra y supervisor ambiental	Reporte de supervisión

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
	Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación	19	Reubicación de especies vegetales. Con el objeto de favorecer la sobrevivencia de parte de la vegetación riparia que será afectada con el proyecto, integrar al Programa Integral de Forestación, la reubicación de especies de flora nativa del sitio, que considerará las especies con posibilidad de ser reubicadas, la cantidad de ejemplares a afectar y rescatar y las zonas donde sea posible su reubicación, además del monitoreo del establecimiento de estas especies al menos durante un ciclo fenológico.	IMPlan, DSPM	Programa Integral de Reforestación y hojas de control de actividades
		20	Programa de reubicación de fauna. Revisar las estrategias de reubicación de fauna presentadas a la SEMARNAT, con el objeto de adaptarlas al diseño actual del proyecto. Aplicar esta medida previa al inicio de las obras, durante su desarrollo y de forma permanente.	IMPlan	Programa de Reubicación de fauna actualizado
		21	Compensación de la cubierta vegetal removida. Con el fin de compensar las superficies de la vegetación que serán eliminadas por la ejecución del proyecto, designar los predios con superficie equivalente, que serán utilizados para este fin, e incorporarlos en el Programa Integral de Reforestación.	IMPlan, DSPM	Programa Integral de Reforestación
		22	Favorecer el establecimiento de lagunas artificiales. Dado que en algunas partes colindantes al cauce se localizan lagunas artificiales formadas durante actividades extractivas, y que éstas han mostrado tener beneficios para el establecimiento de especies de flora y fauna acuática, y debido a que por su escasez, es de suma importancia la conservación de estos ecosistemas en la región, con el fin de conservar o recuperar la flora y fauna asociada a dichas lagunas favorecer su permanencia evitando su desaparición o relleno. Lo anterior mediante la aprobación de proyectos que favorezcan los usos de suelo recreativos y de conservación, o en su caso, permitir la creación de nuevas lagunas en sitios apropiados. Esta medida tiene también el beneficio de favorecer la recarga del acuífero. Medida de aplicación	IMPlan, DSPM, CONAGUA	Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Alamar

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
			permanente desde antes del inicio de las obras.		
	Construcción y operación	23	Recuperación de la vegetación acuática. Con la finalidad de que se propicie el crecimiento de especies vegetales acuáticas como <i>Juncus sp.</i> y <i>Scripus sp.</i> , formando áreas clave para refugio para anfibios, aves migratorias y otras especies de fauna en la zona, permitir que se formen de manera natural espejos de agua permanentes en el tramo ecohidrológico del canal principal o elaborar y ejecutar proyectos para este propósito. Aplicar esta medida de forma permanente una vez finalizada la construcción de este tramo.	DSPM, CONAGUA	Manual de mantenimiento en la zona del canal
		24	Reforestación de la zona de inundación. Incorporar la zona de inundación al Programa Integral de Reforestación, para que de acuerdo a las actividades a las que esté destinada, se utilicen especies nativas afines a las comunidades riparia y acuática, de tal manera que forme un área de transición con las zonas colindantes.	IMPlan, DSPM	Programa Integral de Reforestación

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
	Operación	25	Recuperación de la comunidad riparia. Con el fin de permitir la regeneración de la vegetación de galería y el ecosistema ripario en la sección III, dada su importancia como refugio de la fauna y como corredor biológico, así como para la preservación de la diversidad florística, cuidar que la maquinaria utilizada para el mantenimiento y limpieza del canal, no remueva los brotes o ejemplares de sauce ( <i>Salix sp.</i> ), álamo ( <i>Populus sp.</i> ) y aliso ( <i>Platanus sp.</i> ) que se encuentren en recuperación en la zona del canal principal (plantilla) y la zona de inundación. Para lo anterior, deberá elaborarse un Manual de Mantenimiento Preventivo en la zona del canal ecohidrológico, que será aplicado por los operadores de la maquinaria. Aplicar esta medida de forma permanente una vez finalizada la construcción de este tramo.	DSPM	Manual de mantenimiento en la zona del canal
		26	Monitoreo de la evolución de la vegetación. Con el fin de asegurar que la vegetación riparia se restablezca en el canal ecohidrológico, realizar una evaluación continua de su recuperación, mediante recorridos periódicos bianuales, de los que se elaborarán reportes y en caso necesario, se aplicarán estrategias de protección.	IMPlan	Reportes de seguimiento
<i>D. Prevención de riesgos</i>	Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación	27	Actividades comunitarias en la zona de inundación. Para minimizar los riesgos a la población durante eventos de lluvias extraordinarias, y aprovechar las zonas federales, dar prioridad a espacios públicos como áreas jardinadas, parques, áreas culturales, deportivas y vialidades, en la zona federal, en congruencia con el convenio celebrado entre el municipio y CNA. Para ello se deberá de elaborar y construir las instalaciones previstas en el parque lineal.	DOIUM	Criterios de diseño de las instalaciones a construir en la zona de inundación
		28	Evitar la obstrucción de escurrimientos intermitentes. Para no propiciar situaciones de riesgo y no afectar a los predios vecinos, durante los movimientos de tierras para la construcción del canal, no depositar materiales sueltos en los sitios de incorporación de los afluentes identificados (en donde se construyen las estructuras de	Supervisor de obra	Reporte de supervisión

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
			incorporación de afluentes que son parte de las obras). Aplicar esta medida durante los periodos de lluvias.		
		29	Programación de actividades. Para evitar que la zona federal colindante a las obras en la sección III sea invadida por asentamientos irregulares, la ejecución de los recursos y programación de las obras se deberá realizar de forma tal que se eviten la invasión y el consiguiente gasto de reubicación.	SDU	Programa de ejecución de obras en la zona de inundación del Alamar
		30	Ejecución de proyectos asociados. Con el fin de evitar la utilización de los 105,328.28 m <sup>2</sup> correspondientes a la zona de inundación por asentamientos irregulares una vez que se haya construido el canal, programar el diseño y la ejecución de los proyectos referentes a la utilización de dicha zona de inundación (parques, centros culturales y deportivos), de tal manera que se ejecuten en el tiempo adecuado para impedir la invasión de dicha zona de inundación.	SDU	Programa de ejecución de obras en la zona de inundación del Alamar
		31	Evitar la modificación de afluentes. Para evitar las condiciones de riesgo en las zonas aledañas a los afluentes, que pudieran ocasionar anegaciones, inundaciones y deslaves, debido a la sobrecarga o saturación de las estructuras de incorporación, supervisar de manera permanente que las actividades que se realicen en las áreas aledañas a dichos afluentes no obstruyan o modifiquen el curso de las aguas, a no ser que los proyectos se encuentren plenamente justificados técnicamente.	Supervisor de obra	Reporte de supervisión

