CONAGUA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

MIA Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente del Lago de Texcoco

Manifestación de Impacto Ambiental
Obras Hidráulicas

Modalidad Regional

Enero 2014

ÍNDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 16

I.1. Datos Generales del Proyecto 16

I.1.1. Nombre del proyecto 16

I.1.2. Ubicación del proyecto 16

I.1.3. Duración del proyecto 22

I.2. Datos Generales del Promovente 22

I.2.1. Nombre o razón social 22

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 22

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 22

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 22

I.2.5. Datos del consultor que elaboró el estudio 23

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO 24

II.1. Información General del Proyecto, Plan o Programas 24

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa 31

II.1.2. Justificación 33

II.1.3. Ubicación física 35

II.1.4. Inversión requerida 46

II.2. Características Particulares del Proyecto 50

II.2.1. Programa de Trabajo 50

II.2.2. Representación gráfica regional 50

II.2.3. Representación gráfica local 51

II.2.4. Preparación del sitio y construcción 70

II.2.5. Operación y mantenimiento 108

II.2.6. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 108

II.2.7. Residuos 108

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 111

III.1. Introducción 111

III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 112

III.1.2. Tratados Internacionales 114

III.1.3. Legislación Federal Aplicable 114

III.1.4. Reglamentos Federales Aplicables 123

III.1.5. Marco Jurídico de los Instrumentos de Planeación Vinculados al Proyecto 126

III.1.6. Programas De Desarrollo Urbano 130

III.1.7. Programas De Ordenamiento Ecológico 149

III.1.8. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas 198

III.1.9. Áreas de Importancia Ambiental 202

III.1.10. Normas Oficiales Mexicanas 211

III.2. Conclusiones 214

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 217

IV.1. Delimitación del área de estudio y justificación del sistema ambiental regional donde pretende establecerse el proyecto 217

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR) 222

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental SAR 223

IV.3. Diagnóstico ambiental 297

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 299

V.1.1. Identificación de impactos 300

V.1.2. Lista de chequeo o lista de verificación 301

V.2. Caracterización de los impactos 302

V.2.1. Criterios de clasificación 302

V.3. Valoración de los Impactos 327

V.4. Impactos residuales 328

V.5. Impactos acumulativos 328

V.6. Conclusiones 331

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 332

VI.1. Programa de manejo ambiental 353

VI.2. Seguimiento y control 367

VI.2.1. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 370

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 374

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 374

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 376

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando medidas de mitigación 378

VII.4. Pronóstico ambiental 380

VII.5. Evaluación de alternativas 380

VII.6. Conclusiones 380

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 382

VIII.1. Literatura consultada 382

VIII.2. Anexo I.- Registro Fotográfico 391

VIII.3. Anexo II.- Caracterización del agua de los ríos de oriente 399

VIII.4. Anexo III.- Presentación Ejecutiva en Power Point 400

VIII.5. Anexo IV.- Documentación del promovente y consultor 424

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1.- Zona del Lago de Texcoco y Ríos de Oriente 17
Figura I.2.- Ubicación de las Plantas de Tratamiento 19
Figura I.3.- Localización de los colectores marginales de aguas residuales 21
Figura II.1.- Ríos de Oriente, longitud y municipios donde se ubican 25
Figura II.2.- Obras comprendidas en el proyecto 29
Figura II.3.- Obras asociadas que no son objeto de esta MIA 31
Figura II.4.- Cuenca Hidrológica del Valle de México 32
Figura II.5.- Microcuenca Texcoco RH 26 Dp dentro de la Cuenca del Valle de México 36
Figura II.6.- Ubicación de la microcuenca de Texcoco en el Estado de México 45
Figura II.7.- Microcuenca Texcoco 51
Figura II.8.- Representación Gráfica local Río Teotihuacán 52
Figura II.9.- Perfil y Sección 2+000 Río Teotihuacán 53
Figura II.10.- Representación Gráfica local Río Papalotla 54
Figura II.11.- Perfil y Sección 7+000 Río Papalotla 55
Figura II.12.-Representación Gráfica local Río Xalapango 56
Figura II.13.- Perfil y Sección 7+500 Río Xalapango 57
Figura II.14.- Representación Gráfica local Río Coxcacoaco 58
Figura II.15.- Perfil y Sección 0+500 Río Coxcacoaco 59
Figura II.16.- Representación Gráfica local Río Texcoco 60
Figura II.17.- Perfil y Sección 0+500 Río Texcoco 61
Figura II.18.- Representación Gráfica local Río Chapingo 62
Figura II.19.- Perfil y Sección 1+500 Río Chapingo 63
Figura II.20.- Representación Gráfica local Río San Bernardino 64
Figura II.21.- Perfil y Sección 1+500 Río San Bernardino 65
Figura II.22.- Representación Gráfica local Río Santa Mónica 66
Figura II.23.- Perfil y Sección 1+000 Río Santa Mónica 67
Figura II.24.- Representación Gráfica local Río Coatepec 68
Figura II.25.- Sección 2+000 Río Coatepec 69

Figura II.26.- Sitio de tiro “El Caracol” 71
Figura II.27.- Bancos de préstamo en la zona de proyecto 74
Figura II.28.- Sección constructiva para la instalación de colectores marginales 77
Figura II.29.- Pozo de visita especial para diámetros de tubería de 76 a 107 cm 79
Figura II.30.- Diagrama operativo de un humedal artificial 94
Figura II.31.- Corte transversal del revestimiento de los cauces de los ríos con concreto hidráulico de 15 cm de espesor y malla electrosoldada 104
Figura II.32.- Perspectiva transversal del revestimiento de los cauces de los ríos con concreto hidráulico de 15 cm de espesor y malla electrosoldada 105
Figura III.1.- Pirámide de Kelsen 112
Figura III.2- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Acolman 153
Figura III.3.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Atenco 155
Figura III.4.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Axapusco 157
Figura III.5.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Chiautla 159
Figura III.6.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Chicoloapan 161
Figura III.7.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Chiconcuac 163
Figura III.8.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Chimalhuacán 165
Figura III.9.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Ixtapaluca 167
Figura III.10.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Otumba 171
Figura III.11.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Papalotla 173
Figura III.12.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de San Martín de las Pirámides 175
Figura III.13.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Teotihuacán 177
Figura III.14.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio Tezoyuca 179
Figura III.15.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio Tepetlaoxtoc 181
Figura III.16.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Texcoco 184
Figura III.17.- Áreas Naturales Protegidas próximas al proyecto 200
Figura III.18.- Polígono del Parque Estatal “Ing. Gerardo Cruickshank García 201
Figura III.19.- Región Prioritaria Hidrológica 68 “Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México 203
Figura III.20.- Ubicación del AICA 1 “Lago de Texcoco” 209

Figura IV.1.-Sistema Ambiental Regional 218
Figura IV.2.- Zona Federal del Lago de Texcoco y su área de influencia 220
Figura IV.3.- Tolvaneras en la Ciudad de México 230
Figura IV.4.- Temperaturas promedios anuales 236
Figura IV.5.- Promedios de precipitación anual 237
Figura IV.6.- Evaporación anual y mensual para el Valle de México 240
Figura IV.7.- Regiones sísmicas de México 242
Figura IV.8.-Espectros de diseño sísmico para el territorio mexicano 243
Figura IV.9.- Riesgos Geológicos 244
Figura IV.10.- Geología de la Microcuenca Texcoco 246
Figura IV.11. Edafología de la Microcuenca Texcoco 249
Figura IV.12.- Uso de suelo del sitio del proyecto 251
Figura IV.13.- Región Hidrológica del Pánuco 252
Figura IV.14.- Especies halladas durante los recorridos en campo 279
Figura IV.15.- Relación poblacional por edad y género en los municipios directamente relacionados con el proyecto 283
Figura IV.16.- Relación poblacional por edad y género en los municipios menos relacionados con el proyecto 284
Figura IV.17.- Porcentaje de hijos nacidos vivos de la población de 12 años o más de los municipios de las microcuencas 285
Figura IV.18.- Porcentaje de hijos fallecidos de la población fémina de 12 años o más de los municipios de las microcuencas 287
Figura IV.19.- Migrantes internacionales de las Microcuencas según sexo 288
Figura IV.20.-Variables socioeconómicas por municipio relacionado con el proyecto 290
Figura IV.21.- Acceso a servicios en la vivienda por municipio relacionado con el proyecto 291
Figura IV.22.- Porcentaje de la PEA por actividad económica por municipios relacionados con el proyecto 292
Figura IV.23.- Características de la Población Económicamente Activa por municipio relacionado con el proyecto 293

Figura V.1.- Matriz de Leopold Modificada del proyecto de Saneamiento de los Ríos de Oriente. 326
Figura V.2.- Número de impactos identificados con la instalación de los colectores marginales, plantas tratamiento de agua residual, rectificación y revestimiento de ríos y canal interceptor 327
Figura V.3.- Porcentaje de impactos identificados con la instalación de los colectores marginales, plantas tratamiento de agua residual, rectificación y revestimiento de ríos y colector interceptor de agua pluvial 327
Figura V.4.- Esquema de la guía MIA Regional 329

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1.- Ubicación de los Ríos de Oriente 18
Tabla I.2.- Número de PTAR por río 20
Tabla II.1.- Longitudes que forman parte del proyecto 24
Tabla II.2.- Proceso de tratamiento para las aguas residuales 28
Tabla II.3.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Teotihuacán 37
Tabla II.4.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Papalotla 38
Tabla II.5.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Xalapango 39
Tabla II.6.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Coxcacoaco 40
Tabla II.7.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Texcoco 41
Tabla II.8.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Chapingo 42
Tabla II.9.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río San Bernardino 42
Tabla II.10.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Santa Mónica 43
Tabla II.11.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Coatepec 44
Tabla II.12.- Inversión en PTAR, colectores marginales de aguas residuales, rectificación, revestimiento de ríos, y canal interceptor de aguas pluviales, del proyecto 47
Tabla II.13.- Cronograma de actividades 50
Tabla II.14.- Dimensiones mínimas de zanjas y plantillas 73
Tabla II.15.- Características de los Bancos de la Zona 75
Tabla II.16.- Especificación de pozos de visita especial 80
Tabla II.17.- Requerimientos de maquinaria y personal para la construcción de colectores marginales en los Ríos de Oriente 81
Tabla II.18.- Uso de recursos en la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales 95
Tabla II.19.- Valores máximos muestreados de los parámetros de la calidad de agua y que rebasan los límites máximos permisibles, Grasas y Aceites, Materia Flotante y Demanda Bioquímica de Oxígeno 99

Tabla II.20.- Valores máximos muestreados de los parámetros de la calidad de agua y que rebasan los límites máximos permisibles, Nitrógeno Total, Fosforo Total y Coliformes Fecales. 100
Tabla II.21.- Gasto de agua residual a tratar para las PTAR de los Ríos de Oriente 101
Tabla III.1.- Municipios que cruzan los ríos de oriente. 152
Tabla III.2.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Acolman 154
Tabla III.3.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Atenco 156
Tabla III.4.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Axapusco 158
Tabla III.5.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Chiautla 160
Tabla III.6.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Chicoloapan 162
Tabla III.7.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Chiconcuac 164
Tabla III.8.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Chimalhuacán 166
Tabla III.9.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Ixtapaluca 168
Tabla III.10.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Otumba 172
Tabla III.11.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Papalotla 174
Tabla III.12.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de San Martín de las Pirámides 176
Tabla III.13.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Teotihuacán 178

Tabla III.14.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Tezoyuca 180
Tabla III.15.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Tepetlaoxtoc 181
Tabla III.16.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Texcoco 184
Tabla III.17.- UGA´s de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de México aplicables al proyecto 187
Tabla III.18.- Criterios de regulación ambiental a considerar en el Desarrollo Urbano 189
Tabla III.19.- Criterios de Regulación Ambiental a considerar en el Desarrollo Rural 190
Tabla III.20.- Criterios de Regulación Ambiental para las Áreas Naturales Protegidas 192
Tabla III.21.- Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto 199
Tabla III.22.- Vegetación acuática de la RHP 68 204
Tabla III.23.- Peces de la RHP 68 205
Tabla III.24.- Anfibios de la RHP 68 205
Tabla III.25.- Avifauna del Lago de Texcoco (RHP 68) 205
Tabla III.26.- Avifauna de la Ciénega de Tláhuac (RHP 68) 206
Tabla III.27.- Avifauna registrada en el AICA 1 Lago de Texcoco 211
Tabla III.28.- Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas. 212
Tabla IV.1.- Municipios incluidos en el SAR 219
Tabla IV.2.- Colindancias de la Zona Federal del Lago de Texcoco 221
Tabla IV.3.- Principales elevaciones de la Microcuenca Texcoco. 241
Tabla IV.4.- Embalses y Cuerpos de Agua de la región. 258
Tabla IV.5.- Número de vertebrados por clase zoológica, endémicos en el Estado de México 270
Tabla IV.6.-Especies con estatus en el Estado de México. 274
Tabla IV.7.- Especies observadas en áreas aledañas donde desembocan los ríos. 277

Tabla IV.8.- Municipios directamente relacionados con el proyecto 281
Tabla IV.9.- Población de los municipios relacionados con el proyecto 282
Tabla IV.10.- Población estimada en 2030 en los municipios relacionados con el proyecto 286
Tabla IV.11.- Migración interna de los municipios relacionados al proyecto 289
Tabla V.1.- Importancia de los impactos 304
Tabla V.2.- Simbología utilizada para la elaboración de la matriz de Leopold modificada 305
Tabla V.3.- Listas de chequeo o verificación para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente, etapa Preparación del Sitio. 306
Tabla V.4.- Listas de chequeo o verificación para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente, etapa Construcción. 307
Tabla V.5.- Listas de chequeo o verificación para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente, etapa Operación y Mantenimiento. 311
Tabla V.6.- Listas de chequeo o verificación para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente, etapa de Preparación de Sitio. 312
Tabla V.7.- Listas de chequeo o verificación para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente, etapa de Construcción. 313
Tabla V.8.- Listas de chequeo o verificación para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente, etapa de Operación y Mantenimiento. 315
Tabla V.9.- Listas de chequeo o verificación para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, etapa Preparación del Sitio (aplica sólo para las PTAR¨ con caudales mayores a 40 l/s). 316
Tabla V.10.- Listas de chequeo o verificación para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, etapa Construcción (aplica sólo para las PTAR¨ con caudales mayores a 40 l/s). 317
Tabla V.11.- Listas de chequeo o verificación para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, etapa Operación y Mantenimiento (aplica sólo para las PTAR con caudales mayores a 40 l/s) 321
Tabla V.12.- Listas de chequeo o verificación para colectores de aguas pluviales, etapa de preparación del sitio 322

Tabla V.13.- Listas de chequeo o verificación para colectores de aguas pluviales, etapa de construcción. 323
Tabla V.14.- Listas de chequeo o verificación para colectores de aguas pluviales, etapa de operación y mantenimiento. 325
Tabla V.15.- Modelo de impactos acumulativos 330
Tabla VI.1.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Preparación del Sitio para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente, etapa Preparación del Sitio. 335
Tabla VI.2.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Construcción para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente 337
Tabla VI.3.- Medidas de Mitigación en Etapa de Operación y Mantenimiento para para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente. 339
Tabla VI.4.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Preparación del Sitio para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente. 340
Tabla VI.5.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Construcción para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente 342
Tabla VI.6.- Medidas de Mitigación etapa de Operación y Mantenimiento para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente. 343
Tabla VI.7.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Preparación del Sitio para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. 344
Tabla VI.8.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Construcción para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales 346
Tabla VI.9.- Medidas de Mitigación en Etapa de Operación y Mantenimiento para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. 348
Tabla VI.10.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Preparación del Sitio para colectores interceptores de aguas pluviales. 349
Tabla VI.11.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Construcción para Colectores Interceptores de aguas pluviales. 350
Tabla VI.12.- Medidas de Mitigación en Etapa de Operación y Mantenimiento para Colectores Interceptores de aguas pluviales. 351
Tabla VI.13.- Línea estratégica en el Factor Aire. 357

Tabla VI.14.- Línea estratégica en el Factor Suelo. 358
Tabla VI.15.- Línea estratégica en la Vegetación. 359
Tabla VI.16.- Línea estratégica en el Factor Aire. 361
Tabla VI.17.- Línea estratégica en el Factor Suelo. 362
Tabla VI.18.- Línea estratégica en el Factor Aire 364
Tabla VI.19.- Línea estratégica en el Factor Suelo. 366
Tabla VI.20.- Seguimiento y control de las medidas de mitigación 368
Tabla VI.21.- Inversión requerida 371

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

I.1. Datos Generales del Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

"Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente"

Este proyecto consiste en una serie de obras hidráulicas de saneamiento en la Microcuenca de Texcoco para mejorar el encauzamiento y la calidad de aguas pluviales y residuales de los ríos Teotihuacán, Papalotla, Xalapango, Coxcacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica y Coatepec, que actualmente desembocan en la zona del Lago de Texcoco.

El proyecto incluye obras de rectificación y revestimiento de ríos, colectores marginales a los ríos y plantas de tratamiento de aguas residuales.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto "Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente", tiene cobertura en los municipios de: Axapusco, San Martín de las Pirámides, San Juan Teotihuacán, Otumba, Acolman, Tepetlaoxtoc, Tezoyuca, Chiautla, Papalotla, Chiconcuac, Atenco, Texcoco, Chimalhuacán, Chicoloapan e Ixtapaluca todos ellos dentro de la zona oriente del Estado de México.

La localización geográfica de los Ríos San Juan Teotihuacán, Papalotla, Xalapango, Coxcacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica y Coatepec, se observa en el plano de la Figura I.1.