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
	Operación	32	Elaborar un programa de prevención y atención a emergencias y contingencias. Con el propósito de estar preparados para atender eventuales avenidas extraordinarias y afectaciones a las instalaciones que se realicen en la zona de inundación, elaborar un Programa de Prevención y Atención a Emergencias y Contingencias, en el que se detallen las acciones a realizar para minimizar la magnitud de las afectaciones, antes, durante y después de los eventos extraordinarios. Aplicar esta medida de manera permanente, sobre todo antes y durante la temporada de lluvias	IMPlan, Protección Civil	Programa de Prevención y Atención a Emergencias y Contingencias en la Zona de Inundación del Alamar
		33	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Para evitar la acumulación de materiales de arrastre así como el depósito de basuras generadas por los residentes de la zona, implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para el desazolve del canal de concreto y de sus estructuras de aporte, que se realice en forma periódica (una limpieza anual antes de cada temporada de lluvias) para evitar la acumulación de basuras y malezas en la zona de canal de concreto. Asimismo, como indica el convenio de coordinación celebrado con la CNA, después de la ocurrencia de crecientes o avenidas que pudieran modificar la zona federal y los cauces, ejecutar las acciones de mantenimiento y desazolve necesarias para evitar reproducir situaciones de riesgo.	DSPM	Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en la zona del Alamar
		34	Protección del área de inundación. Vigilar de forma permanente que la zona de inundación se encuentre libre de construcciones permanentes que puedan obstruir el flujo de las aguas o modificar su curso, por lo que las actividades que ahí se desarrolleen serán de tipo recreativo, deportivo o de conservación.	Protección Civil	Programa de vigilancia de zonas de riesgo en el Alamar y reporte de recorridos
		35	Regeneración de la zona riparia. Dado que la vegetación riparia alta disminuye la velocidad de las aguas y, en consecuencia, la erosión, es conveniente favorecer su regeneración, con el fin de disipar la energía de los escorrentimientos,	DSPM	Manual de mantenimiento en la zona del canal

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
			disminuyendo el arrastre de materiales aguas abajo.		
		36	Rehabilitación de cañones y prevención de azolves. Con la finalidad de evitar obstrucciones que entorpezcan la llegada de los escurrimientos al canal, e impedir situaciones de riesgo, además de favorecer menos arrastre de sedimentos y una mejor imagen urbana, elaborar programas de rehabilitación de los cauces tributarios al arroyo Alamar, que incluyan actividades de limpieza y de forestación de laderas y taludes, aplicadas de manera permanente.	DSPM	Programa de Rehabilitación de laderas y taludes en la zona del Alamar
<i>D. Protección de la calidad del aire</i>	Ejecución de obras: Preparación del sitio y construcción	37	Humedecer las zonas en que se harán los movimientos de tierras. Con el propósito de evitar la dispersión de polvos a las actividades colindantes, durante las actividades de limpieza y despalme y los movimientos de tierras, humedecer los materiales de tal forma que se evite la dispersión de partículas a la atmósfera.	Residente de obra	Hojas de control de trabajos realizados
		38	Cubrir los camiones de volteo que transporten material pétreo. Para evitar la dispersión de polvos durante el transporte de materiales pétreos, cubrir con lonas los camiones de volteo que transporten material a granel. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras	Supervisor de obra	Reporte de supervisión
	Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación	39	Programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo utilizado. Para minimizar las emisiones contaminantes a la atmósfera y el ruido que genera, establecer un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo que se utilizará durante la obra para optimizar su funcionamiento y asegurar que los sistemas de combustión sean eficientes. Este programa deberá de llevar el seguimiento y registro mediante bitácoras de control. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras	Supervisor de obra	Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de maquinaria y equipo

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
		40	Control de las emisiones de ruido. Para evitar molestias ocasionadas por la emisión de ruido a los predios vecinos, verificar que la maquinaria cuente con dispositivos contra el ruido y restringir el uso de la maquinaria a horas hábiles. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras.	Supervisor de obra	Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de maquinaria y equipo
<i>E. Manejo de residuos</i>	Ejecución de obras: Preparación del sitio	41	Manejo de material contaminante retirado del cauce. Enviar los materiales actualmente depositados en el cauce (residuos sólidos urbanos y llantas usadas) al relleno sanitario para su disposición final cuando así le aplique, o en su caso al sitio de disposición final autorizado. En el caso de los residuos que no sean aptos para su disposición en el relleno sanitario, llevar un registro del tipo de residuo, cantidad y manejo aplicado. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras.	Supervisor de obra	Hojas de control de los RSU y su destino
	Ejecución de obras: Preparación del sitio y construcción	42	Elaborar planes de manejo de los residuos que generen durante las obras. Elaborar los planes de manejo para los residuos peligrosos siguientes: Aceites lubricantes usados, convertidores catalíticos usados y acumuladores usados que contengan plomo. Asimismo, elaborar los planes de manejo para los residuos de manejo especial que se generen, como son: Residuos provenientes de las rocas o productos de su descomposición que no son competencia federal, así como los residuos de construcción, mantenimiento y demolición, en general.	Residente de obra y contratistas	Planes de manejo de los diversos residuos que se generen
		43	Manejo de residuos domésticos. Para el almacenamiento temporal de los residuos domésticos producidos por los trabajadores del proyecto, instalar contenedores con tapa y enviar dichos residuos para su disposición final al relleno sanitario. Se llevará un registro de la cantidad de residuos generados mediante una bitácora de generación de residuos. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras.	Supervisor de obra	Hojas de control de los residuos domésticos y su destino

Grupo	Etapa	No.	Medida de Prevención o Mitigación	Responsable	Seguimiento
		44	Manejo de residuos sanitarios durante la ejecución de las obras. Para el manejo de los residuos sanitarios generados por los trabajadores, contratar a una compañía para la renta de sanitarios portátiles. El manejo de estos residuos lo realizará esta compañía especializada y autorizada, quien los llevará a tratamiento o a su sitio de disposición final. Se llevará un registro de la cantidad de residuos generados mediante una bitácora de generación de residuos. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras	Supervisor de obra	Contrato de letrinas portátiles y hojas de control de servicios realizados
	Todo el desarrollo del proyecto: Preparación del sitio, construcción y operación	45	Manejo de residuos peligrosos. Para el manejo de este tipo de residuos, se contratará a una empresa especializada, conforme a lo establecido en la normatividad. Esta empresa proporcionará las alternativas de manejo que considere más adecuadas, de acuerdo a cada residuo, ya sea para su reuso, reciclaje, incineración o confinamiento definitivo. Se llevará un registro del tipo y cantidad de residuos generados, su alternativa de manejo y su destino final, y se elaborará el programa de manejo respectivo. Medida de aplicación permanente durante la ejecución de las obras	Supervisor de obra	Registro como generadores de residuos peligrosos, bitácoras de entrada y salida y certificados de disposición final
	Operación	46	Manejo de los residuos sólidos no peligrosos. Los residuos no peligrosos producto de las actividades de limpieza y mantenimiento del canal serán enviados al relleno sanitario para su disposición final. Se llevará un registro de la cantidad de residuos generados mediante una bitácora de generación de residuos. Medida de aplicación permanente durante las actividades de mantenimiento del canal.	DSPM	Hojas de control de los residuos retirados del sitio y su destino
		47	Manejo de material depositado en el canal (arenas). El material obtenido de las actividades de desazolve del canal será dispuesto en un lugar de tiro autorizado. Se llevará un registro de la cantidad de material generado mediante una bitácora, en la que se indicará el volumen y destino de los residuos. Medida de aplicación permanente	DSPM	Hojas de control del material retirado y su destino

### VII.3 Conclusiones

De los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que el proyecto de construcción de la canalización del Arroyo Alamar, generará un **deterioro significativo** al ambiente, por lo que se requieren de medidas de prevención y mitigación rigurosas, para reducir las afectaciones. Los impactos más graves consisten en la remoción del hábitat ripario durante la preparación del sitio del proyecto, la cual afectará tanto a la vegetación de galería (riparia) como acuática y, por consiguiente, a la fauna presente que, en este caso, consiste en fauna terrestre y acuática pero, en especial, a las aves migratorias que utilizan como sitio de refugio y anidación la franja de vegetación del arroyo. Además se trata de un corredor biológico que se distribuye desde la carretera a Tecate, hasta donde actualmente inicia el canal de concreto del arroyo Alamar. Este corredor ripario es una de las pocas zonas de este tipo que se encuentran en la región, de ahí que éste sea un atributo más para su valor.

La obra está compuesta de dos tramos, la Sección II, que va del Blvd. Clouthier al Blvd. Terán Terán, que se encuentra actualmente en condiciones de riesgo tanto físico como de salubridad y, la Sección III, que va del Blvd. Terán Terán al Puente del Cañón del Padre, que se encuentra más saludable aunque también con afectaciones. La matriz de impacto ambiental indica que los efectos de la construcción del canal de concreto serán menos agresivos al ambiente que los impactos por la construcción de la sección III, debido a las condiciones actuales de insalubridad y riesgo que prevalecen en la Sección II, es decir, el balance de los impactos de las dos secciones difiere debido a las condiciones actuales de cada una, ya que en la primera, el ambiente se encuentra en una situación de deterioro más notorio que en la Sección III.

Asimismo, se reportan impactos benéficos significativos en los referente a los receptores del medio sociocultural, como en la mayoría de los proyectos, sobre todo porque se trata de una obra de protección a la población ante avenidas extraordinarias, una acción de saneamiento de las aguas del arroyo, debido a las descargas sanitarias provenientes de los asentamientos irregulares y por las actividades colindantes, además de permitir la integración de la zona del Alamar al desarrollo urbano de la ciudad. En este caso, también hay posibles efectos negativos hacia las actividades del sector primario, ya que recibirá la presión de los usos urbanos que se realicen en la zona.

Desde el punto de vista regional, este proyecto también es relevante pues está considerado en el Plan Estratégico del Corredor Binacional Otay Mesa-Mesa de Otay, desarrollado conjuntamente por el Condado de San Diego y el Municipio de Tijuana, en el que se consideran acciones específicas para el Arroyo Alamar, además de formar

parte de la Iniciativa de Conservación Binacional de Las Californias y de la Cuenca Binacional del Río Tijuana, además de que las obras en el arroyo, tendrán una influencia en la comunicación vial para la proyectada garita Otay II.

En este sentido, al tratarse de una obra necesaria, en la cual se modifica parcialmente el enfoque ecohidrológico ya autorizado por SEMARNAT (debido a la reducción de la Zona Federal del Arroyo Alamar), obliga a considerar medidas de mitigación agresivas, que se realicen para asegurar recuperar parcialmente las afectaciones a la comunidad riparia y a la zona de recarga del acuífero.

Para ejecutar las medidas propuestas, se requiere de la participación comprometida y coordinada de varias dependencias del gobierno municipal, estatal y federal.

Por último, es conveniente indicar que el alcance de este análisis es limitado si se considera que el sistema ambiental no tiene fronteras definidas. Los resultados obtenidos son una estimación de los cambios que ocurrirán en el área de estudio, y sobre todo, en el sitio del proyecto, mas se carece de elementos para definir la magnitud de algunos otros efectos a otras escalas, como serían por ejemplo, sus consecuencias para el cambio climático, y las sinergias que esta pérdida ocasionará.

#### VII.4 Recomendaciones

La modificación del proyecto inicial de canalización se debe, en una primera instancia, a la modificación de la zona federal del arroyo Alamar, establecida en el 2006, para sustituir la que se tenía en el 2002. Sin embargo, no se tiene referencia de que haya sido publicada esta nueva delimitación, por lo que es recomendable que se asegure que los trabajos se realicen sobre una zona federal bien definida jurídicamente, ya que con las obras se tendrán superficies a desincorporar del dominio público.

Uno de los impactos que surge casi siempre como consecuencia de la construcción de infraestructura es la urbanización de la zona, con el desplazamiento de las actividades del sector primario. Esta urbanización repercute siempre en la destrucción del suelo, cuya función además de sostén de las funciones vitales es la de permitir la recarga del acuífero.

De acuerdo a la información que se presenta, el acuífero se encuentra recuperado, ya que recibe aportes por la infiltración en el suelo de las zonas circundantes y no solamente mediante infiltración en el cauce del arroyo. Con la urbanización de la zona, el suelo quedará impermeabilizado al cubrirse con los pavimentos y pisos de viviendas



ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

y locales, por lo que se perderá ese aporte. Las medidas propuestas proponen la conservación de la zona de recarga, sin embargo, se debe de considerar la pérdida de la misma por urbanización, dado que muchas veces los esfuerzos de las autoridades no son suficientes para impedir que los particulares vendan sus predios a empresas urbanizadoras.