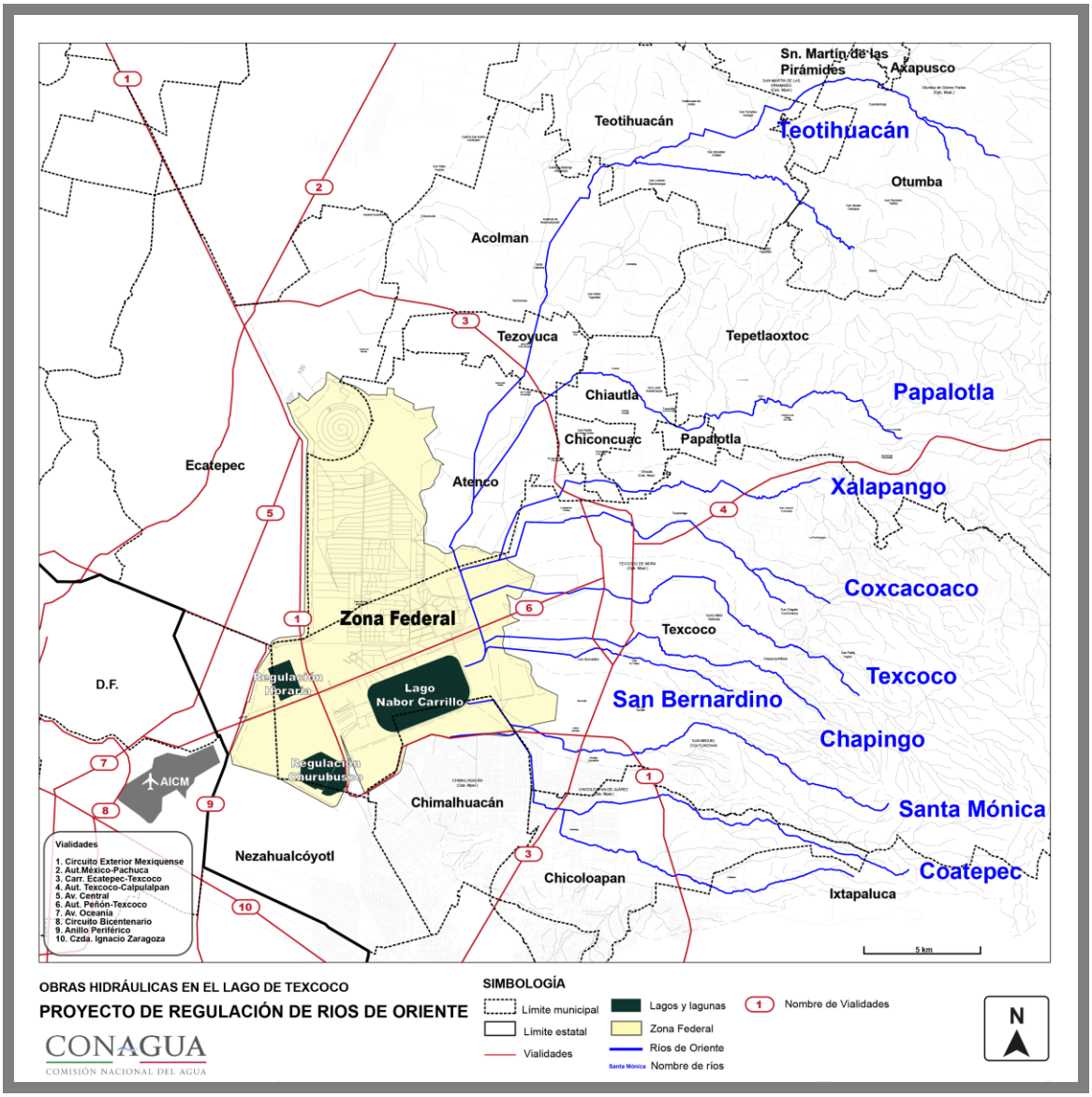


Figura I.1.- Zona del Lago de Texcoco y Ríos de Oriente

En la Tabla I.1 “Ubicación de los Ríos de Oriente”, se detallan las coordenadas de inicio y terminación del tramo de cada uno de los ríos que tendrán influencia el proyecto; en la Figura I.2 se indica la ubicación de las plantas de tratamiento propuestas en este proyecto y en la Figura I.3 se pueden apreciar los colectores para aguas residuales que serán conducidas desde las poblaciones hacia las plantas de tratamiento, vertiendo el agua tratada en riego para áreas agrícolas o los cauces de los ríos existentes.

Tabla I.1.- Ubicación de los Ríos de Oriente

RÍOS	UBICACIÓN	COORDENADAS	
		X	Y
Río Teotihuacán	inicio	529404.7305	2175559.6086
	fin	505456.383	2162604.3976
Río Papalotla	inicio	531363.472	2148850.9426
	fin	504408.4020	2158519.3469
Río Xalapango	inicio	527939.3352	2153860.2987
	fin	506474.7407	2157966.3591
Río Coxcacoaco	inicio	531048.8632	2148164.0719
	fin	505202.2736	2157641.9371
Río Texcoco	inicio	527763.2720	2144999.7292
	fin	505291.6647	2156235.0628
Río Chapingo	inicio	524794.0653	2148101.7492
	fin	505858.7819	2154500.0354
Río San Bernardino	inicio	522828.6688	2148958.7078
	fin	505901.9963	2154103.1826
Río Santa Mónica	inicio	529043.4541	2142106.305
	fin	507580.2826	2150993.9559
Río Coatepec	inicio	521212.7377	2144790.6991
	fin	505144.5941	2151999.3503

El Proyecto “Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente” contempla la construcción de:

- Rectificación y revestimiento de nueve ríos (Tabla I.1).
- Canal interceptor para aguas pluviales, entre los ríos Teotihuacán y Papalotla con el Río Xalapango.
- Colectores marginales de aguas residuales para los nueve ríos y
- Sistema de 32 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

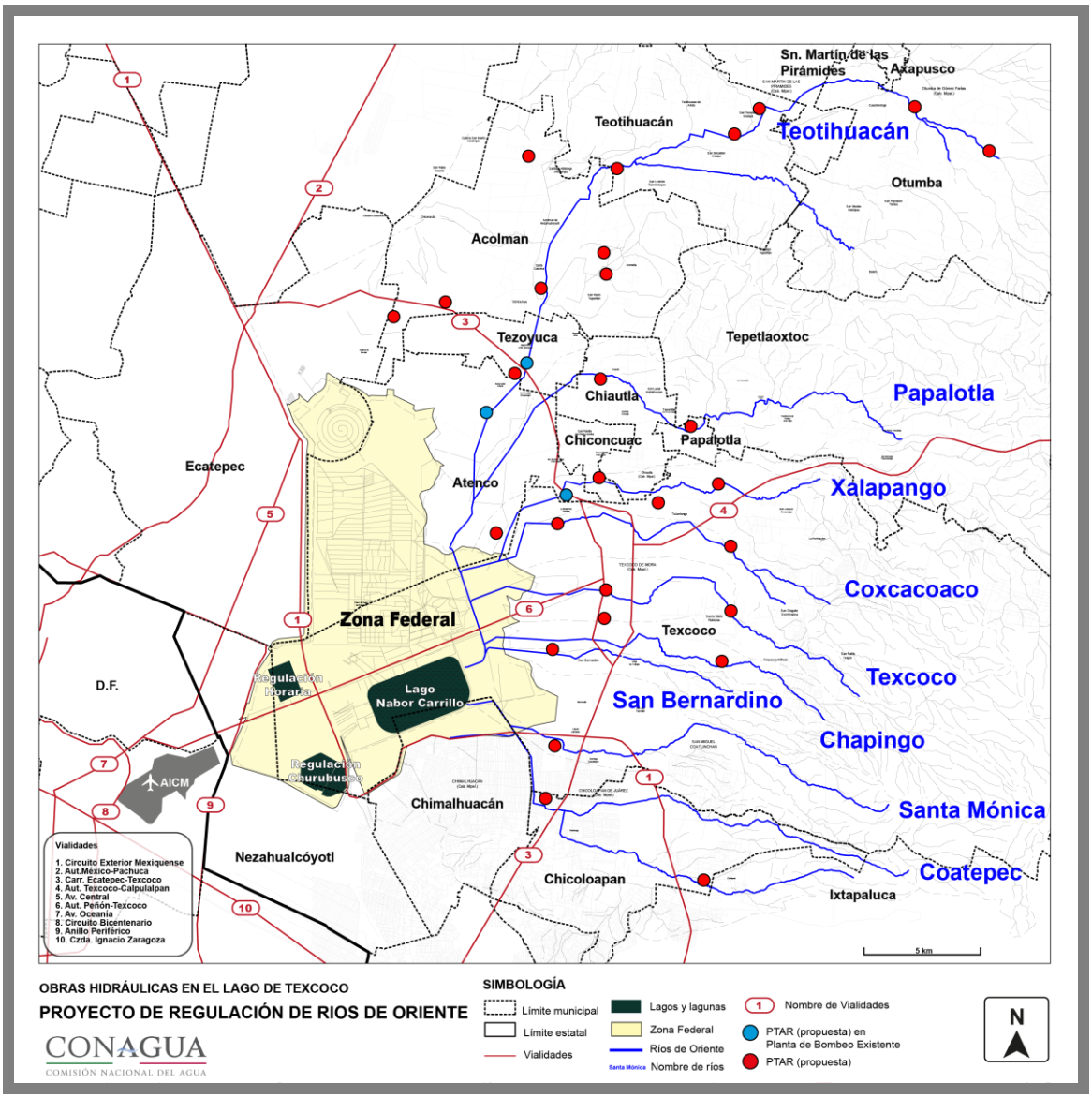


Figura I.2.- Ubicación de las Plantas de Tratamiento

Tabla I.2.- Número de PTAR por río

RÍO	Número PTAR
Teotihuacán	16
Papalotla	3
Xalapango	4
Coxcacoaco	2
Texcoco	2
Chapingo	1
San Bernardino	1
Santa Mónica	1
Coatepec	2
Total	**32**

Se construirán colectores marginales en los ríos con objeto de canalizar el drenaje sanitario de los asentamientos humanos a las PTAR y de esta manera evitar las descargas que contaminen los cuerpos de agua (Figura I.3).

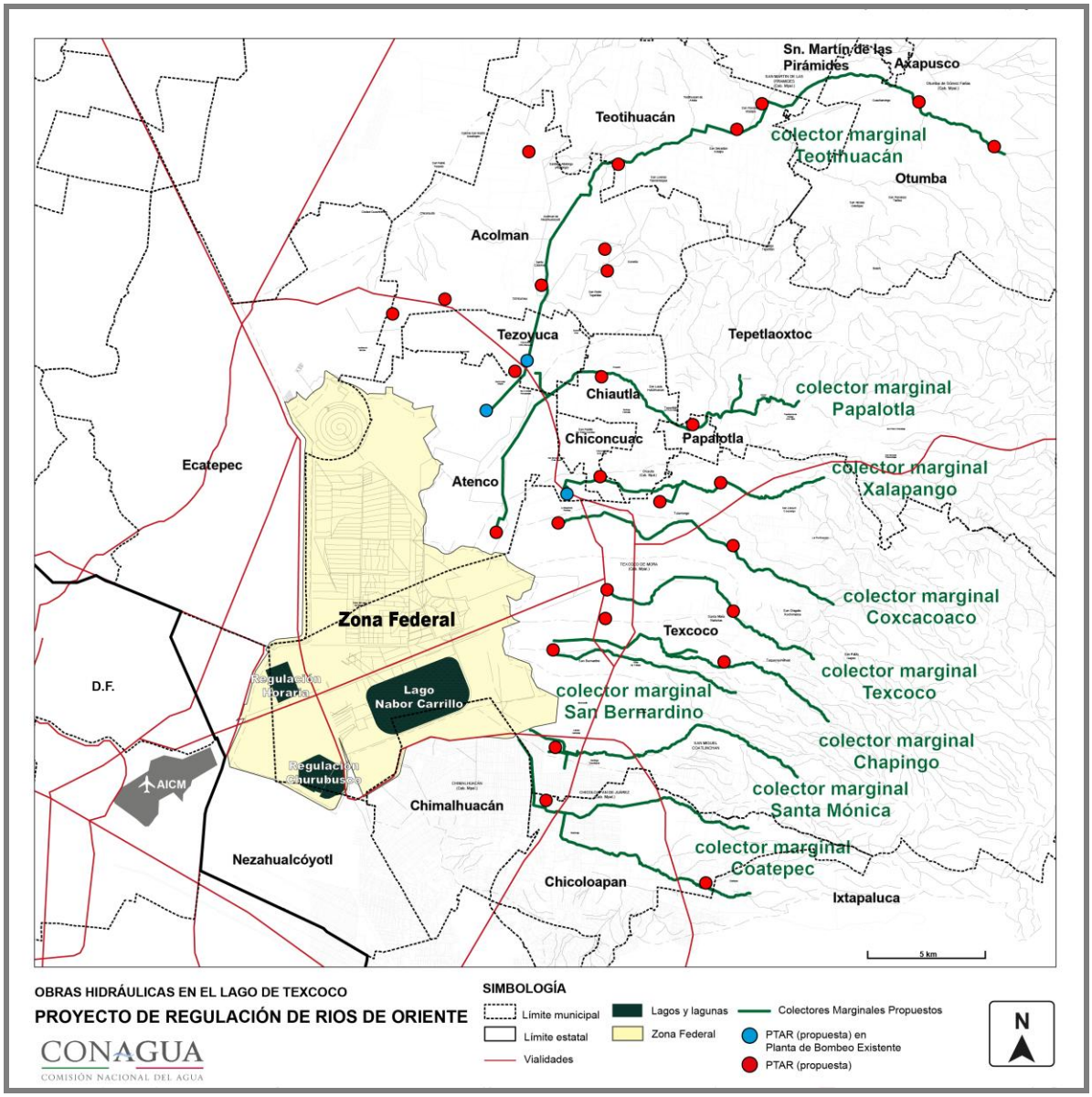


Figura I.3.- Localización de los colectores marginales de aguas residuales

A lo largo de la zona se pueden identificar áreas de atención prioritarias tales como la Región Hidráulica Prioritaria No. 68 y el Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA No.1.

I.1.3. Duración del proyecto

La realización del proyecto considera un máximo de 3 años para su construcción, con una vida útil que se pretende sea de 25 años con una adecuada operación.

Se estima un año para la realización de los trámites de solicitud y asignación presupuestal, así como el proceso de licitación de la obra, la construcción de obras se realizará en el trienio 2015-2017.

I.2. Datos Generales del Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Dr. Rafael B. Carmona Paredes

Gerente de Ingeniería

I.2.5. Datos del consultor que elaboró el estudio

Nombre o razón social: Planeación, Sistemas y Control, S.A. de C.V.

Nombre del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio: Ing. Antonio Salas Lucio

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

II.1. Información General del Proyecto, Plan o Programas

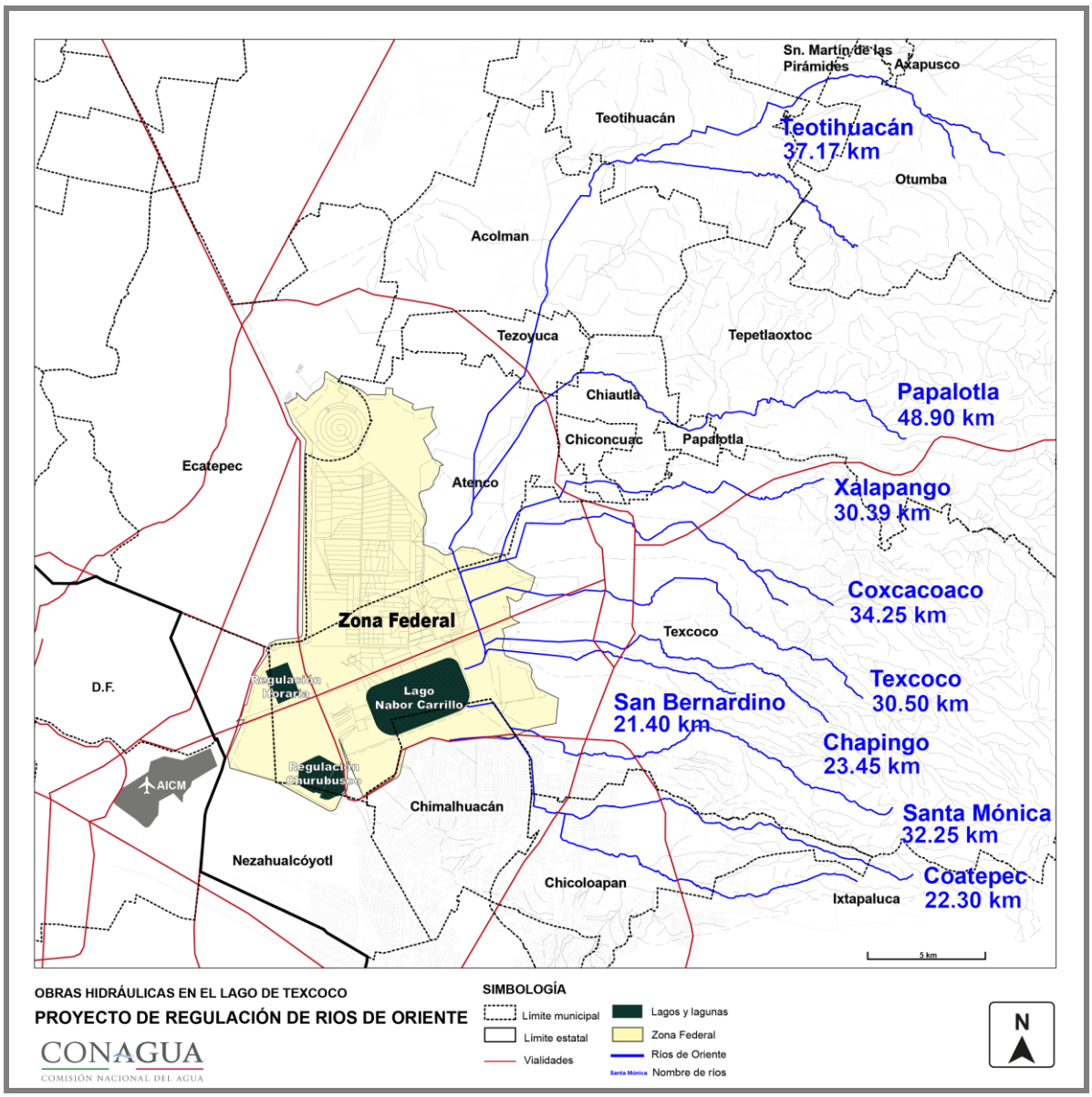
El proyecto, “Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente”, es una intervención hidráulica en nueve corrientes fluviales a los que se le denomina “Ríos de Oriente”. Estos son: el Río Teotihuacán, el Río Papalotla, el Río Xalapango, el Río Coxcacoaco, el Río Texcoco, el Río Chapingo, el Río San Bernardino, el Río Santa Mónica y el Río Coatepec (Tabla II.1, Figura II.1).

Tabla II.1.- Longitudes que forman parte del proyecto

NOMBRE DE RÍO	LONGITUD
Río Teotihuacán	37.17 km
Río Papalotla	48.90 km
Río Xalapango	30.39 km
Río Coxcacoaco	34.25 km
Río Texcoco	30.50 km
Río Chapingo	23.45 km
Río San Bernardino	21.40 km
Río Santa Mónica	32.25 km
Río Coatepec	22.30 km

Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Estos ríos se encuentran dentro de la Microcuenca Hidrológica Texcoco, en los municipios de Axapusco, San Martin de las Pirámides, San Juan Teotihuacán, Otumba, Acolman, Tepetlaoxtoc, Tezoyuca, Chiautla, Papalotla, Chiconcuac, Atenco, Texcoco, Chimalhuacán, Chicoloapan e Ixtapaluca todos ellos dentro del Estado de México.



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013

Figura II.1.- Ríos de Oriente, longitud y municipios donde se ubican

Los Ríos de Oriente actualmente conducen el agua pluvial de la cuenca y el agua residual de las poblaciones, de la cuenca hidrológica de Texcoco en dirección oriente-poniente hacia la depresión que fue conocida como el Lago de Texcoco, en este sitio prevalecen cuerpos de agua de tamaño variable a los que se les denomina lagunas y que han sido conformadas para manejar el agua de esta cuenca.

El proyecto consiste en realizar obras de saneamiento para los nueve Ríos del Oriente del Vaso de Texcoco y encauzar sus avenidas máximas, a fin de evitar inundaciones en la zona.

Para el saneamiento, en el proyecto se considera la instalación de colectores marginales en cada río para que el agua residual generada por las poblaciones sea conducida por estos hacia las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Una vez tratada el agua residual será utilizada en el riego de áreas agrícolas, favoreciendo el escurrimiento de agua pluvial en el cauce de los ríos hacia el sistema de lagunas de regulación (no contempladas en este proyecto).

La calidad del agua tratada permitirá su uso en agricultura o verterla a los cauces y cuerpos de agua de la zona.

Para el control de inundaciones en el Lago de Texcoco las aguas de los Ríos Teotihuacán, Papalotla, Xalapango, Coxcacoaco, Texcoco, Chapingo y San Bernardino se construirá un canal interceptor que conducirá las aguas hacia la Laguna de Regulación Hidalgo y Carrizo). Mientras que las aguas de los ríos Santa Mónica y Coatepec se conducirán a través del existente Dren Chimalhuacán I (Figura II.2).