Por lo anterior, es recomendable que se busquen maneras de favorecer que la zona del cauce conserve su capacidad de infiltración, ya que en un futuro, de favorecerse usos del suelo que impliquen el sellamiento del suelo, es previsible que la zona de recarga lateral al cauce se reduzca sensiblemente.

Dado que el documento rector de los usos de suelo en la zona actualmente es el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Tijuana (PDUCPT), se requiere de una estrategia más específica para el sitio, por lo que se recomienda que se retome la elaboración del Programa Parcial de Desarrollo Urbano para la Zona del Alamar, en el que se retomen las medidas de mitigación propuestas, de tal manera que se logre la integración del proyecto a los usos de suelo de la zona, lo que redunda en la integración de estrategias de conservación de este importante ecosistema.

Se recomienda también que para evitar el aumento de los asentamientos irregulares y los usos de suelo incompatibles con el proyecto, hasta no tener publicado el Programa Parcial o, por lo menos, unas Directrices Generales de Desarrollo Urbano, se reexpida una moratoria de usos del suelo en la zona.

Por otro lado, aunque es difícil el completo control de los usos de suelo, dadas las presiones de densificación que conlleva el crecimiento urbano, se recomienda que la zona del canal conserve su capacidad como zona de recarga del acuífero.

Para ello se recomienda utilizar alternativas al concreto hidráulico; si bien algunas repercuten en un costo mayor, se tendrán beneficios en disponibilidad de agua. Algunas de estas alternativas pueden ser el uso de adoquín, que ha resultado tener buena capacidad absorbente; otras alternativas son el uso de concretos filtrantes, gaviones y enrocamientos, que aunque su costo de mantenimiento es mayor, debido a que se debe de impedir la colmatación, también presentan el beneficio de permitir la regeneración de vegetación y por consiguiente, de fauna.

A la fecha se han realizado diversos estudios y propuestas de canalización del Arroyo Alamar por diferentes instituciones, incluyendo algunas del extranjero (Ponce et al, 2004; Michelle y Graizbord, 2002), utilizando las opciones que se acaban de mencionar, por lo que es muy importante retomarlas, debido a que el proyecto conlleva alteraciones graves al ambiente. Entre mejores opciones de solución a los impactos, se



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 193

obtendrá una mejor calidad ambiental en el entorno. Las tecnologías mencionadas, como adoquines absorbentes y concretos filtrantes, incluso pueden utilizarse como criterios de construcción en las zonas urbanizadas, permitiendo la recarga del acuífero.

Por otro lado, es evidente que hay impactos que no se mitigarán con las medidas propuestas, como es la pérdida del corredor ripario en la sección de concreto, ya que como se comentó anteriormente, se propone únicamente su recuperación en la sección ecohidrológica, pero esta medida sólo sirve para mitigar el efecto del proyecto en dicha sección, y equivale a recuperar solamente el 42 % de la vegetación riparia existente en la Sección III. Por ello, para compensar las superficies de la comunidad riparia que se perderán en las Secciones II y III, se recomienda que en predios equivalentes, preferentemente en las colindancias o en otros sitios de la ciudad, se establezcan nuevas áreas verdes (a la fecha hay una propuesta de construir un parque lineal para aprovechar la zona de inundación de la Sección III).

La canalización ecohidrológica permite la recuperación parcial de la comunidad riparia, por lo que es un argumento más a favor de la elección de una alternativa de ese tipo. La compensación de las áreas verdes es una medida complementaria para mitigar el efecto que tendrá el proyecto respecto a la pérdida de superficies con vegetación, por lo que ambas medidas son de suma importancia.

En los diversos instrumentos de planeación urbana, se reconoce la importancia de los corredores riparios, por lo cual se establecen políticas de protección para los mismos. Sin embargo, en la práctica las circunstancias existentes obligan a dar prioridad a otro tipo de políticas. Un ejemplo de esta situación es el arroyo Alamar. Para este sitio, debido a la invasión de que fué objeto y al grado de contaminación de sus escurreimientos, el saneamiento y la obra de protección son una prioridad. Estas obras, ante la escasez de recursos económicos, deben restringirse al máximo a la zona federal, con la consecuente afectación al ecosistema ripario.

En este sentido, las medidas propuestas tienen la mayor relevancia para mitigar los impactos que generan este tipo de obras para recuperar, aunque sea parcialmente, este tipo de vegetación. Por ello, es necesario que el promovente y las autoridades de los diversos niveles de gobierno, le den al programa de vigilancia ambiental la prioridad necesaria, para cumplir con las medidas de mitigación que se proponen.

Por otro lado, para determinar el monto total de los recursos necesarios para ejecutar las medidas de mitigación, el promovente deberá revisar las medidas que finalmente determine la autoridad ambiental y cuantificar sus alcances, para presupuestarlas y obtener la cantidad de recursos necesarios para su implementación.



ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

Finalmente, se estima que será problemática la coordinación para el cumplimiento de las medidas de mitigación, debido a que son varias dependencias municipales las que deben intervenir para este propósito. Por ello, es recomendable que se constituya un organismo paramunicipal (posiblemente un fideicomiso) que, además de otras funciones operativas, tenga la responsabilidad darle seguimiento a las medidas de mitigación que la autoridad ambiental establezca para el proyecto. Asimismo, el sector social juega un papel importante para que los trabajos lleguen a buen fin, por lo que se recomienda que se considere a organismos del sector social para formar parte de un comité de seguimiento o alguna estructura de participación similar.

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

### ***VIII.1 Formatos de presentación***

#### ***VIII.1.1 Planos definitivos***

Se incluyen los siguientes planos:

- Plano 1. Croquis de localización
- Plano 2. Subcuenca
- Plano 3. Etapas de canalización
- Plano 4. Modificaciones a zona federal
- Plano 5. Planta de conjunto y zona federal
- Plano 6. Modificaciones al trazo del canal
- Plano 7. Desincorporación de zonas federales
- Plano 8. Secciones de encauzamiento
- Plano 9. Plano de conjunto Km 3 al 6
- Plano 10. Plano de conjunto Km 6 al 10.2
- Plano 11. Detalles de construcción Km 6 al 10.2
- Plano 12. Empotramiento en Km 6
- Plano 13. Enrocamiento en captación
- Plano 14. Estructura tipo II
- Plano 15. Estructura tipo IV
- Plano 16. Estructura tipo V
- Plano 17. Estructura tipo VI
- Plano 18. Estructura tipo VI



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 195

- Plano 19. Estructura tipo VIII
- Plano 20. Estructura tipo IX
- Plano 21. Hidrología
- Plano 22. Bancos de préstamo
- Plano 23. Área de estudio
- Plano 24. Perfiles estratigráficos
- Plano 25. Topografía natural
- Plano 26. Vegetación
- Plano 27. Vegetación afectada
- Plano 28. Paisaje
- Plano 29. Unidades ambientales
- Plano 30. Respuesta ambiental

### **VIII.1.2 Fotografías**

Se anexa Reporte Fotográfico, que incluye una sección referente a paisaje y croquis de ubicación de las fotografías presentadas, así como fotografías aéreas.