El canal interceptor para aguas pluviales se construirá conectando los Ríos Teotihuacán y Papalotla con el Río Xalapango y se unirá a un canal existente conduciendo las aguas de los otros ríos (Xalapango, Coxcacoaco, Texcoco, Chapingo y San Bernardino) hacia la Laguna de Regulación Hidalgo y Carrizo.

En las zonas susceptibles a desbordamiento de los ríos por avenidas pluviales máximas se rectificaran los bordos con el fin de evitar inundaciones.

Se tiene contemplado el revestimiento de los ríos para encauzar sus aguas y facilitar su mantenimiento, es importante mencionar que los ríos que cuentan con

revestimiento son; el Río Chapingo con el 100%, Río Texcoco con el 70 %, Río Papalotla con el 70 % y el Río San Bernardino con el 75% este revestimiento se considera para el tramo de ríos entre la carretera federal 140 y la parte baja del Lago de Texcoco (Figura II.3).

Objetivo del proyecto " Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente del Lago de Texcoco"

El objetivo y la razón fundamental de estas obras consiste en mejorar la calidad del agua que conducen estos ríos, separando las aguas pluviales de las aguas residuales, también se pretende la reutilización tanto de las aguas residuales (una vez tratadas para ser destinadas a las actividades agropecuarias de la zona disminuyendo la extracción de agua de los pozos existentes) como del agua de lluvia. Con la rectificación de los cauces se busca evitar inundaciones en las poblaciones aledañas a los ríos y con estas acciones mejorar la calidad de vida de 3.8 millones de habitantes de los nueve municipios del área de las obras.

Para disminuir la mala calidad de las aguas residuales serán construidas 32 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que se distribuyen de la siguiente manera:

- 16 PTAR para el Río Teotihuacán
- 3 PTAR para el Río Papalotla
- 4 PTAR para el Río Xalapango
- 2 PTAR para el Río Coxcacoaco
- 2 PTAR para el Río Texcoco
- 1 PTAR para el Río Chapingo
- 1 PTAR para el Río San Bernardino
- 1 PTAR para el Río Santa Mónica
- 2 PTAR para el Río Coatepec

Las cuales presentan los siguientes tratamientos dependiendo de su caudal (Tabla II.2).

Tabla II.2.- Proceso de tratamiento para las aguas residuales

PROCESO DE TRATAMIENTO	CAUDAL
Lodos activados	Caudales mayores a 40 l/s
Filtros biológicos	Caudales entre 15 y 40 l/s
Humedales	Caudales menores a 15 l/s

Fuente: Anteproyecto de Saneamiento de los Ríos de Oriente. CONAGUA 2013

Las PTAR no utilizan reactivos que pongan en riesgo la salud de las personas tanto civiles como trabajadores, debido a que se utilizará sólo hipoclorito de sodio al 6.5% como agente desinfectante en la última etapa del tratamiento.

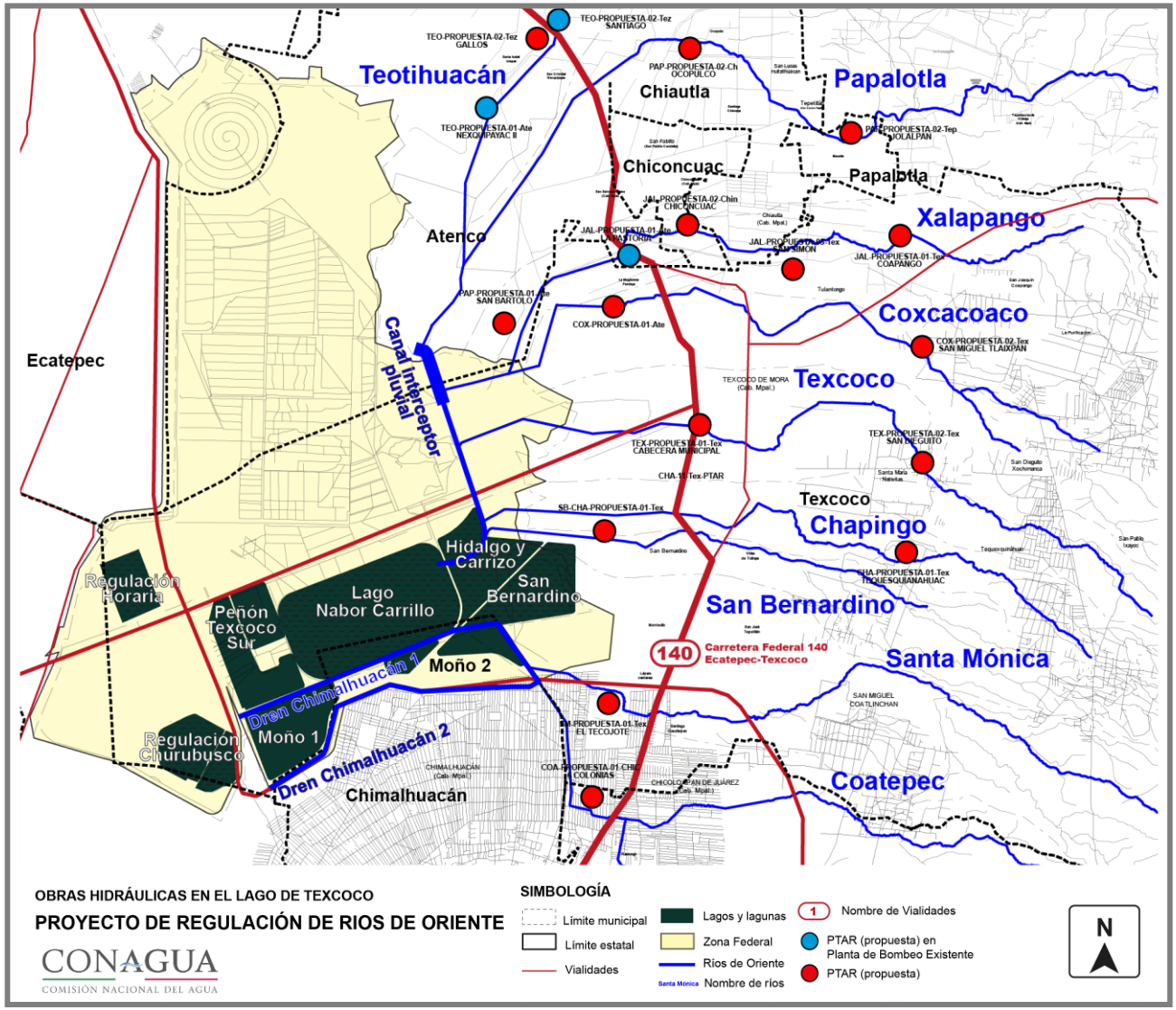


Figura II.2.- Obras comprendidas en el proyecto

Existen varias obras asociadas a este proyecto (Figura II.3), las cuales no son objeto de esta Manifestación de Impacto Ambiental, se mencionan a continuación:

a) Proyecto de Desazolve para Laguna de Regulación Horaria y Laguna de Regulación Churubusco y Construcción de lagunas para la ampliación de la capacidad de almacenamiento en el Lago de Texcoco (Hidalgo y Carrizo, San Bernardino, Moño 1, Moño 2 y Peñón Texcoco Sur).
b) Obra de control mediante compuerta de interconexión de Laguna de San Bernardino con la Laguna del Moño 1.
c) Adecuación de la Obra de Control mediante compuertas para la interconexión de la Laguna de San Bernardino con el Lago Nabor Carrillo.
d) Obra de control mediante compuertas de la salida de la Laguna Moño 1 hacia la de interconexión de Laguna de San Bernardino con la Laguna del Moño 2.
e) Obra de control mediante compuertas para la descarga de la Laguna Moño 1 al Dren General del Valle.
f) Nueva descarga de la Planta de bombeo Casa Colorada hasta el Dren General del Valle y adecuación de la Grúa Torre.
g) Revestimiento del Dren Chimalhuacán I y Dren Chimalhuacán II

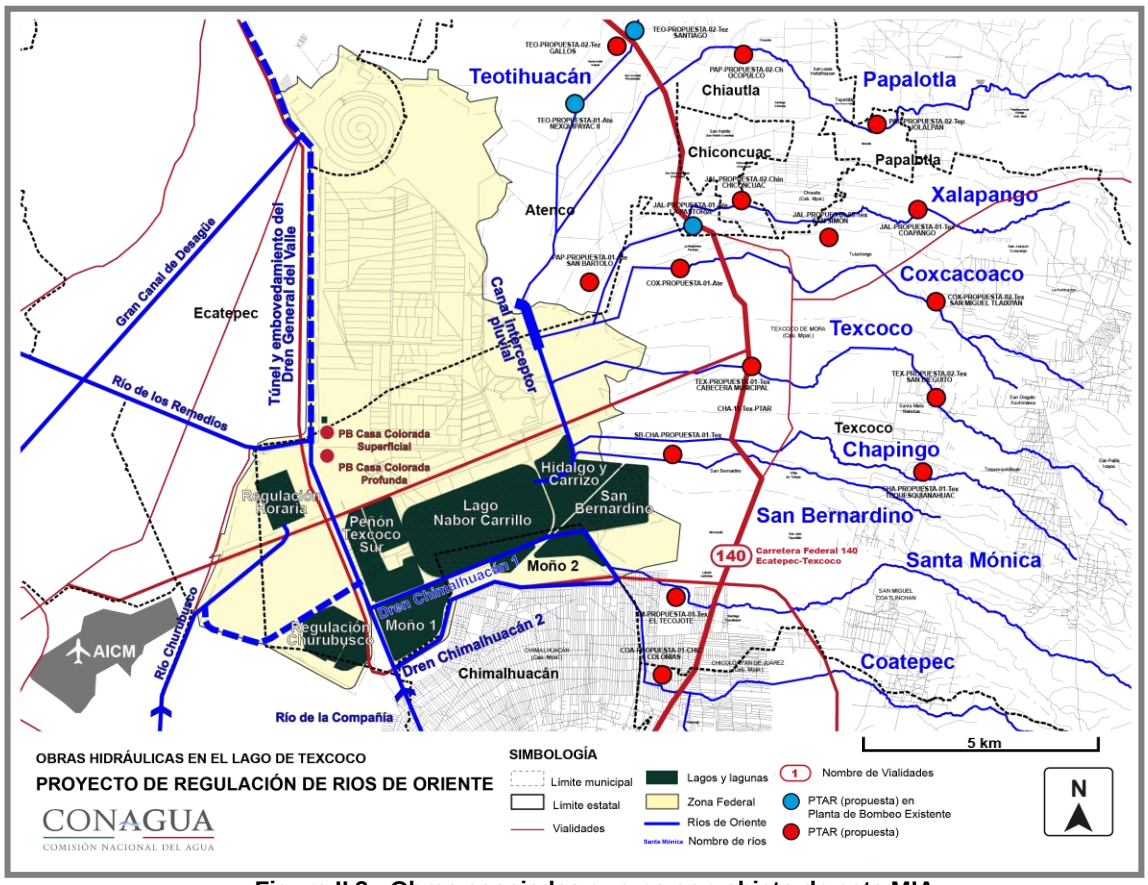
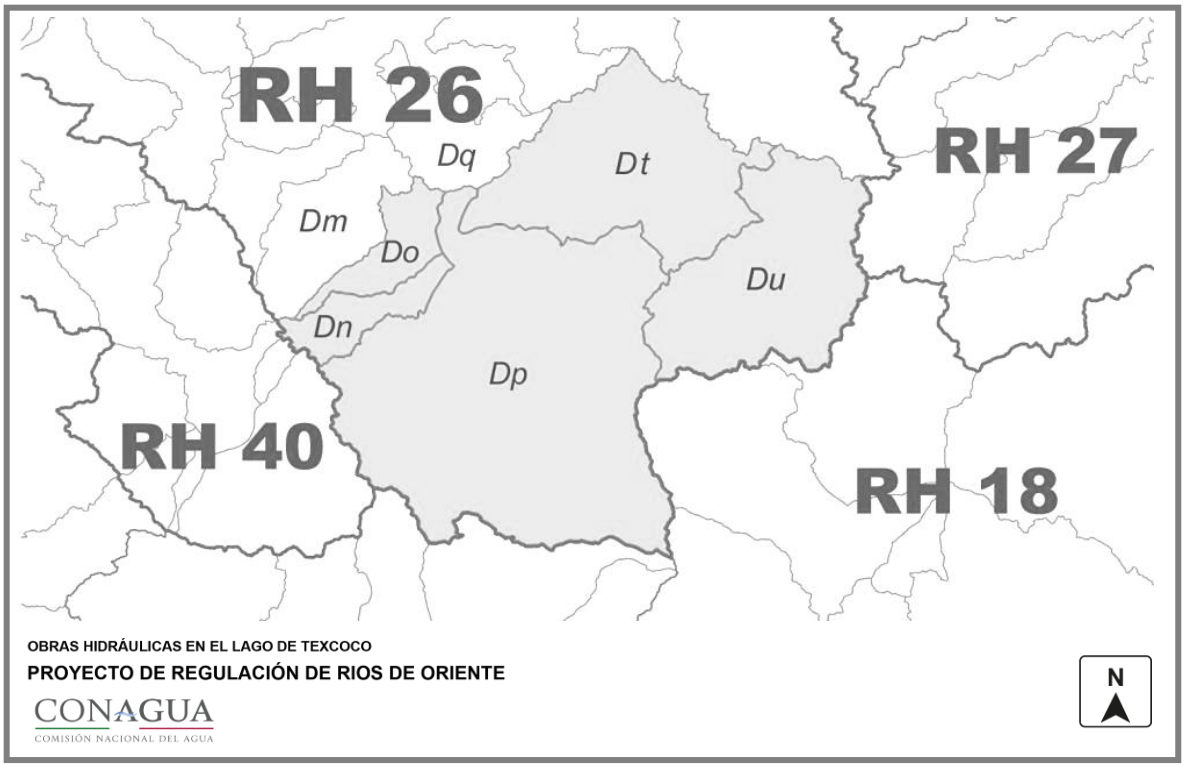


Figura II.3.- Obras asociadas que no son objeto de esta MIA

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto, “Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente”, consiste en una serie de obras que pretenden el saneamiento de nueve ríos y el control de inundaciones en el Vaso de Texcoco, ubicado en la cuenca del Valle de México (Figura II.4) que a su vez forma parte de la Región Hidrológica 26 Pánuco. En dicha cuenca se ubican las subcuencas 26Dp, 26Dn, 26Do, 26Dt y 26Du, siendo en la primera donde se localiza la zona del proyecto



Fuente: CONAGUA. 2013.

Figura II.4.- Cuenca Hidrológica del Valle de México

Este plan de obras hidráulicas tiene como meta la regulación de más de 24 millones de metros cúbicos de agua, principalmente de origen pluvial.

Además, se identifica que estas obras forman parte de los “Proyectos de infraestructura hidráulica en el lago de Texcoco”, el cual se encuentra definido dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en el tema "México Próspero" en su estrategia 4.4.2, donde menciona el manejo sustentable del agua.

A su vez también se encuentran determinados en el programa Regional Texcoco 2012-2017, el cual tiene entre sus objetivos "*crear nuevos cuerpos de agua siguiendo el patrón de rescate utilizado en el Lago Nabor Carrillo*".

Dentro del presupuesto de la Federación, el proyecto corresponde al Sector de Infraestructura Hidráulica, Subsector de Agua, Drenaje y Saneamiento, (CONAGUA).

II.1.2. Justificación

El crecimiento de la población y del área urbanizada dentro del Valle de México además de generar aguas residuales que contaminan las corrientes fluviales, ha provocado un incremento en los escurrimientos superficiales originados por las lluvias que deben ser controlados, regulados, y en su caso drenados fuera del Valle para prevenir inundaciones.

En la zona del lago de Texcoco ubicada al oriente del Dren General del Valle se regulan las avenidas de los nueve ríos de la vertiente oriente del Valle de México, desde el Teotihuacán en el norte, hasta el Coatepec, en el extremo sur. Estos ríos se regulan en las lagunas que se forman en temporada de lluvias, como son la Laguna Xalapango (240 ha aproximadamente) y Texcoco Norte (88 ha aproximadamente) las cuales desaparecerán al conducir los ríos a través del nuevo canal interceptor para aguas pluviales y sus efluentes descargarán en una nueva laguna (Hidalgo y Carrizo) la cual forma parte del sistema integral de cinco lagunas de regulación que son: Nabor Carrillo, Moño 1, Moño 2, y Peñón Texcoco Sur, las que aumentarán la capacidad de almacenamiento en el Lago de Texcoco. Este sistema de lagunas no es competencia de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

En el sistema de lagunas se almacenará el agua pluvial, esta se evaporará en su mayor parte y sólo ocasionalmente descargará al Túnel y el Dren General del Valle (Figura II.3), por lo que no compromete la capacidad de dicho dren, que constituye un conducto importante para conducir las crecientes generadas en las zonas sur y sureste de la Ciudad de México que descargan a dicho dren por los ríos Churubusco y La Compañía.

Los Ríos de Oriente presentan una alta contaminación por aguas residuales provenientes de comunidades aledañas a los mismos, así como de residuos sólidos urbanos que generan malos olores y que provocan la degradación de

estos cuerpos de agua, tal situación trae como consecuencia un riesgo a la salud de los pobladores provocando también la inexistencia de fauna nativa acuática de los mismos.

El proyecto de saneamiento considera para los nueve ríos, la separación del agua pluvial de las aguas residuales generadas y descargadas a los cauces y el tratamiento de las mismas mediante PTAR, lo que derivará en el mejoramiento sustancial en la calidad del agua hacia los cuerpos receptores que se encuentran dentro de la zona federal del Lago de Texcoco.

Se evitará que las aguas residuales lleguen a los cauces de los ríos, teniendo como efecto inmediato el saneamiento del agua y como efectos secundarios se detendrá la contaminación del suelo y del manto acuífero. Con estas acciones los riesgos de salud provocados por la contaminación del agua, de los suelos y de la vegetación que inciden en la fauna y en la población se reducirán.

Con el tratamiento de las aguas residuales, estas aguas una vez tratadas podrán usarse para las actividades agropecuarias reduciendo la explotación de agua del manto acuífero, y en su caso los excedentes tendrán la calidad necesaria para su infiltración y recarga del manto acuífero y de esta manera disminuir el consumo de agua de pozos agrícolas, tomando en cuenta que las actividades en las zonas circundantes al proyecto son agropecuarias.

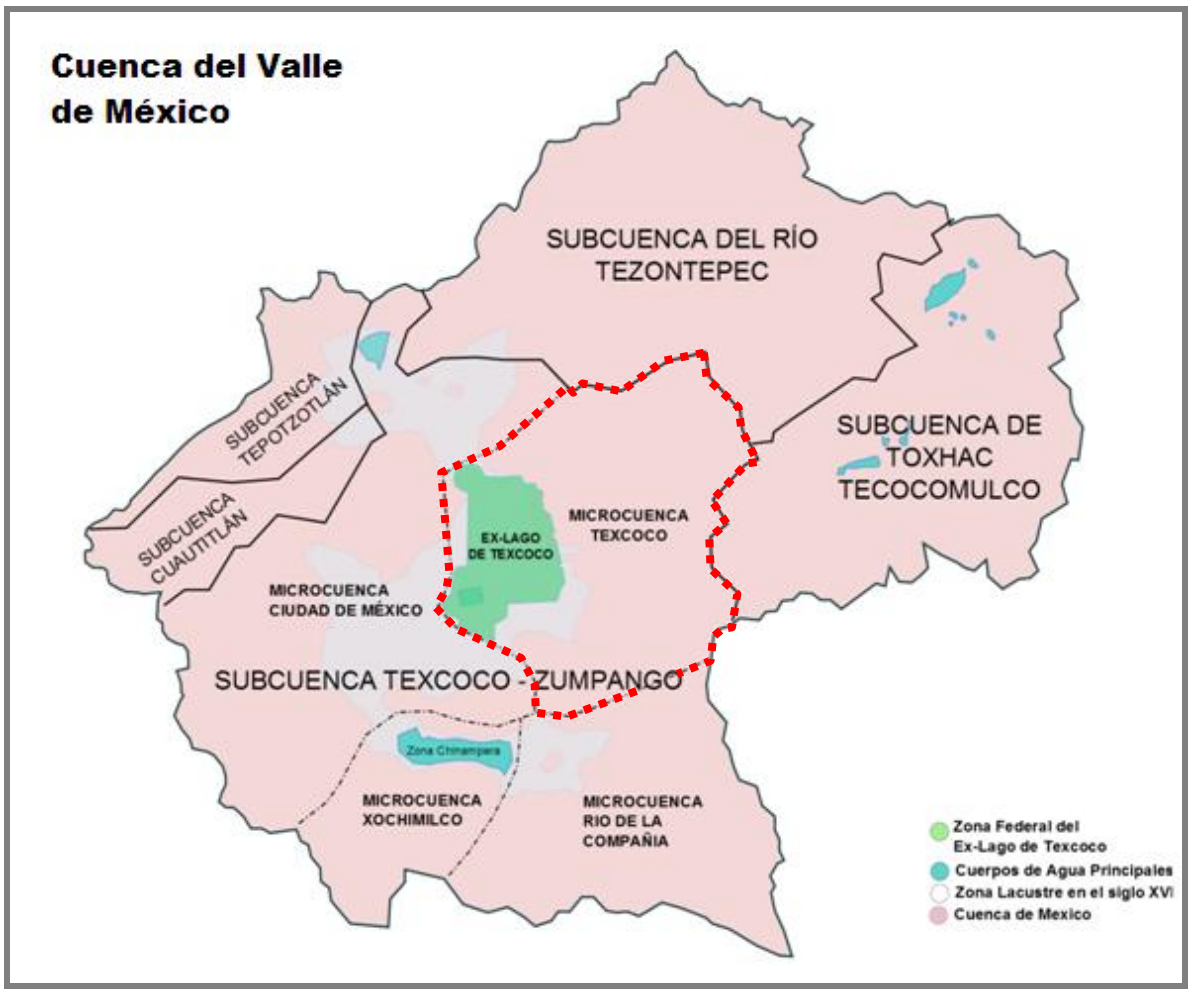
Al tener control sobre las inundaciones, los riesgos de afectación a la población, fauna y vegetación, estarán sujetos a la buena operación de las obras de este proyecto y de los proyectos que conforman los “Proyectos de Obras Hidráulicas en el Lago de Texcoco”.

Aunado a lo anterior, resalta la importancia del tratamiento de las aguas residuales para mejorar su calidad, considerando que los cuerpos de agua receptores en esta

zona son un termorregulador climático, y forman parte del sistema hidrológico del Valle de México.

II.1.3. Ubicación física

Los Ríos de Oriente se localizan en la Microcuenca Hidrológica Texcoco (Figura II.5) que forma parte de la Cuenca Hidrológica del Valle de México que es la más poblada del país, por lo que genera una gran cantidad de aguas residuales, que sin tratar, son desalojadas a la cuenca hidrológica del Río Tula, donde son aprovechadas en su mayoría para el riego agrícola.



Fuente: CONAGUA. 2013.

Figura II.5.- Microcuenca Texcoco RH 26 Dp dentro de la Cuenca del Valle de México

La Microcuenca de Texcoco tiene un área de aportación de 1,398.5 km^2 y se ubica en la parte Oriente del Valle de México, delimitada al Norte con la cuenca hidrológica del Río Tezontepec, al Oeste con la cuenca hidrológica Ciudad de México, al Sur con la cuenca hidrológica Río de La Compañía, y al Este con la cuenca Toxhac Tecocomulco y la Región Hidrológica número 18.

El área de proyecto se encuentra ubicada en el territorio del Estado de México (Figura II.6).

Para efectos de la localización geográfica de los ríos objeto del proyecto (Figura II.1), se obtuvieron sus coordenadas a cada kilómetro sobre el eje correspondiente, iniciando en su nacimiento hasta el inicio de la zona federal del vaso de Texcoco. Ver los siguientes cuadros:

Tabla II.3.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Teotihuacán

SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	529404.7305	2175559.6086
2	527961.6686	2175734.2486
3	527254.1101	2176264.7110
4	526561.0935	2176834.3903
5	525647.6068	2177105.0569
6	524767.1107	2177325.3596
7	524273.5829	2178045.5794
8	523512.1911	2178537.2222
9	522674.4923	2178988.1148
10	521715.0546	2179053.7575
11	520751.3186	2178911.8279
12	519847.2018	2178516.9335
13	519157.7266	2177801.6038
14	518228.1660	2177832.5785
15	517773.0091	2177115.2317
16	516967.8542	2176581.6307
17	516015.7075	2176710.2732
18	515269.7432	2176596.4825
19	514505.6331	2176310.7183
20	513576.0894	2176050.8267
21	512732.8127	2175663.5142
22	511907.1577	2175347.4910
23	510962.5222	2175233.4087
24	510436.0170	2174405.1840
25	510039.1703	2173841.9911
26	509465.9346	2173019.7008
27	508914.9652	2172181.0101
28	508625.5765	2171232.5379
29	508591.7013	2170237.4510
30	508486.2617	2169292.6611
31	508136.3350	2168369.1179
32	507894.4116	2167393.9719

33	507671.0226	2166414.4831
34	507235.6289	2165549.3483
35	506548.5415	2164816.3641
36	505955.6347	2164026.3883
37	505622.3601	2163078.5517
38	505456.3830	2162604.3976

Tabla II.4.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Papalotla

SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	528769.3619	2158370.0483
2	528248.7222	2159000.9187
3	527612.1632	2159696.6065
4	526806.2081	2160088.3672
5	526047.6141	2160623.9640
6	525444.9829	2161326.1574
7	524659.9856	2161791.4447
8	524013.0486	2161911.5956
9	523162.3187	2162147.5381
10	522360.0520	2162467.6716
11	521584.4731	2162676.4430
12	520777.5371	2162702.5464
13	519937.9486	2162734.4109
14	519068.7864	2162585.5633
15	518201.2351	2162614.4829
16	517474.2797	2163138.7418
17	517146.6992	2163997.5014
18	516204.9855	2164148.4865
19	515419.6390	2164022.1927
20	514870.3575	2163522.6626
21	513931.0299	2163539.4560
22	513168.3603	2164141.2632
23	512449.0606	2164680.7328
24	511841.8652	2165387.2410
25	510957.7325	2165713.9923
26	510016.0120	2165780.7897
27	509230.2893	2165293.5581
28	508422.5100	2164704.3719
29	507757.5192	2163989.3816
30	507264.1074	2163119.7029

31	506690.7124	2162300.5588
32	506104.2345	2161490.8006
33	505528.0842	2160673.5049
34	505238.9343	2159753.6095
35	504625.0833	2158973.4958
36	504408.4020	2158519.3469
37	528769.3619	2158370.0483
38	528248.7222	2159000.9187
39	527612.1632	2159696.6065
40	526806.2081	2160088.3672
41	526047.6141	2160623.9640
42	525444.9829	2161326.1574
43	524659.9856	2161791.4447
44	524013.0486	2161911.5956
45	523162.3187	2162147.5381
46	522360.0520	2162467.6716
47	521584.4731	2162676.4430
48	520777.5371	2162702.5464

Tabla II.5.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Xalapango

SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	527939.3352	2153860.2987
2	527062.0948	2154062.2181
3	526117.9168	2154239.4588
4	525497.2809	2154937.6517
5	525150.1247	2155779.2821
6	524398.9008	2156338.9421
7	523511.4288	2156519.9647
8	522629.4903	2156810.4589
9	522032.7856	2157460.7093
10	521789.5516	2158400.4444
11	521180.2807	2158887.0513
12	520712.8075	2159676.1795
13	520557.0053	2160582.0920
14	520262.9493	2161265.8033
15	519383.9468	2161221.2980
16	518533.0512	2160889.8377
17	517704.5234	2160561.1029
18	516918.8329	2160654.8796

19	516066.1193	2161139.8852
20	515324.3759	2160827.8141
21	514447.0136	2161080.5642
22	513632.5436	2161019.5654
23	512753.5130	2160856.6090
24	511772.2581	2160853.9604
25	510930.4661	2161276.2209
26	509957.2492	2161216.4947
27	509181.2459	2161033.0930
28	508451.9653	2160488.1998
29	507501.1605	2160191.8158
30	506970.9233	2159373.4040
31	506628.7341	2158440.0174
32	506474.7407	2157966.3591

Tabla II.6.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Coxcacoaco

SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	530663.8565	2148632.0645
2	529996.4147	2149314.3691
3	529334.8503	2149859.0219
4	528465.8164	2150175.4867
5	527572.6227	2150521.4092
6	526762.2103	2150844.4920
7	526155.8564	2151605.2507
8	525433.1864	2152208.1946
9	524758.2278	2152796.1433
10	523991.9508	2153203.2157
11	523425.6141	2153810.1101
12	522570.6193	2154027.9671
13	521740.7408	2154261.7475
14	521023.5399	2154710.2969
15	520703.9532	2155568.3410
16	520142.2922	2156274.6277
17	519311.2379	2156748.1567
18	518440.6078	2157128.5003
19	517631.0087	2157619.7655
20	516764.9035	2157749.2012
21	516137.7358	2158433.3012
22	515247.4988	2158838.0908

23	514536.9706	2159528.6593
24	513597.4197	2159479.6267
25	512776.7246	2158925.5925
26	512068.1147	2159400.1668
27	511214.3409	2159821.7002
28	510298.0998	2159815.5844
29	509355.3637	2159655.9298
30	508405.1592	2159543.5722
31	507537.4395	2159383.7450
32	507259.4723	2158423.1553
33	506485.2693	2157968.9419
34	505516.2432	2157721.9852
35	504886.4515	2157465.2894

Tabla II.7.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Texcoco

SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	527763.2720	2144999.7292
2	527040.4109	2145656.0410
3	526313.6788	2146239.1186
4	526048.3730	2147138.3789
5	525397.0134	2147891.5780
6	525023.1330	2148754.5751
7	524558.0889	2149624.8693
8	523832.3476	2150277.7314
9	523220.3523	2151020.2776
10	522594.7507	2151764.5156
11	521700.7239	2152152.8453
12	520949.7895	2152785.3312
13	520500.8975	2153493.3246
14	519746.9278	2153921.0248
15	518942.6351	2154340.2293
16	518046.9924	2154376.8752
17	517341.1062	2154883.8460
18	516549.7340	2155332.4644
19	516039.9966	2156106.3678
20	515491.7858	2156887.3469
21	514769.5282	2157263.8999
22	513770.4877	2157298.1186
23	512963.7831	2156743.4163

24	512372.1384	2156177.1730
25	511427.6597	2156429.4534
26	510543.9891	2156761.3532
27	509575.1039	2156632.0536
28	508590.3085	2156573.2177
29	507609.0246	2156736.2957
30	506638.3366	2156839.0760
31	505704.3956	2156481.6703
32	505291.6647	2156235.0628

Tabla II.8.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Chapingo

SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	524794.0653	2148101.7492
2	524447.0626	2148979.1233
3	524095.6239	2149776.3358
4	523234.5957	2150183.2709
5	522408.7616	2150622.5622
6	521573.1589	2150966.0103
7	520733.3482	2151336.8340
8	519931.9330	2151845.2604
9	519279.0538	2152494.0031
10	518695.8149	2153199.6038
11	517813.2143	2153307.1167
12	517024.8392	2153690.4379
13	516107.2798	2153588.7620
14	515191.9669	2153760.0656
15	514304.8605	2153926.7888
16	513406.3763	2154124.4358
17	512888.5677	2154738.0093
18	512060.4006	2154651.4874
19	511191.6015	2154518.0303
20	510226.1485	2154706.5974
21	509229.6536	2154668.7669
22	508231.2482	2154692.2141
23	507233.1420	2154753.5066
24	506253.6009	2154721.7351
25	505858.7819	2154500.0354

Tabla II.9.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río San Bernardino

SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	522828.6688	2148958.7078
2	522447.8273	2149810.6945
3	521651.6014	2150228.8160
4	520726.9980	2150435.3951
5	519852.2651	2150454.0330
6	518994.8820	2150745.7793
7	518191.1690	2151063.7016
8	517471.7887	2151243.7213
9	516654.2305	2151454.3930
10	515786.0880	2151524.6074
11	514926.5344	2151932.8066
12	514435.6262	2152618.0157
13	513844.2020	2153335.2446
14	512986.8342	2153618.8135
15	512067.2585	2153880.2331
16	511140.0986	2154159.6923
17	510208.1340	2154180.9713
18	509309.7734	2154025.5202
19	508316.1769	2154136.9281
20	507320.9272	2154234.2583
21	506325.3721	2154328.4185
22	505901.9963	2154103.1826

Tabla II.10.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Santa Mónica

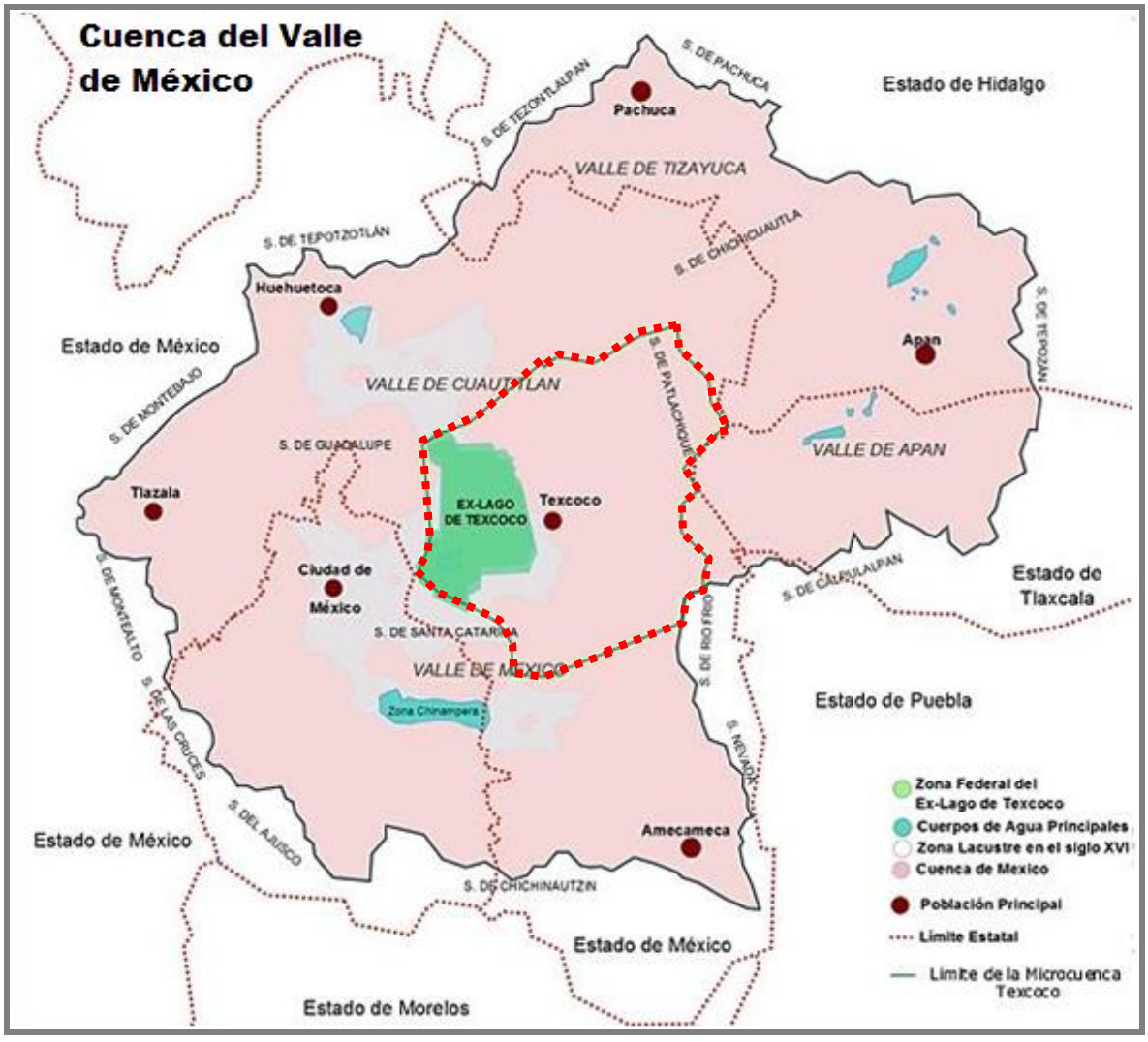
SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	529043.4541	2142106.3050
2	528790.1912	2143035.0455
3	529145.0586	2143802.8881
4	528827.2913	2144523.6731
5	527973.9603	2144777.3080
6	527103.5399	2145230.8657
7	526184.7135	2145578.7954
8	525228.7481	2145526.5927
9	524313.4997	2145333.5369
10	523547.4010	2145840.5736
11	522649.8614	2146068.3535

12	521726.3706	2146052.4633
13	520999.7628	2146477.9534
14	520304.0503	2146896.0682
15	519604.0563	2147487.8052
16	519154.4718	2148175.6477
17	518712.6614	2148715.6072
18	518060.2304	2149155.7725
19	517342.0880	2149702.2670
20	516795.4540	2150339.1987
21	516033.4600	2150830.4480
22	515104.7939	2151116.2830
23	514311.7530	2150796.3637
24	513522.0536	2150256.5151
25	512641.2790	2150085.4213
26	511898.5987	2149827.0846
27	510929.0781	2149972.0142
28	510042.7750	2150060.2682
29	509161.3804	2150165.9371
30	508486.7249	2150617.9030
31	507580.2826	2150993.9559

Tabla II.11.- Cuadro de coordenadas de referencia del Río Coatepec

SECUENCIA	COORDENADAS	
	X	Y
1	521212.7377	2144790.6991
2	520283.8249	2145054.5547
3	519342.8813	2144860.2656
4	518406.7014	2144582.3198
5	517523.0689	2144221.0892
6	516591.2989	2144157.0315
7	515668.6014	2144184.7730
8	514888.3183	2144476.9232
9	514060.5425	2144833.9535
10	513210.6051	2145035.2766
11	512381.9322	2145421.8021
12	511713.0056	2145839.9366
13	510851.8372	2145918.9123
14	509920.5695	2146187.7301
15	509042.1538	2146574.1585
16	509214.1473	2147550.7451

17	508312.0889	2147771.3746
18	507922.7996	2148449.4138
19	507846.9973	2149446.5277
20	507462.2441	2150337.2242
21	506905.6849	2151168.0275
22	506349.0958	2151998.7657
23	505434.0260	2152001.3582
24	505144.5941	2151999.3503



Fuente: CONAGUA. 2013.

Figura II.6.- Ubicación de la microcuenca de Texcoco en el Estado de México

II.1.4. Inversión requerida

Debido a que las obras se encuentran en proceso de licitación, la información es confidencial, sin embargo el cálculo del monto de inversión aproximado para el proyecto total estimado es de 2,110 millones de pesos como se reporta en la Tabla.