### **VIII.2 Otros anexos**

a) Documentos legales. Se anexan a esta manifestación los siguientes documentos legales:

- Se anexa copia simple del Acuerdo que Crea el Organismo Público Descentralizado de la Administración Pública Municipal denominado Instituto Municipal de Planeación (IMPlan), publicado en el Periódico Oficial de fecha 28 de Diciembre de 1998.
- Se anexa Reforma al Acuerdo de creación del Instituto Municipal de Planeación, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 21 de julio de 2006.
- Se anexa también Reglamento Interno del Instituto Municipal de Planeación, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 2 de enero del 2009.
- Acta de la Sesión de la Junta de Gobierno del IMPlan, de fecha 19 de Diciembre de 2007, en que se designa al Arq. Luis Alfonso Duarte Mora como Director General del organismo.

- Autorización en materia de impacto ambiental al proyecto de canalización de las tres secciones, emitida por la SEMARNAT mediante oficio SGPA/DGIRA.DG.-1407/07, de fecha 25 de junio de 2007.
- Autorización del plazo de ejecución de los trabajos, emitida por la SEMARNAT mediante oficio SGPA/DGIRA.DG.-0502/08, de fecha 03 de marzo de 2008.
- Autorización de modificación de las obras autorizadas en la primera etapa del proyecto, comprendido entre el Km. 0+000 y el Km. 2+917, emitida por la SEMARNAT mediante oficio SGPA/DGIRA.DG.-1553/08, de fecha 27 de mayo de 2008.
- Oficio SGPA/DGIRA.DESEI.-0729/08, de fecha 24 de junio de 2008, mediante el cual SEMARNAT se da por enterada del informe de actividades para el cumplimiento a los términos y condicionantes estipulados e la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto.
- Convenio de coordinación para transferir la zona federal de dos tramos del Arroyo Alamar, celebrado el 25 de febrero del 2004, entre la SEMARNAT por conducto de la Comisión Nacional del Agua (CNA), y el Municipio de Tijuana.

b) Cartografía consultada:

Se consultó la siguiente cartografía elaborada por INEGI, correspondiente a la región Tijuana I11-11, escala original 1:250,000.

- Carta de efectos climáticos de mayo a octubre
- Carta de efectos climáticos de noviembre a abril
- Carta Topografía
- Carta Edafología
- Carta de Hidrología de Aguas superficiales
- Carta de Hidrología de Aguas Subterráneas
- Carta de Uso de Suelo y Vegetación

Se consultó la siguiente cartografía elaborada por la Dirección Municipal de Protección Civil de Tijuana, en el Atlas Municipal de Riesgos publicado en marzo del 2000, escala original 1:112,000.

- Carta de Litología Superficial
- Carta de Agentes Perturbadores de Origen Geológico: Fallas locales

- Carta de Agentes Perturbadores de Origen Geológico: Peligros colaterales - Zonas de inundación por ruptura de presas y tanques de almacenamiento

Se incluye en el apartado Anexo cartográfico.

Asimismo, se consultó cartografía elaborada por diversas fuentes, entre las que se encuentra la cartografía elaborada por IMPLAN (referente a la pérdida de vegetación) y la cartografía en línea de SEMARNAT y el INEGI, en las páginas siguientes:

- ✓ Mapa digital de México, <http://galileo.inegi.gob.mx/website/mexico/viewer.htm>
- ✓ Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN)  
<http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/geointegrador/mviewer/viewer.htm>

c) Diagramas y otros gráficos.

Se presentan las siguientes gráficas:

1. Grafica de impacto ambiental de los procesos naturales
2. Gráfica de impacto ambiental de los procesos socioeconómicos
3. Gráfica del impacto global del proyecto.

e) Estudios de campo.

- Resumen del estudio de Hidráulica fluvial realizado para la zona del Arroyo Alamar.
- Resumen del estudio de geotecnia, referente a la ubicación de bancos de materiales.
- Acciones de reforestación para el proyecto de encauzamiento del Arroyo Alamar y construcción de la vialidad Vía Rápida Alamar del Km 0.000 al Km 10+205 en el municipio de Tijuana, Baja California, elaborada por la empresa Lorax Consultores S.A. de C.V. en noviembre del 2007.
- Acciones de rescate y reubicación de fauna para el proyecto de encauzamiento del Arroyo Alamar y construcción de la vialidad Vía Rápida Alamar del Km 0.000 al Km 10+205 en el municipio de Tijuana, Baja

California, elaborada por la empresa Lorax Consultores S.A. de C.V. en noviembre del 2007.

## IX. BIBLIOGRAFIA.

1. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, sin año.
2. Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
3. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation.
4. Canter, Larry W. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. Ed. McGraw Hill.
5. Canter, Larry W. y L. G. Hill. 1979. Handbook of variables for environmental Impact Assessment. Ed. Ann Arbor Science.
6. Comer, Katherine, Delgadillo-Rodríguez, J. y Ruiz-Campos G. 2005. Rapid ecologic assessment and sustainable design alternatives for the San Diego-Tijuana-Tecate Corridor, San Diego State University - Universidad Autónoma de Baja California.
7. Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, 2003. Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento en los Municipios de Tijuana Playas de Rosarito.
8. Comisión Nacional del Agua - SEMARNAT. 2007. Programa Nacional Hídrico 2007 - 2012.
9. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). Página de internet [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
10. Consejo Nacional de Población (CONAPO). Pagina de internet [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)

 ABRIL DE 2009	<b>INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION</b> <b>MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO</b> <b>ALAMAR</b> <b>DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.</b>	MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS  PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558
--	--	---