Tabla II.12.- Inversión en PTAR, colectores marginales de aguas residuales, rectificación, revestimiento de ríos, y canal interceptor de aguas pluviales, del proyecto

RÍO	PROPUESTA	LOCALIDAD	GASTO DE AGUA RESIDUAL A TRATAR l/s	PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (MDP)	INVERSIÓN TOTAL INICIAL (MDP)	COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL (MDP)
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES									
1. Río Teotihuacán	TEO-PROPUESTA-01-Ate	NEXQUIPAYAC II	14.9	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-02-Tez	GALLOS	62.4	LA	PTAR	1	30.00	30.00	3.00
	TEO-PROPUESTA-03-Tez	SANTIAGO	36.3	LA	PTAR	1	8.00	8.00	0.80
	TEO-PROPUESTA-04-Aco	ÁNGELES	331.0	LA	PTAR	1	70.00	70.00	7.00
	TEO-PROPUESTA-05-Aco	TEPEXPAN	399.5	LA	PTAR	1	90.00	90.00	9.00
	TEO-PROPUESTA-06-Aco	CABECERA MUNICIPAL	18.6	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-07-Aco	TOTOLXINGO	4.8	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
	TEO-PROPUESTA-08-Aco	XOMETLA	7.4	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-09-Aco	SAN MARCOS NEPANTLA	9.3	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-10-Teo	SAN L. TLALMIMILOLPAN	9.5	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-11-Teo	SANTA MARÍA COATÁN	15.2	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-12-SMP	CABECERA MUNICIPAL	21.3	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
	TEO-PROPUESTA-13-Otb	CABECERA MUNICIPAL	15.8	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-14-Otb	AHUATEPEC	2.8	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
	TEO-PROPUESTA-15-Otb	BUENAVISTA	0.5	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
	TEO-PROPUESTA-16-Otb	SAN MARCOS NEPANTLA	3.4	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25

2. Río Papalotla	PAP-PROPUESTA-01-Ate	SAN BARTOLO	30.8	LA	PTAR	1	15.00	15.00	1.50
	PAP-PROPUESTA-02-Tep	OCOPULCO	21.5	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
	PAP-PROPUESTA-03-Tep	JOLALPANV	10.4	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
3. Río Xalapango	JAL-PROPUESTA-01-Ate	LA PASTORIA	28.9	LA	PTAR	1	15.00	15.00	1.50
	JAL-PROPUESTA-02-Chin	CHICONCUAC	41.5	LA	PTAR	1	20.76	20.76	2.08
	JAL-PROPUESTA-03-Tex	SAN SIMÓN	31.2	LA	PTAR	1	15.25	15.25	1.53
	JAL-PROPUESTA-04-Tex	COAPANGO	17.2	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
4. Río Coxcacoaco	COX-PROPUESTA-01-Ate	SAN MIGUEL TLAIXPAN-XOCOTLÁN	2.5	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
	COX-PROPUESTA-02-Tex	SAN MIGUEL TLAIXPAN-XOCOTLÁN	22.1	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
5. Río Texcoco	TEX-PROPUESTA-01-Tex	CABECERA MUNICIPAL	162.8	LA	PTAR	1	60.25	60.25	6.03
	TEX-PROPUESTA-01-Tex	SAN DIEGUITO	15.1	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
6. Río Chapingo	CHA-PROPUESTA-01-Tex	TEQUESQUINAHUAC	10.1	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
7. Río San Bernardino	SB-PROPUESTA-01-Tex	SAN BERNARDINO	37.5	LA	PTAR	1	20.51	20.51	2.05
8. Río Santa Mónica	SM-PROPUESTA-01-Tex	EL TEJOCOTE	69.7	LA	PTAR	1	30.00	30.00	3.00
9. Río Coatepec	SM-PROPUESTA-02-Tex	6 COLONIAS	400	LA	PTAR	1	90.00	90.00	9.00
	SM-PROPUESTA-02-Tex	COATEPEC	16.5	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
SUBTOTAL PTAR							582.27	582.27	58.23
COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES									
1. Río Teotihuacán					Km	50	2.1	104	10.42
2. Río Papalotla					Km	39	2.1	80	8.00
3. Río Xalapango					Km	35	2.1	75	7.50
4. Río Coxcacoaco					Km	34	2.1	70	7.00

5. Río Texcoco					Km	30	2.2	65	6.50
6. Río Chapingo					Km	23	2.2	50	5.00
7. Río San Bernardino					Km	17	2.1	35	3.50
8. Río Santa Mónica					Km	31	2.1	66	6.60
9. Río Coatepec					Km	29	2.2	64	6.40
SUBTOTAL COLECTORES					Km	287		609.16	60.92
CANAL INTERCEPTOR DE AGUAS PLUVIALES	CANAL	DESVIO DEL RÍO TEOTIHUACAN Y RÍO PAPALOTLA AL RÍO XALAPANGO		94.93 M3/s	Km	7	69	483.00	10.42
ADECUACION DE LAGUNA XALAPANGO Y TEXCOCO NORTE	LIMPIEZA Y COMPUERTAS	COMPUERTAS DE CONTROL			Ha	57		50.00	10.42
RECTIFICACIÓN Y ELEVACION DE BORDOS EN NUEVE RIOS DE ORIENTE	RECTIFICACIÓN Y BORDOS	RECTIFICACIÓN NUEVE RÍOS DE ORIENTE			Nueve ríos			84.31	10.42
REVESTIMIENTO DE LOS NUEVE RÍOS DEL ORIENTE	REVESTIMIENTO	REVESTIMIENTO			Km	16	20,000	301.30	10.42
TOTAL								**2,110.04**	**160.82**

Fuente: Anteproyecto de Saneamiento de los Ríos de Oriente. CONAGUA 2013

II.2. Características Particulares del Proyecto

II.2.1. Programa de Trabajo

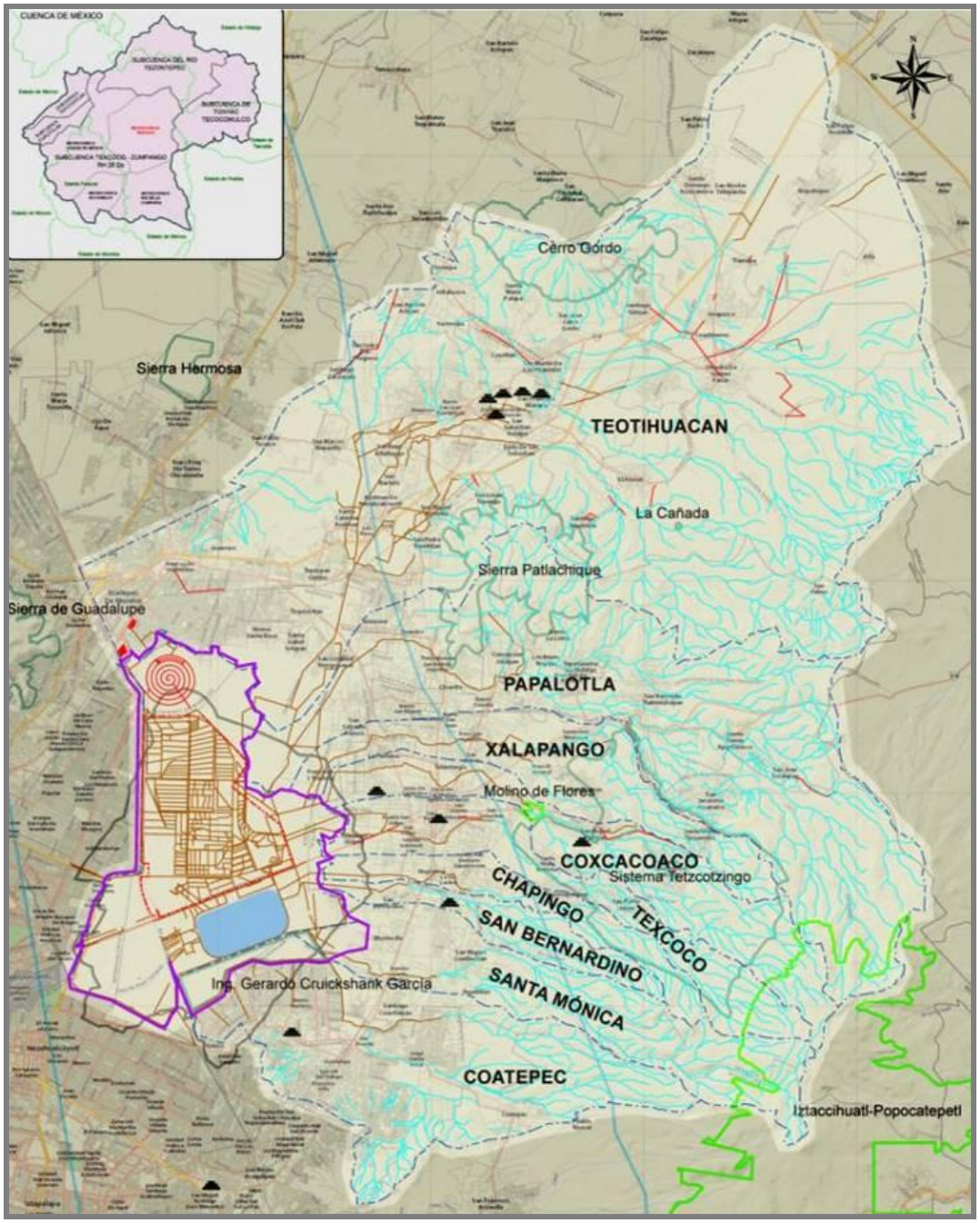
Se estima un año para la realización de los trámites de solicitud y asignación presupuestal, así como el proceso de licitación de la obra, para la construcción del proyecto se consideran 3 años, con una vida útil que se pretende sea de 25 años con una adecuada operación. La construcción de las obras se realizará en el trienio 2015-2017 (Tabla II.13).

Tabla II.13.- Cronograma de actividades

CONCEPTO	AÑOS												
	1			2			3			4			5 a 29
Trámites Administrativos													
Trámites de Gestión Ambiental													
Licitación de Obras													
Construcción													
Preparación del Sitio													
Colectores Marginales													
Revestimiento de los Cauces de los ríos													
Canal Interceptor de aguas pluviales													
Plantas de Tratamiento													
Operación (25 años)													

II.2.2. Representación gráfica regional

El área del proyecto se encuentra dentro la Cuenca del Valle de México, específicamente en la Microcuenca Texcoco (Figura II.7).

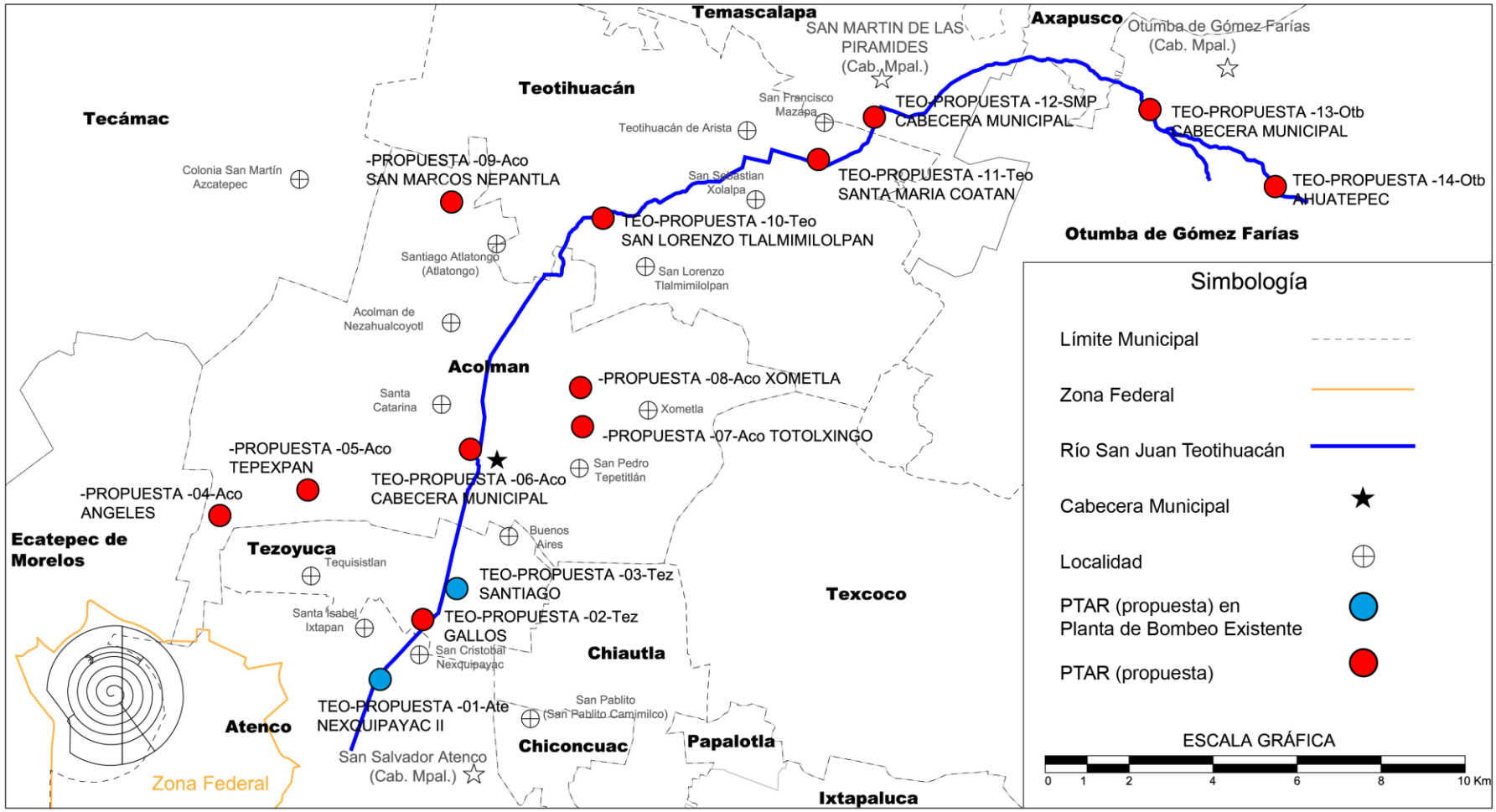


Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.7.- Microcuenca Texcoco

II.2.3. Representación gráfica local

Las obras que comprenden este proyecto y su ubicación se detallan en las siguientes figuras:



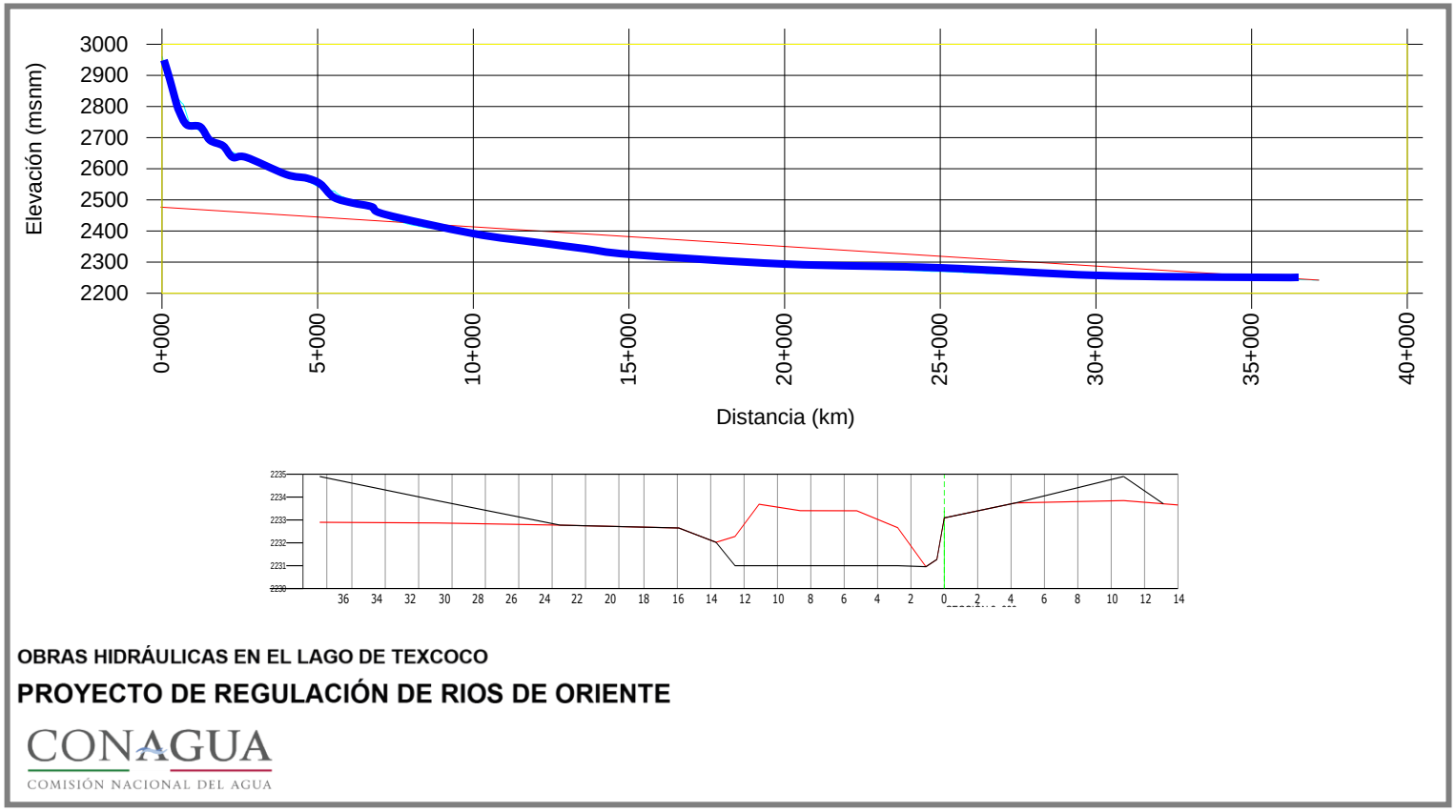
OBRAS HIDRÁULICAS EN EL LAGO DE TEXCOCO

PROYECTO DE REGULACIÓN DE RIOS DE ORIENTE

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

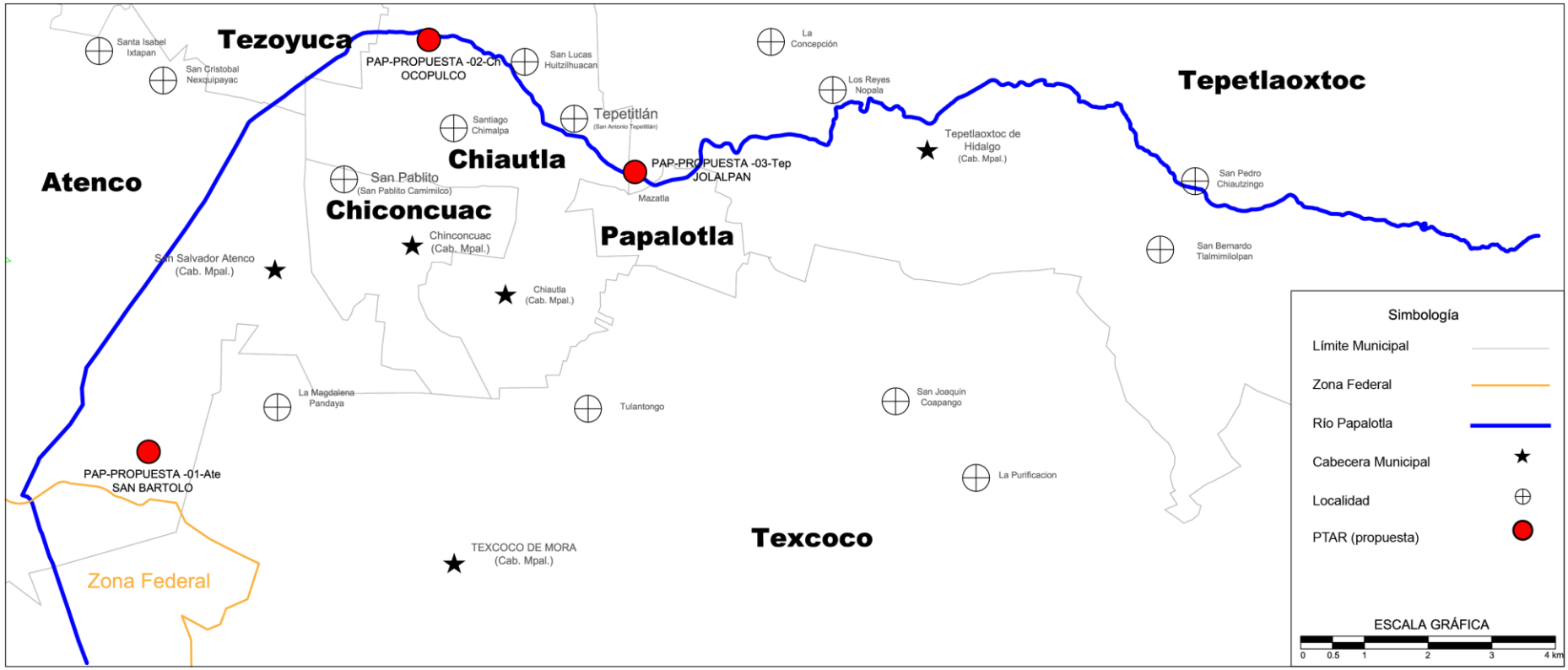
Río San Juan Teotihuacán

Figura II.8.- Representación Gráfica local Río Teotihuacán



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.9.- Perfil y Sección 2+000 Río Teotihuacán



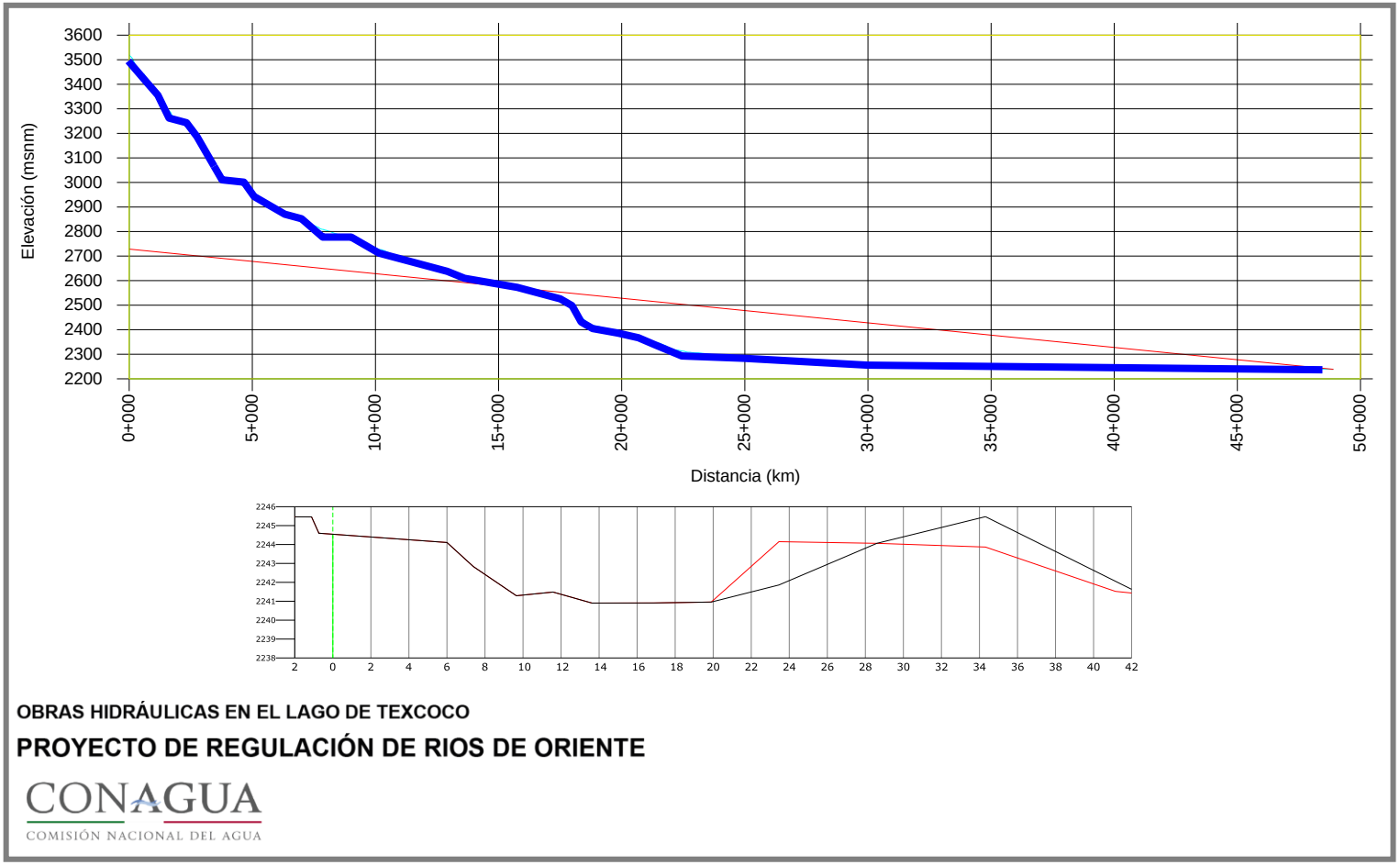
OBRAS HIDRÁULICAS EN EL LAGO DE TEXCOCO

PROYECTO DE REGULACIÓN DE RIOS DE ORIENTE

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Río Papalotla

Figura II.10.- Representación Gráfica local Río Papalotla



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.11.- Perfil y Sección 7+000 Río Papalotla

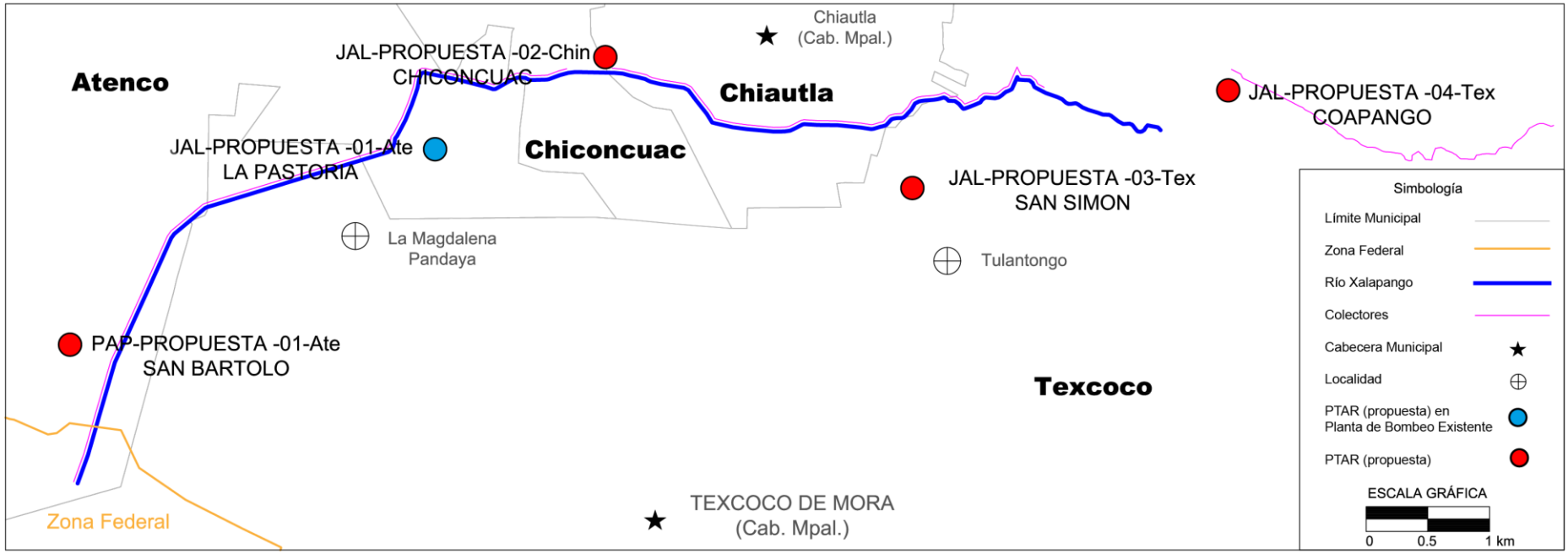
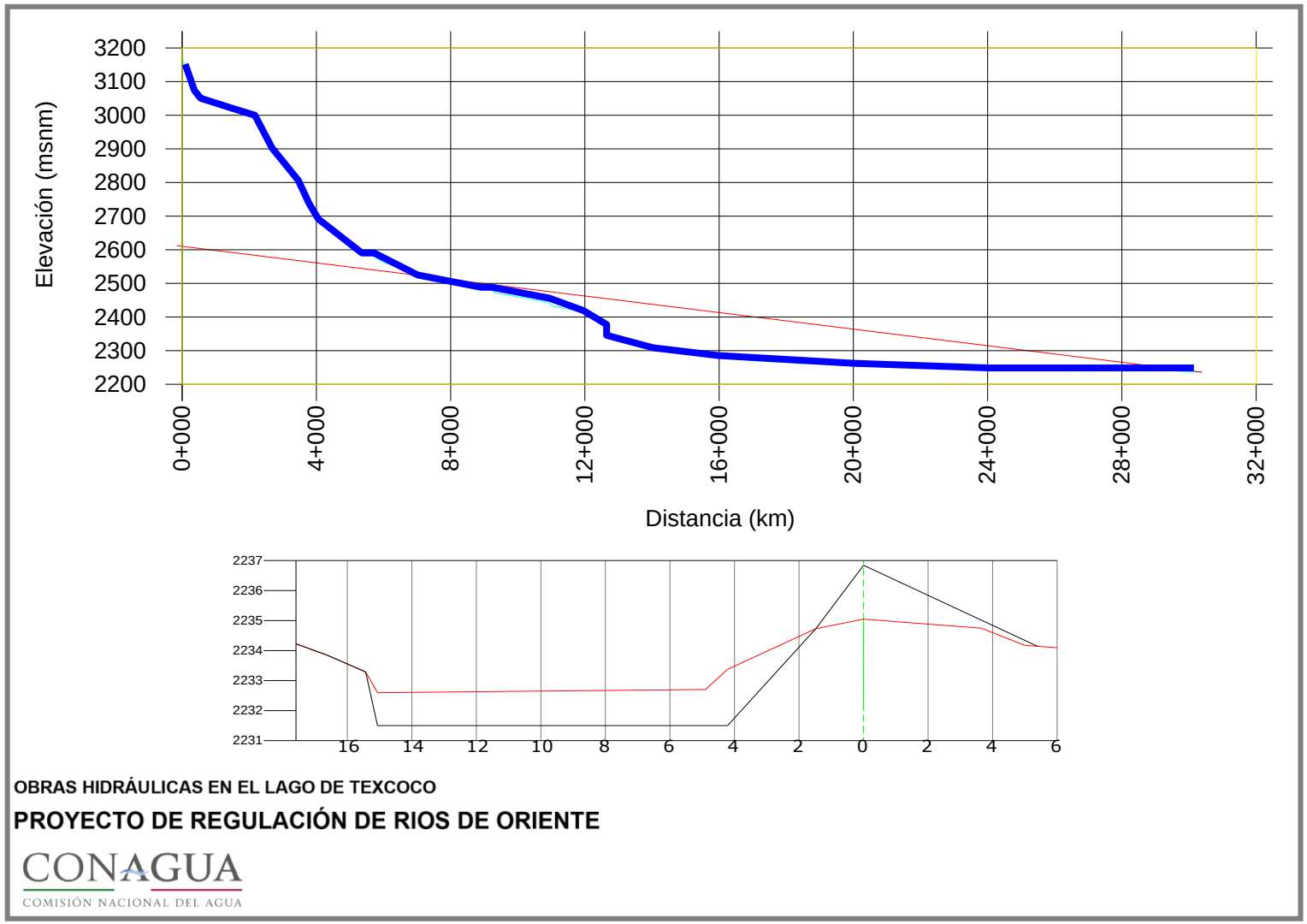


Figura II.12.-Representación Gráfica local Río Xalapango



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.13.- Perfil y Sección 7+500 Río Xalapango

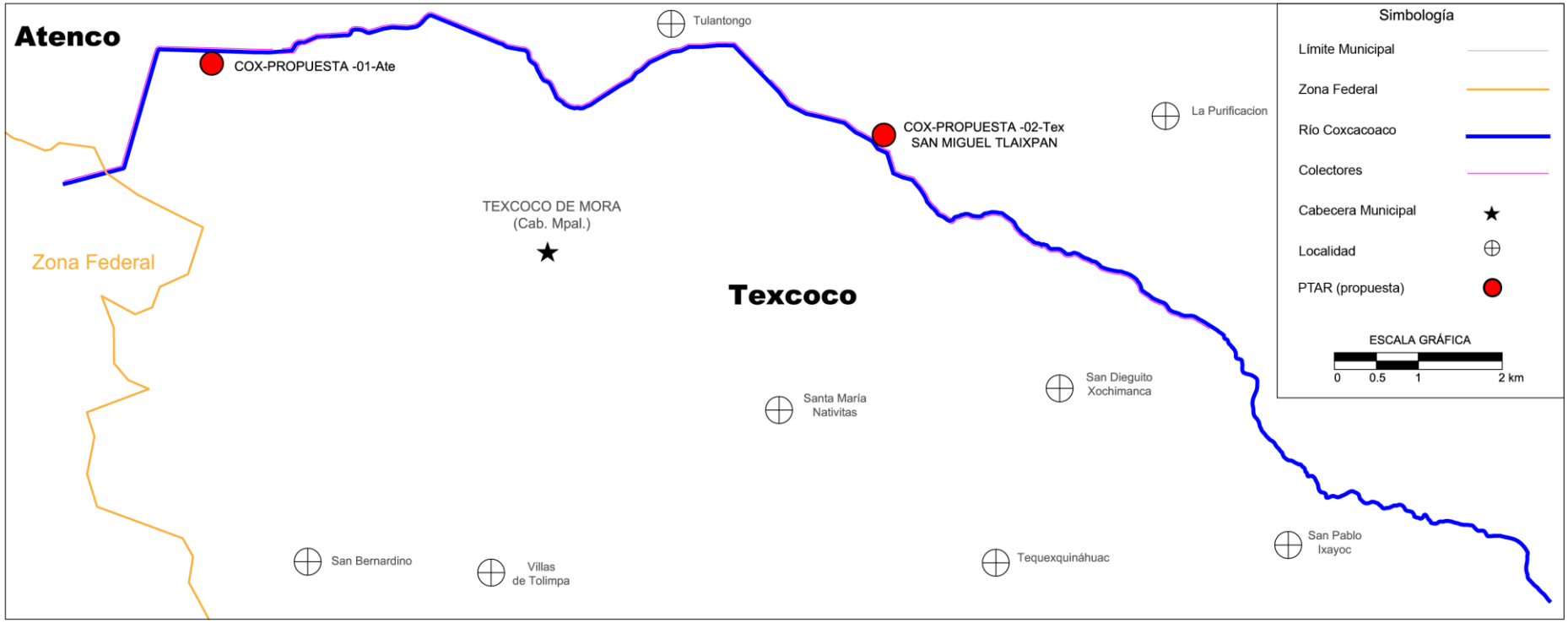
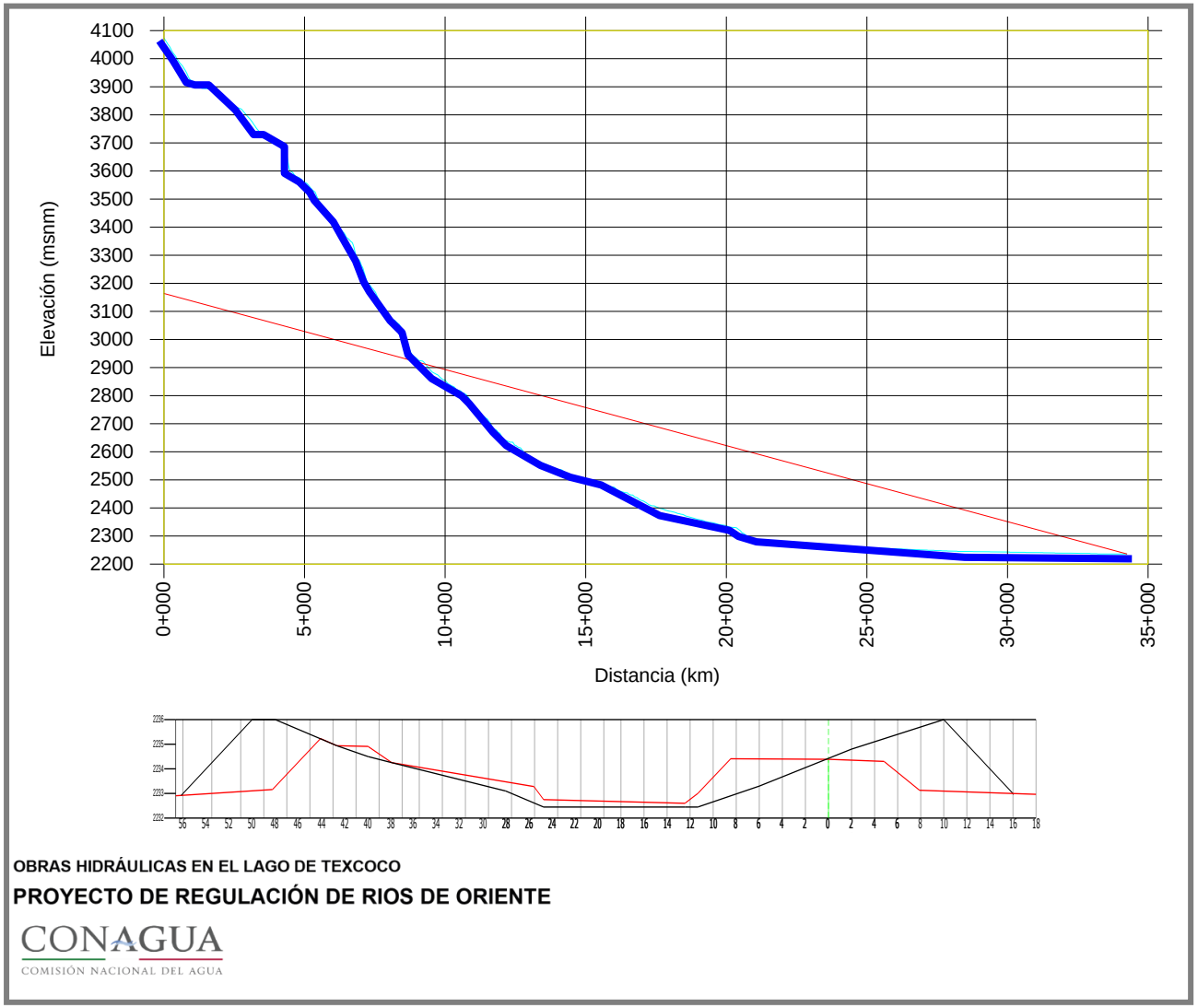