11. Comisión de Planeación para el Desarrollo del Estado (COPLADE). 2008. Plan Estatal de Desarrollo 2008 – 2013.
12. Comisión de Planeación para el Desarrollo Municipal de Tijuana (COPLADEM). 2008. Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010.
13. Delgadillo, José. 1997. Florística y ecología del norte de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California.
14. Emmel Thomas C., 1975. Ecología y Biología de las poblaciones. Interamericana, Mcgraw-Hill, México D.F.
15. Ernst, Carl H. Venomous reptiles of North America. Smithsonian Institution Press.
16. Espinoza, A. E., P. Magdaleno, y V. M. Ponce. 2004. Arquitectura fluvial sustentable en el Arroyo Alamar, Tijuana, Baja California, México. Artículo en línea: [http://ponce.sdsu.edu/alamar\\_arquitectura\\_sustentable\\_reporte1.html](http://ponce.sdsu.edu/alamar_arquitectura_sustentable_reporte1.html).
17. Gobierno del Estado de Baja California. 1995. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California. Periódico oficial de fecha 21 de octubre de 2005.
18. Gobierno del Estado de Baja California. 2001. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California.
19. Gobierno del Estado de Baja California. Pagina de internet [www.bajacalifornia.gob.mx](http://www.bajacalifornia.gob.mx)
20. Gobierno del Estado de Baja California. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California en materia de Impacto Ambiental.
21. Gómez Orea, Domingo. 1999. Evaluación del Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, Ed. Agrícola Española, S.A.
22. González de Matauco, Askoa Ibáñez. Sin año. Impacto de los embalses y las canalizaciones en las crecidas en el río Zadorra (Alava). Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco.

 IMPLAN Instituto Municipal de Planeación	<b>INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION</b> <b>MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO</b> <b>ALAMAR</b>  DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.	MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS  PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558
ABRIL DE 2009		

23. Gordillo Martínez, Alberto José. 2002. Apuntes del curso “Estudios de Impacto Ambiental” coordinado por la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Tijuana.
24. Groffman1, Peter M, Daniel J Bain, Lawrence E Band, Kenneth T. Belt, Grace S. Brush, J. Morgan Grove, Richard V. Pouyat, Ian C. Yesilonis, and Wayne C. Zipperer, 2003. Down by the riverside: urban riparian ecology. *Front. Ecol. Environ.* 2003; 1(6): 315–321.
25. H. Ayuntamiento de Tijuana B. C. 2002. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tijuana 2002-2025. Periódico Oficial del Estado de Baja California de fecha 13 de diciembre del 2002.
26. H. Ayuntamiento de Tijuana B. C. 2002. Directrices Generales de Uso de Suelo en la Zona de Arroyo Alamar, dentro del Centro de Población de la Ciudad de Tijuana, B.C. Periódico Oficial del Estado del 20 de septiembre el 2002.
27. H. Ayuntamiento de Tijuana B. C. 2009. Reglamento Interno del Instituto Municipal de Planeación (IMPlan). Periódico Oficial del Estado del 2 de enero del 2009.
28. H. Ayuntamiento de Tijuana B. C. 1998. Acuerdo de creación del Instituto Municipal de Planeación, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 28 de diciembre de 1998.
29. H. Ayuntamiento de Tijuana, 2000. Atlas Municipal de Riesgos, Dirección Municipal de Protección Civil. 1 de junio del 2000.
30. Hickman, James C. 1993. *The Jepson Manual. Higher Plants of California.* University of California press, Ltd. London, England.
31. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – Gobierno del Estado de Baja California. 2000. Anuario estadístico de Baja California.
32. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – Gobierno del Estado de Baja California. 1995. Estudio hidrológico del Estado de Baja California.
33. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Pagina de internet [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

34. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cartas a escala 1: 250,000 de la zona Tijuana I11-11:

- Edafología
- Efectos climáticos mayo a octubre
- Efectos climáticos noviembre a abril
- Hidrología de aguas subterráneas
- Hidrología de aguas superficiales
- Topografía
- Uso de suelo y vegetación
- Geología escala 1:50,000

35. Konow, Irene y Gonzalo Pérez, 1990. Método Delphi. En Métodos y Técnicas de Investigación Prospectiva para la Toma de Decisiones. Fundación de Estudios Prospectivos (FUNTURO), U. de Chile.

36. Krebs, Charles J. 1985. Ecología, estudio de la distribución y la abundancia. Ed. Harla, segunda edición.

37. Martínez Luna, Ignacio A. 1990. Metodología para la Identificación del Impacto Ambiental. Apuntes. Mexicali, B. C.

38. Mediterránea Consultores, S.C. 2005. Programa Parcial de Conservación y Mejoramiento Urbano para la Zona del Arroyo Alamar, Primera Etapa: Caracterización Ambiental. IMPlan, H. Ayuntamiento de Tijuana, Hábitat, SEDESOL y Contigo Es Posible. Sin publicar.

39. Michel, Suzanne M. y Carlos Graizbord. 2002. Urban Rivers in Tecate and Tijuana: Strategies for Sustainable Cities. Institute for Regional Studies of the Californias.

40. Naiman, Robert J., Kevin L. Fetherston, Steven J. McKay, and Jiquan Chen. 1998. River ecology and management. Robert J. Naiman y Robert E. Bilby Eds. Chap. 12. Riparian Forests. Springer-Verlag, New York, New York.

41. Ponce, Víctor M., Ana Elena Espinoza, José Delgadillo, Alberto Castro, and Ricardo Celis. 2004. Hydroecological Characterization of Arroyo Alamar, Tijuana, Baja California, México. Final report.

42. Ponce, Víctor M., Ana Elena Espinoza, Pietro Magdaleno, Alberto Castro, y Ricardo Celis. 2004. Arquitectura Sustentable Del Arroyo Alamar, Tijuana, Baja California, México. Reporte Final.
43. Robbins, Chandler S., Bruun, Bertel, and Zim, Herbert S. 1983. A guide to field identification of birds of North America. Golden Press. New York.
44. Rodríguez P. Alejandro, 2004. Memoria y manual del taller de vegetación y flora nativa de Baja California. Dirección General de Ecología del Gobierno del estado de Baja California.
45. Rodríguez-Ventura G. J., Wakida, F. T. & Radilla-Camacho, R. (2005). Water quality evaluation of the Tecate River, México, for reuse purposes. En C. A. Brebbia y J. S. Antunes do Carmo (Eds.), River Basin Management III (pp. 403-409). WIT Transactions on Ecology and the Environment, no. 83: Wessex Institute Press.
46. San Diego Association of Governments (SANDAG) – Implan. 2004. Plan estratégico del corredor binacional Otay Mesa – Mesa de Otay.
47. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Página de internet: [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).
48. Secretaría de Gobernación. 2008. Programa Nacional de Protección Civil 20087 – 2012. Diario Oficial de la Federación del 19 de septiembre del 2008.
49. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Página de Internet: [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx), 2003.
50. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000. Programa de calidad del aire Tijuana – Rosarito 1999 – 2004. Mex. D.F., 2000.
51. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación del 1 de diciembre de 1992, reformada el 29 de abril del 2004.
52. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente.

 ABRIL DE 2009	<b>INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION</b> <b>MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO</b> <b>ALAMAR</b> <b>DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.</b>	MIA, MOD. PARTICULAR PROYECTOS HIDRAULICOS  PROYECTO: MIAP-ALA-TIJ-0558
--	--	---

53. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental.
54. Sibley, David Allen. 2000. National Audubon Society: The Sibley Guide to Birds. Alfred A. Knopf Inc. New York.
55. Sutton, David B. 1995. Fundamentos de ecología. Ed. Limusa Noriega Editores.
56. Valdés Perezgasga, F. Sin año. Ecosistemas y Salud Pública. Instituto Tecnológico de La Laguna. Referencia en línea: [http://www.lag.uia.mx/buenaval/buenaval6/B6ecosistemas\\_salud48.pdf](http://www.lag.uia.mx/buenaval/buenaval6/B6ecosistemas_salud48.pdf).
57. Vázquez González Alma B. y Enrique César Valdés. 1993. Impacto ambiental. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
58. White, Michael D., Jerre Ann Stallcup, Katherine Comer, Miguel Angel Vargas, José María Beltrán-Abaunza, Fernando Ochoa, and Scott Morrison. Sin año. Designing and Establishing Conservation Areas in the Baja California-Southern California Border Region.
59. Winckell, A., L. LePage. 2003. El Niño in the city: vulnerability assessment in Tijuana during the winter of 1997 – 98. Geofisica Internacional, july – september, año/vol. No. 42, numero 003, pp 553 - 565. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

También se consultaron las siguientes páginas de Internet:

- <http://www.jmarcano.com/nociones/ciclo1.html>
- [http://www.acuavida.com/atlas/main.php?g2\\_itemId=104](http://www.acuavida.com/atlas/main.php?g2_itemId=104)
- [http://www.birds.cornell.edu/AllAboutBirds/BirdGuide/Common\\_Moorhen.html](http://www.birds.cornell.edu/AllAboutBirds/BirdGuide/Common_Moorhen.html)
- <http://www.cec.org/trio/stories/print.cfm?varlan=espanol&ed=5&ID=63>
- <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH04.pdf>
- <http://www.epa.gov/espanol/>, pagina de la Agencia Ambiental de Estados Unidos de America (EPA)

**Comunicación personal:** Ing. Héctor David Ramírez López. Ingeniero civil con especialidad en geohidrología (estudios realizados en Francia); ha efectuado





ABRIL DE 2009

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACION  
MODIFICACION DE ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO  
ALAMAR  
DELEGACION CENTENARIO, TIJUANA, B. C.

MIA, MOD. PARTICULAR  
PROYECTOS HIDRAULICOSPROYECTO:  
MIAP-ALA-TIJ-0558

numerosos trabajos para la Comisión Nacional del Agua en materia geohidrológica, tanto en el Estado como en otras partes del país; tiene más de 20 años de experiencia en el campo.

## X. GLOSARIO

Las definiciones de términos de este glosario corresponden concretamente al uso de estas palabras en el presente documento. Existen algunos términos que tienen otros significados fuera de lo que se pretende expresar en el escrito, por lo que aquí aparecen con una definición restringida.

**Aguas Pluviales.** Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

**Aguas Residuales.** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

**Arena.** Partícula que posee las características de superficie definida, no biodegradable y con velocidad de sedimentación sensiblemente superior a la de los sólidos orgánicos biodegradables.

**Arroyo.** Caudal corto de agua, casi continuo. Puede ser de carácter estacional (intermitente) o perenne.

**Biótico.** Relativo a la vida, biológico.

**Bosque ripario.** Se refiere a la vegetación directamente adyacente a ríos y otras corrientes. El bosque ripario se extiende lateralmente desde el canal hacia tierras altas, incluyendo planicies de inundación y las terrazas adyacentes.

**Brote:** Vástago que surge de una rama o tallo en forma de otro tallo, flor u hoja.

**Cauce.** Terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias.

**Caudal ecológico.** caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos de agua, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones



ECO URBE CONSULTORES, S.C.

DOCUMENTO

Página 205

ambientales y el equilibrio ecológico del sistema. De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales, se define como "uso ambiental" o "uso para conservación ecológica":

**Cerro.** Elevación natural de la superficie de la tierra, desarrollada muy a la vista encima de la tierra circundante, generalmente de extensión limitada con un contorno bien definido.

**Chaparral:** Asociaciones de encinos bajos (*Quercus spp.*), generalmente densas, acompañadas a menudo por manzanita (*Arctostaphylos pungens*), *Cotoneaster spp*, *Adenostoma spp.* (chamizo), y otras especies arbustivas. En la región, la asociación predominante es con *Adenostoma spp.*

**Coeficiente de trasmisibilidad T (m<sup>3</sup>/día).** Es el caudal que se filtra por una capa vertical de terreno de ancho unitario y de altura igual al manto filtrante (b) bajo un gradiente hidráulico unitario.  $T = k \cdot b$ , siendo k el coeficiente de permeabilidad, es decir, la cantidad de agua (m<sup>3</sup>/día) que pasa a través de una superficie de 1 m<sup>2</sup> perpendicular al flujo, bajo un gradiente hidráulico unitario.

**Coliformes fecales.** Bacterias aerobias gram-negativas, no formadoras de esporas, de forma bacilar y que, incubadas 44.5° C, fermentan la lactosa en un término de 48 horas, con producción de gas, pudiendo ser residentes del tracto digestivo humano y de animales de sangre caliente.

**Colmatación.** Se dice que un suelo está colmatado, cuando, su permeabilidad original se ha reducido sustancialmente, a causa del progresivo entupimiento de los poros existentes entre sus partículas, con materiales finos transportados en suspensión por el agua que se va infiltrando en las etapas iniciales del proceso.

**Comunidad vegetal:** Grupo más o menos complejo de plantas que ocupan una cierta área, independientemente del carácter, composición y estructura que presenten.

**Comunidad.** Todos los organismos de todas las especies que viven en un área determinada.

**Contaminación.** Introducción de un cambio perjudicial en algún aspecto del medio ambiente.

**Cuerpo Receptor.** Son las corrientes, depósitos naturales 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 puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).** La cantidad de oxígeno necesaria para degradar la materia orgánica presente en un determinado volumen de agua residual dando a los microorganismos presentes en la misma un tiempo de incubación de cinco días.

**Demanda química de oxígeno (DQO).** Medida de la capacidad de consumo de oxígeno por los materiales orgánicos e inorgánicos presentes en el agua o en un agua residual. Se expresa como la cantidad de oxígeno consumido en la oxidación química, en una prueba específica.