Figura II.14.- Representación Gráfica local Río Coxcacoaco



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.15.- Perfil y Sección 0+500 Río Coxcacoaco

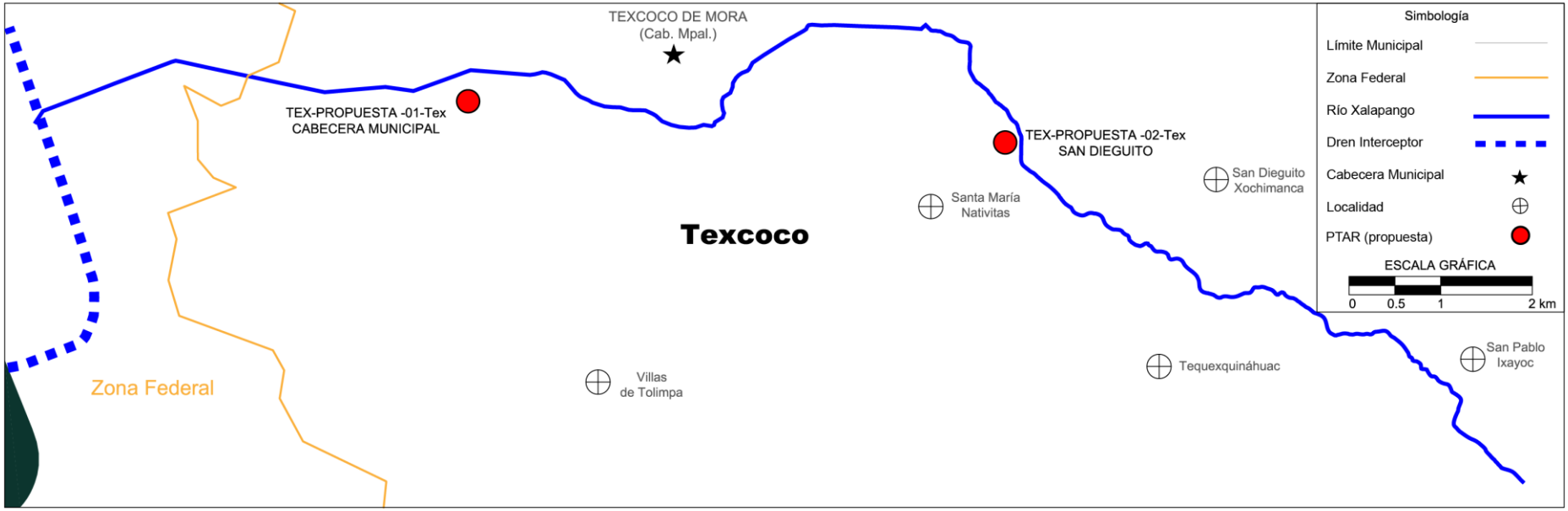
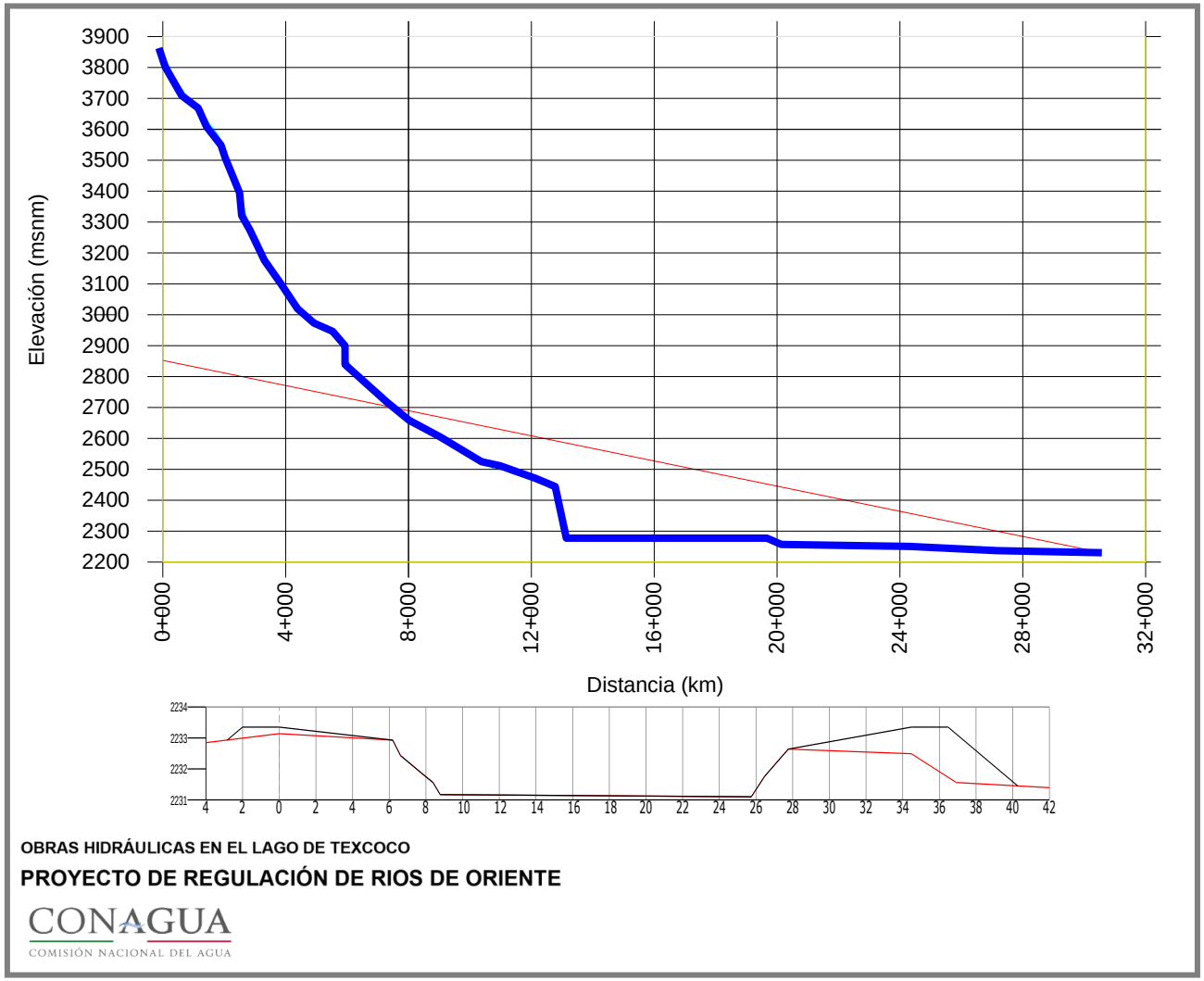


Figura II.16.- Representación Gráfica local Río Texcoco



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.17.- Perfil y Sección 0+500 Río Texcoco

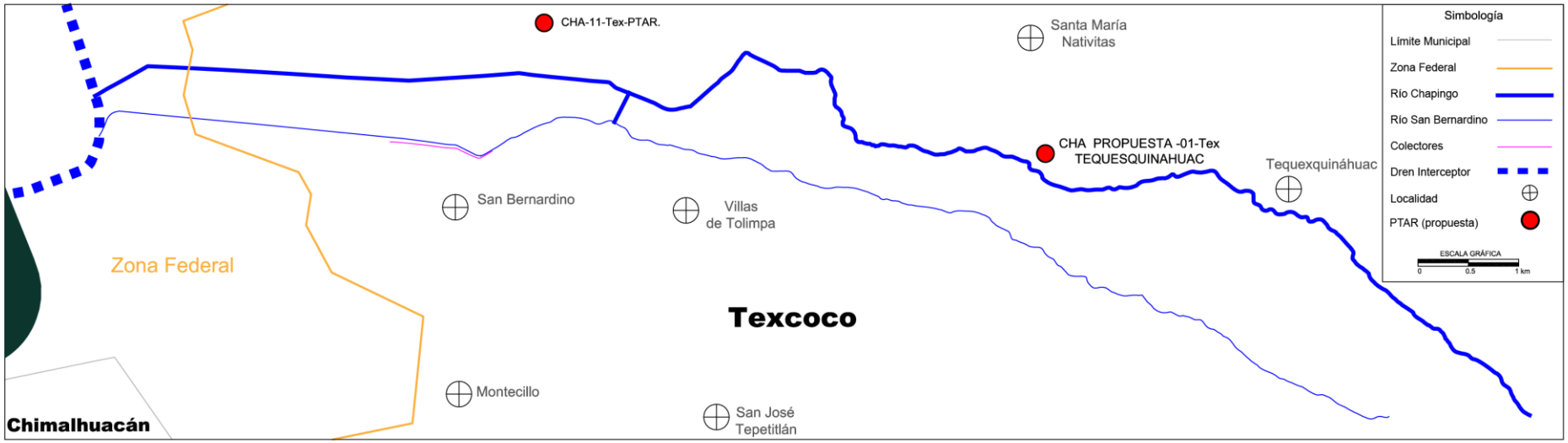
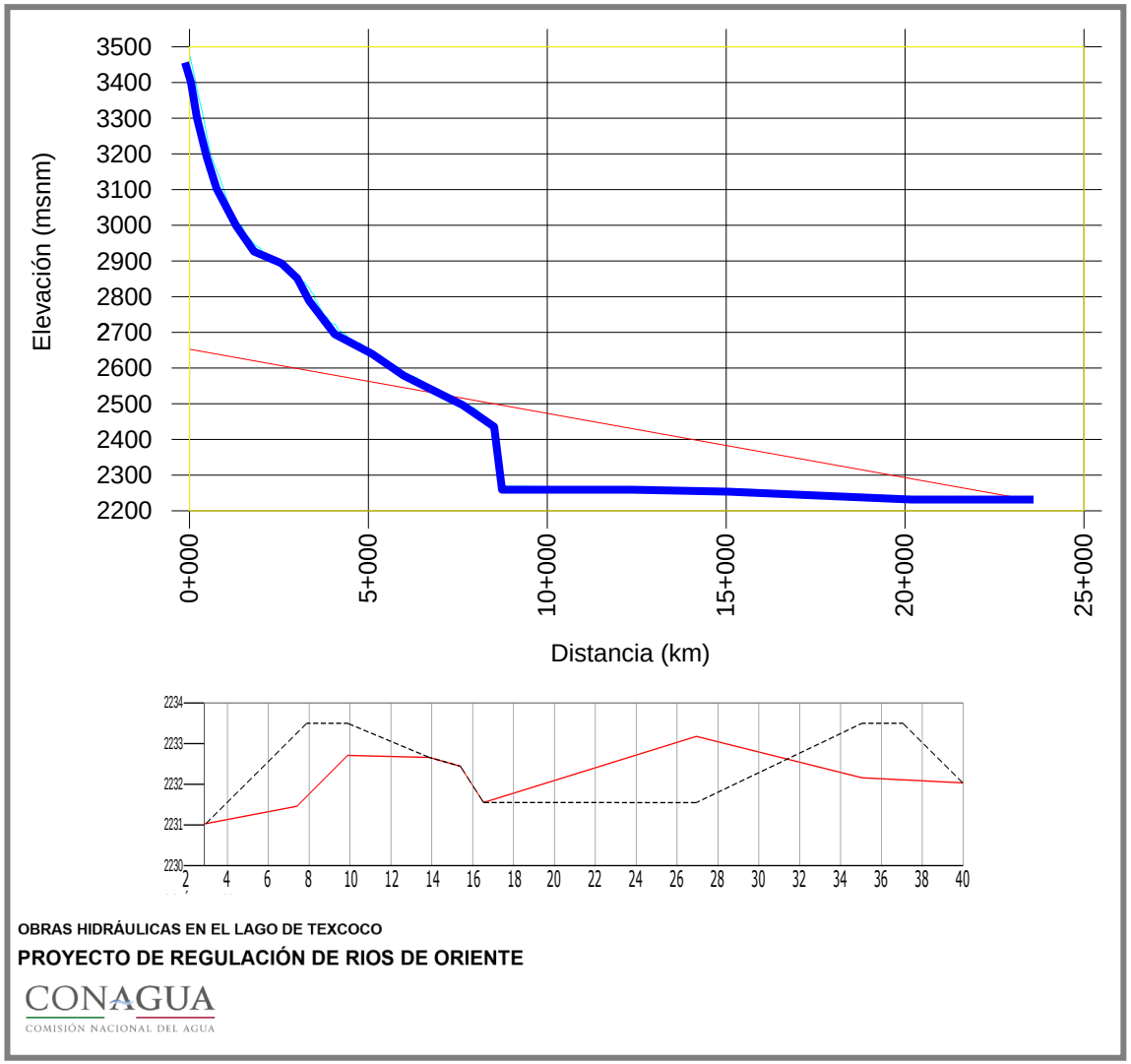


Figura II.18.- Representación Gráfica local Río Chapingo



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.19.- Perfil y Sección 1+500 Río Chapingo

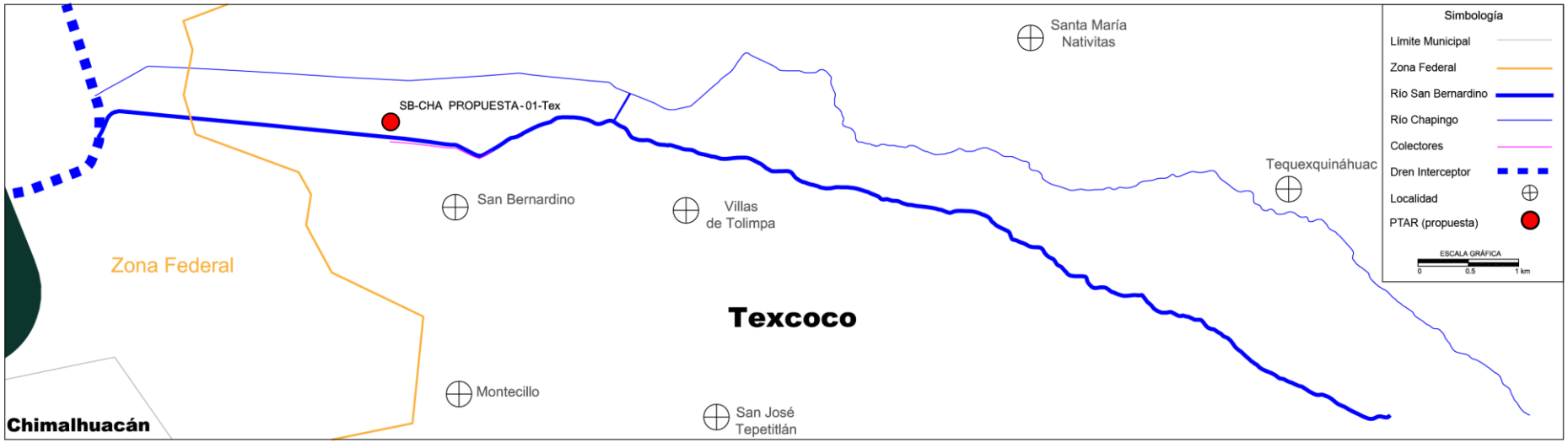
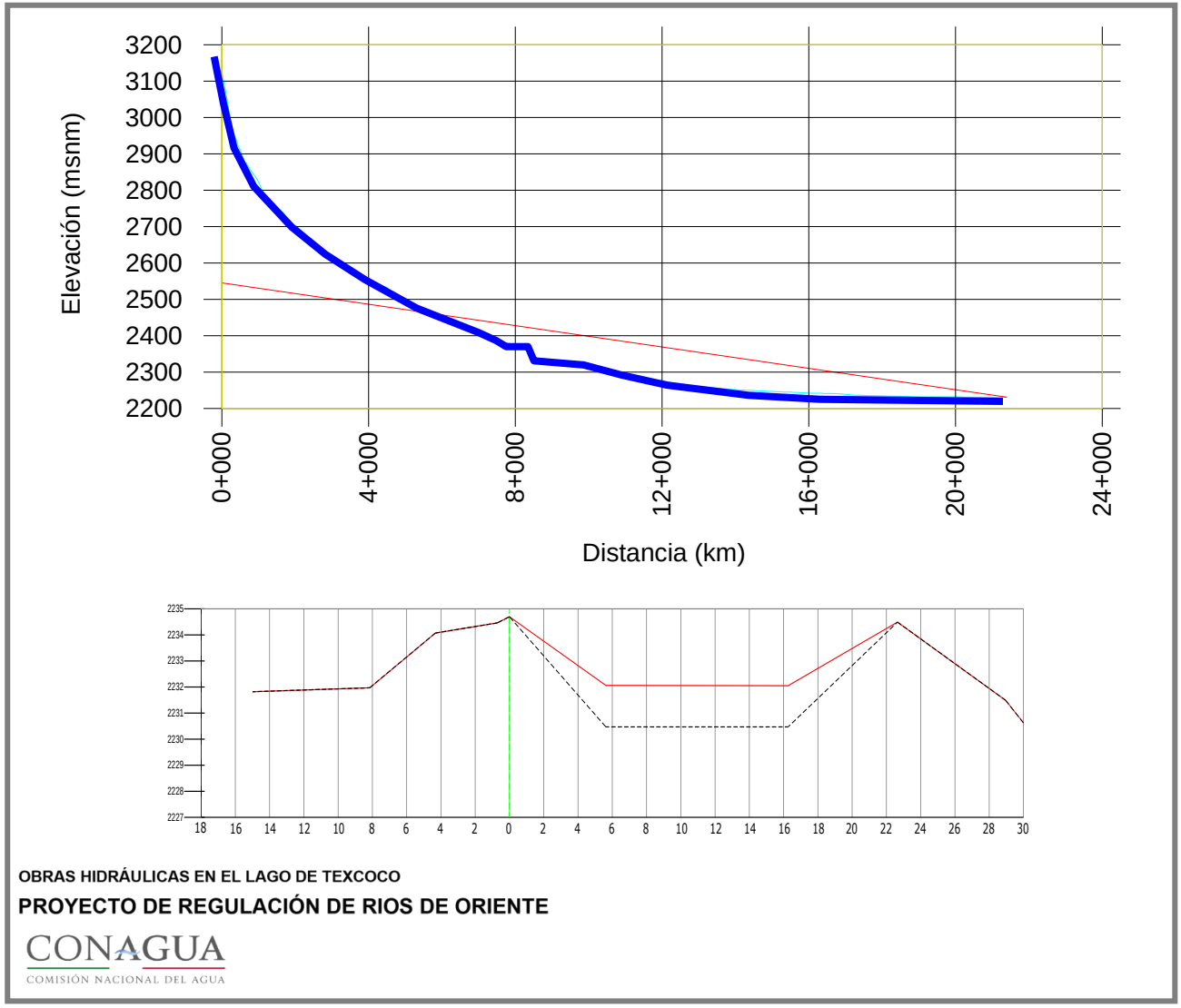


Figura II.20.- Representación Gráfica local Río San Bernardino



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.21.- Perfil y Sección 1+500 Río San Bernardino