**Descarga.** Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

**Endémico:** De área de distribución restringida.

**Erosión.** Es el desgaste o la destrucción de la corteza terrestre, especialmente de las capas más fértiles (suelos), por la acción de agentes como el agua, viento, glaciares, hielo y deshielo, calor y frío, actividad del mar y actividades del hombre. Es el proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo.

**Especie en peligro.** Organismo en peligro de desaparecer de la faz de la Tierra si no mejora su situación.

**Especie.** El concepto biológico está basado en la observación de que las poblaciones de diferentes especies coexisten, comparten el territorio pero no se cruzan. De esta forma se deduce que si de una especie se derivan otras es necesario que exista una barrera para que no haya cruzamiento, estas barreras pueden estar dadas por la separación geográfica o porque existen las condiciones necesarias para que haya una separación reproductiva dentro del mismo territorio.

**Especies dominantes.** Una especie vegetal o animal que abunda particularmente o controla una parte importante de la corriente de energía en una comunidad.

**Especies raras.** Aquellas especies que existen en todo su rango pero en números relativamente bajos.

**Eutrofificación.** Exceso de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que propician un crecimiento excesivo de organismos vegetales y algas, que puede generar competencia por el uso de oxígeno disuelto y muerte de peces.

**Factores abióticos.** Factores inertes tales como la temperatura, el agua, la luz, y los minerales.

**Feozem:** Suelo cuyo principal distintivo es una capa superficial obscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes. Son suelos abundantes en nuestro país, y los usos son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo. Muchos feozem son profundos y están situados en terrenos planos, que se utilizan para agricultura de riego o de temporal, con altos rendimientos. Los menos profundos, o los que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad. Se pueden utilizar para ganadería.

**Flora:** Conjunto de las plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de la diversidad de los organismos.

**Forma de vida (o forma biológica):** Categoría dentro de la cual se incluyen los vegetales de posición sistemática cualquiera, que concuerdan fundamentalmente en su estructura morfológico-biológica y de un modo especial en los caracteres relacionados con la adaptación al ambiente ecológico.

**Formación vegetal:** Agrupación de comunidades vegetales, delimitable en la naturaleza por caracteres fisonómicos particulares, dependiendo de las formas de vida dominantes y del modo como se efectúa la ocupación del espacio. Una formación vegetal representa la expresión de determinadas condiciones de vida y tienen su base en un tipo de ambiente particular.

**Grasas y aceites.** Se aplica a una amplia variedad de sustancias orgánicas que son extraíbles de solución o suspensión acuosa con hexano o triclorotrifluoroetano (freón); químicamente las grasas, así como los aceites, son ésteres del glicerol con ácidos grasos. Los principales compuestos disueltos por estos solventes son hidrocarburos, ésteres, aceites, ceras y ácidos grasos de alto peso molecular.

**Intemperismo o Meteorización.** Acción combinada de procesos (climáticos, biológicos, etc) mediante los cuales la roca es descompuesta y desintegrada por la exposición continua a los agentes atmosféricos, transformando a las rocas masivas y duras en un manto residual finamente fragmentado. Preparando a los materiales rocosos para ser transportados por los agentes de la erosión terrestre (agua corriente, hielo glaciar, olas y viento), y también son acarreados por la influencia de la gravedad para acumularse en otros lugares.

**Invasor, ra:** Dicho de una planta, que tiene tendencia a establecerse en lugares que no le son propios.

**Litosol.** Suelo con menos de 10 cm de espesor, descansa sobre un estrato duro, como roca, tepetate o caliche. Se localizan en las sierras, en laderas, barrancas y malpais, así como en lomeríos y algunos terrenos planos. Tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértilles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo.

**Lomerío.** Elevaciones de configuración suave en sus laderas y bases. Superficie ondulada con laderas suaves de pendientes de 8 a 16% denominadas bajas o de 16 a 30% denominadas altas.

**Planta parásita.** Aquella que hunde sus raíces en el tronco de otros árboles y se alimenta de su savia, ya que es incapaz de enraizar en tierra.

**Regiones Prioritarias.** Corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

**Regosol:** Suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre. Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, dunas y, en mayor o menor grado, en las laderas de las sierras, muchas veces acompañados de litosoles y de roca o tepetate que aflora. Su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. Se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación.

**Relleno sanitario.** Método diseñado para la disposición final de la basura. Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña. Luego se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente al terminar el día.

**Reserva territorial.** Áreas o predios propuestos para absorber el crecimiento del área urbana y por tanto, la futura demanda del suelo. (PDUCPT, 2002-2025).

**Río.** Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

**Riparia/o.** Se refiere a las comunidades bióticas y su ambiente en las orillas de las corrientes, ríos, lagos, lagunas y algunos humedales. Son zonas de interacción entre plantas, suelo, agua, fauna y personas.

**Servidumbre ecológica.** Una servidumbre ecológica es un acuerdo legal voluntario entre dos o más propietarios, un predio dominante y un predio sirviente, que restringe la cantidad y forma de desarrollo que puede realizarse en la propiedad sirviente. Es un acuerdo legal en el que dos propietarios de bienes inmuebles planifican el tipo e intensidad de uso futuro que puede dársele a una de las dos propiedades con el fin de preservar los atributos naturales, las bellezas escénicas o los aspectos históricos, arquitectónicos, arqueológicos o culturales de ese bien inmueble. Su constitución es voluntaria, o sea, se constituyen cuando el dueño de la propiedad lo desea ya que son un contrato privado. Tienen gran flexibilidad, pues permiten alcanzar diversos fines perseguidos por el dueño de una propiedad (prohibir cortar árboles, permitir la construcción de una cabina, hacer un sendero, etcétera). Igualmente son flexibles para ser diseñadas con base en las características físicas de cada propiedad.

**Sistema ambiental.** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Vegetación potencial.** La comunidad estable que existiría en un área dada como consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva si el hombre dejase de influir y alterar los ecosistemas vegetales.

**Vertisol.** Suelos muy arcillosos en cualquier capa a menos de 50 cm de profundidad; en época de secas tienen grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad, siempre y cuando no haya riego artificial. Estos suelos se agrietan en la superficie cuando están muy mojados.

Vertisol Crómico. Vertisol oscuro pero no tanto como el vertisol pélico.

Vertisol Pélico. Vertisol muy oscuro.

**Zona inundable o zona de inundación.** Zona que consta de una inusual y excesiva acumulación de agua por encima del suelo causada por elevadas corrientes de agua, fuertes lluvias, etc.