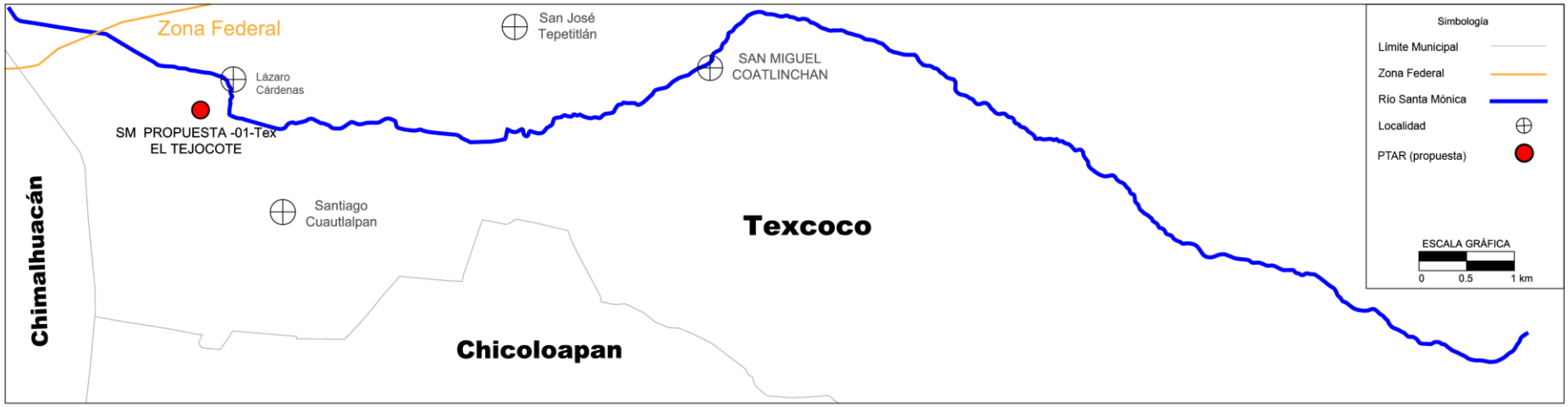
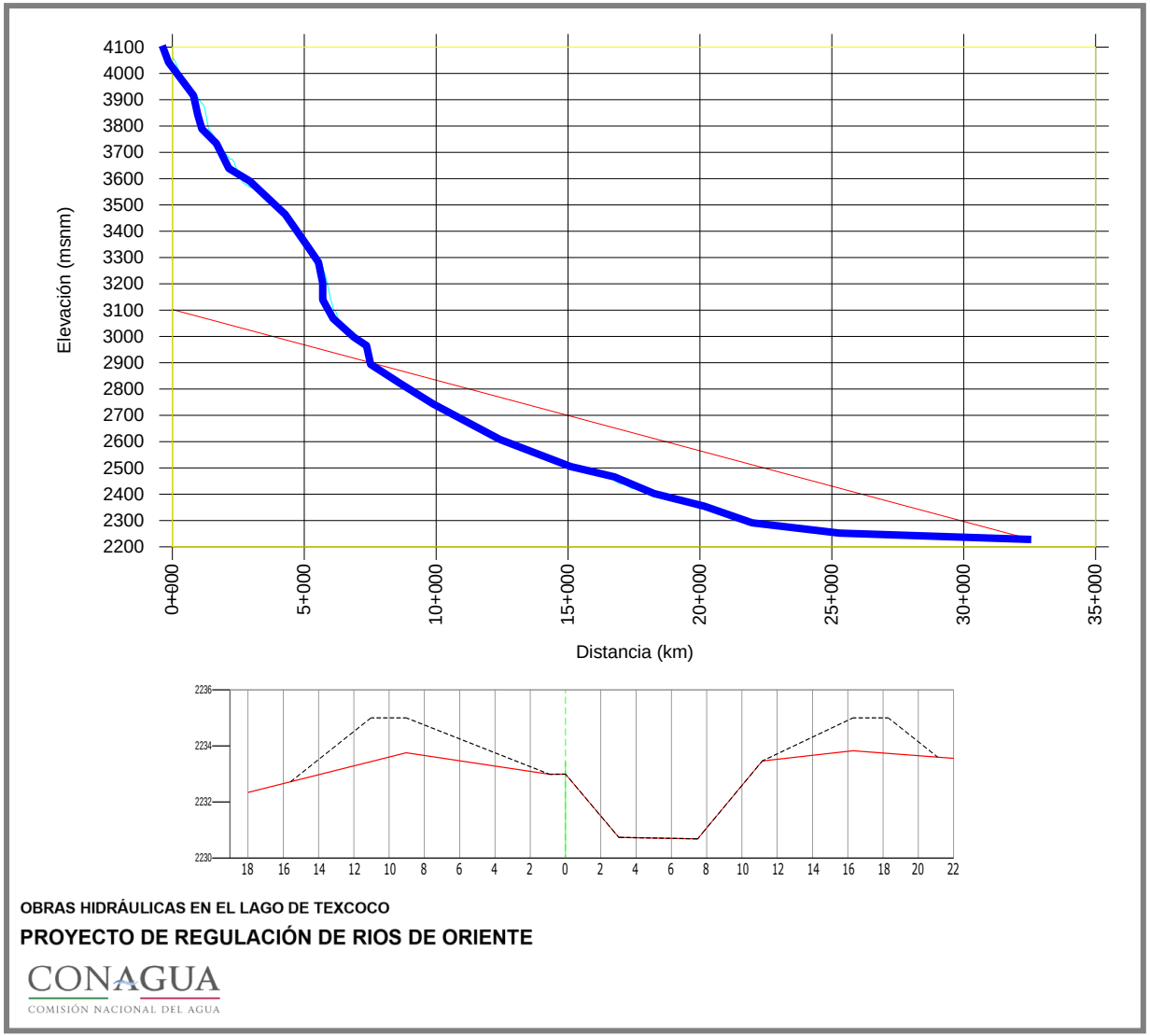


Figura II.22.- Representación Gráfica local Río Santa Mónica



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.23.- Perfil y Sección 1+000 Río Santa Mónica

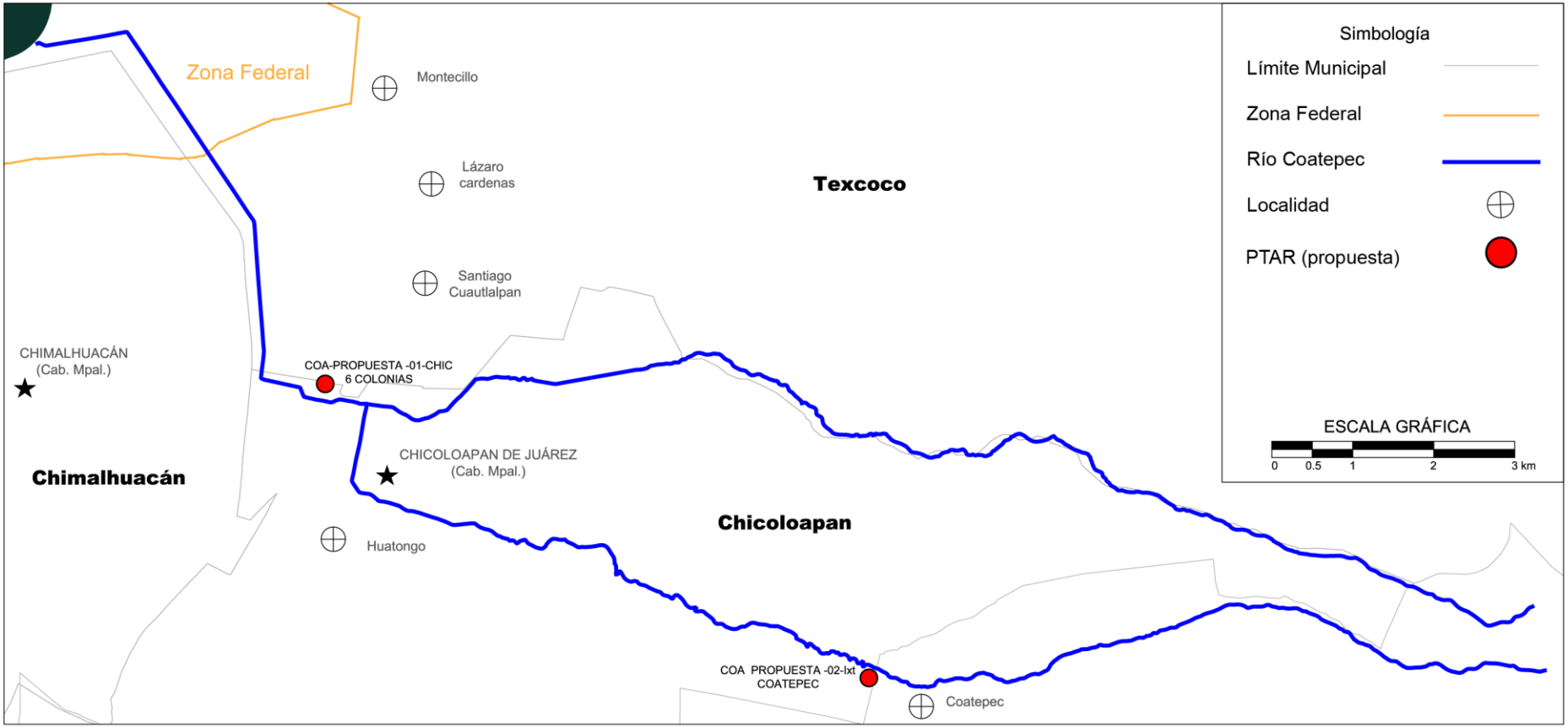
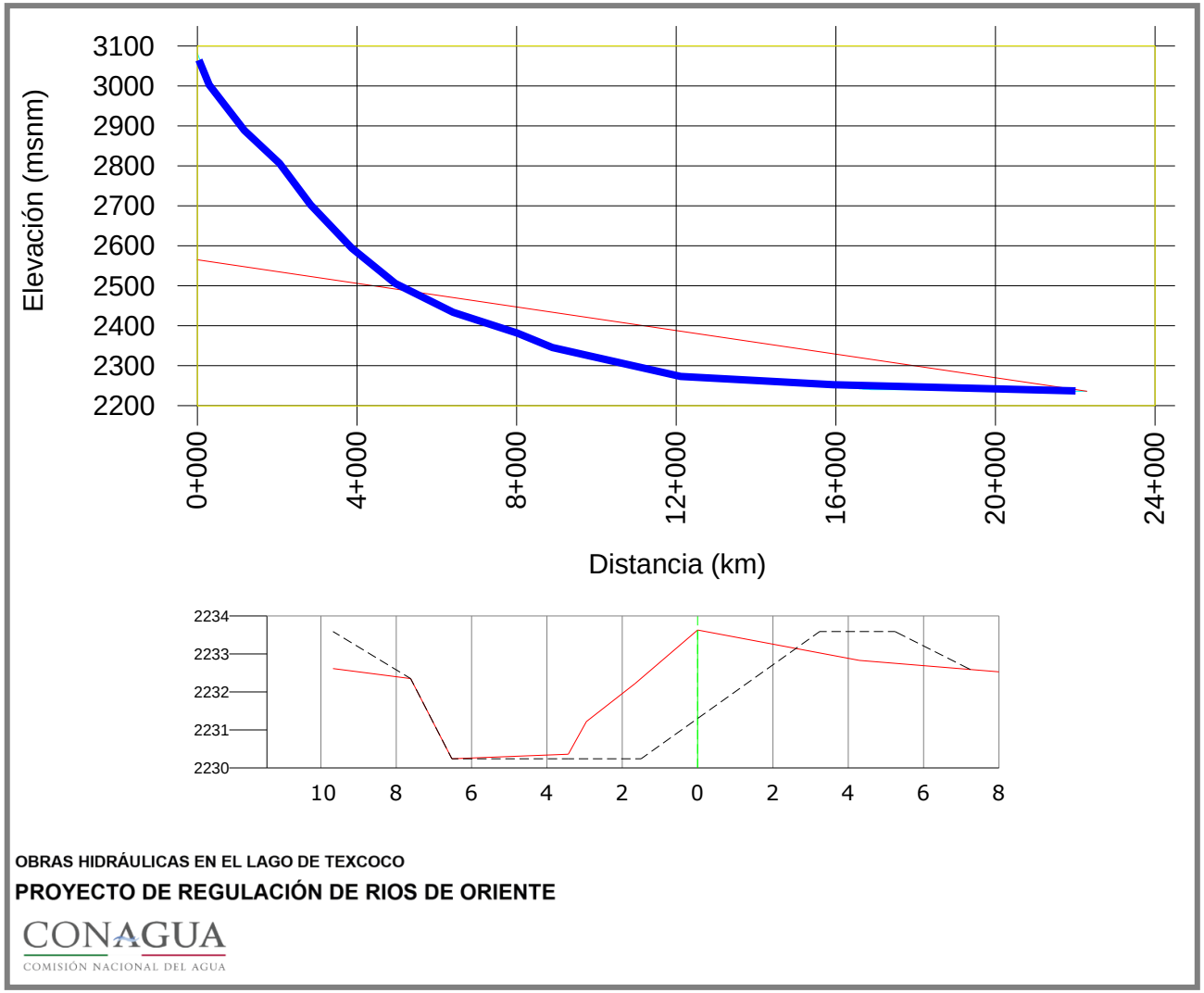


Figura II.24.- Representación Gráfica local Río Coatepec



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.25.- Sección 2+000 Río Coatepec

II.2.4. Preparación del sitio y construcción

II.2.4.1. Preparación del sitio

Despalme y desmonte.

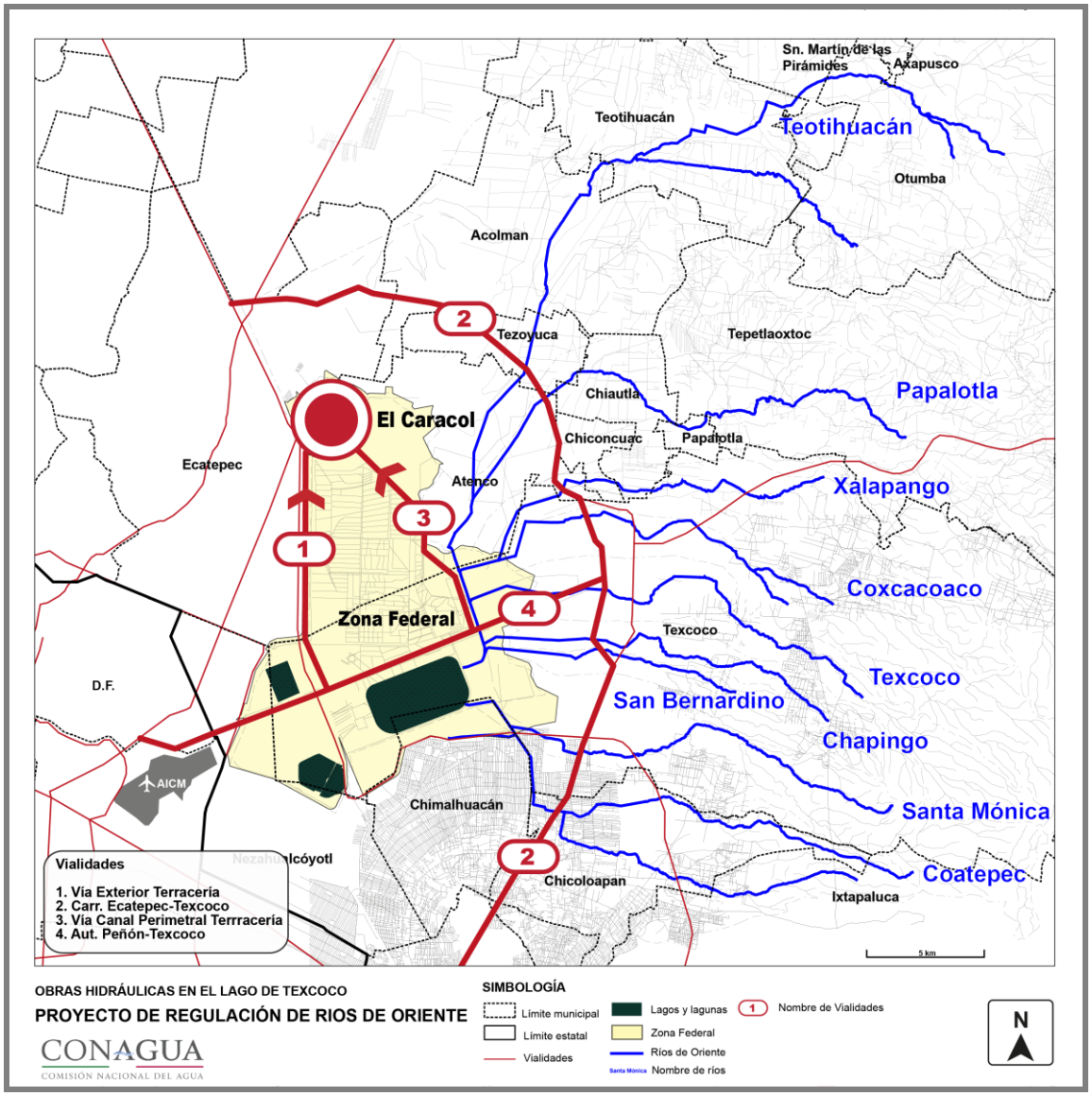
El despalme consiste en la remoción de la capa superficial de terreno natural con contenido orgánico, en un espesor promedio de 50 cm, y su retiro y acamellonamiento a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos, el banco de tiro aprobado es “El Caracol” (Figura II.26) y pueda ser colocado en donde se requiera para restituir el suelo orgánico, el desmonte se realiza previo al despalme y consiste remoción de las especies vegetales en caso de que estas existan. Estas actividades se realizarán en la zona de construcción de los colectores marginales, en el revestimiento de los ríos, en el canal interceptor de aguas pluviales y en las Plantas de Tratamiento (PTAR).

- Se desmontará aproximadamente un área de 176 ha
- El despalme será aproximadamente de 880,260 m^3

Se considera para esta actividad el uso diario en la obra de 1 tractor, 3 cargadores frontales, 65 camiones volteo y 70 personas.

El consumo diario de recursos, combustible y materias auxiliares será aproximadamente de:

- 2,100 litros de agua potable
- 9,396 litros de diesel
- 141 litros de lubricantes



Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.

Figura II.26.- Sitio de tiro "El Caracol"

Limpieza de Ríos

Esta actividad consiste en dejar libre el cauce de los ríos de cualquier tipo de residuos, incluyendo el retiro de la vegetación (maleza) presente. Esta actividad aplica para la rectificación y revestimiento de los ríos. El revestimiento será de concreto hidráulico.

- La superficie será de aproximadamente: 136.5 ha

- La cantidad tamaño y tipo de objetos será variable

Se considera el uso diario de 3 cargadores frontales, 6 camiones volteo y 25 personas para esta actividad.

El consumo diario de recursos, combustible y materiales auxiliares será aproximadamente de:

- 750 litros de agua potable
- 1,200 litros de diesel
- 18 litros de lubricantes

II.2.4.2. Construcción

Colectores marginales

Excavación de zanjas

Se realizan para alojar la tubería de los colectores, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla, remoción del material de producto de las excavaciones, su disposición a ambos lados de la zanja de forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de las excavaciones (Tabla II.14).

- Se excavará un total de aproximadamente 214,700 m^3
- Se compactará una superficie de aproximadamente 11.3 ha

El consumo diario será de:

- 1,260 litros de agua potable
- 1,904 litros de diesel
- 25 litros de lubricantes

Tabla II.14.- Dimensiones mínimas de zanjas y plantillas

TUBERÍAS DIÁMETRO D (cm)	ANCHO B (cm)	PLANTILLA E (cm)
76	150	14
91	170	15
107	190	17
122	210	20
162	250	23
183	280	27

Fuente: Anteproyecto de Saneamiento de los Ríos de Oriente. CONAGUA 2013.

Conformación de plantilla

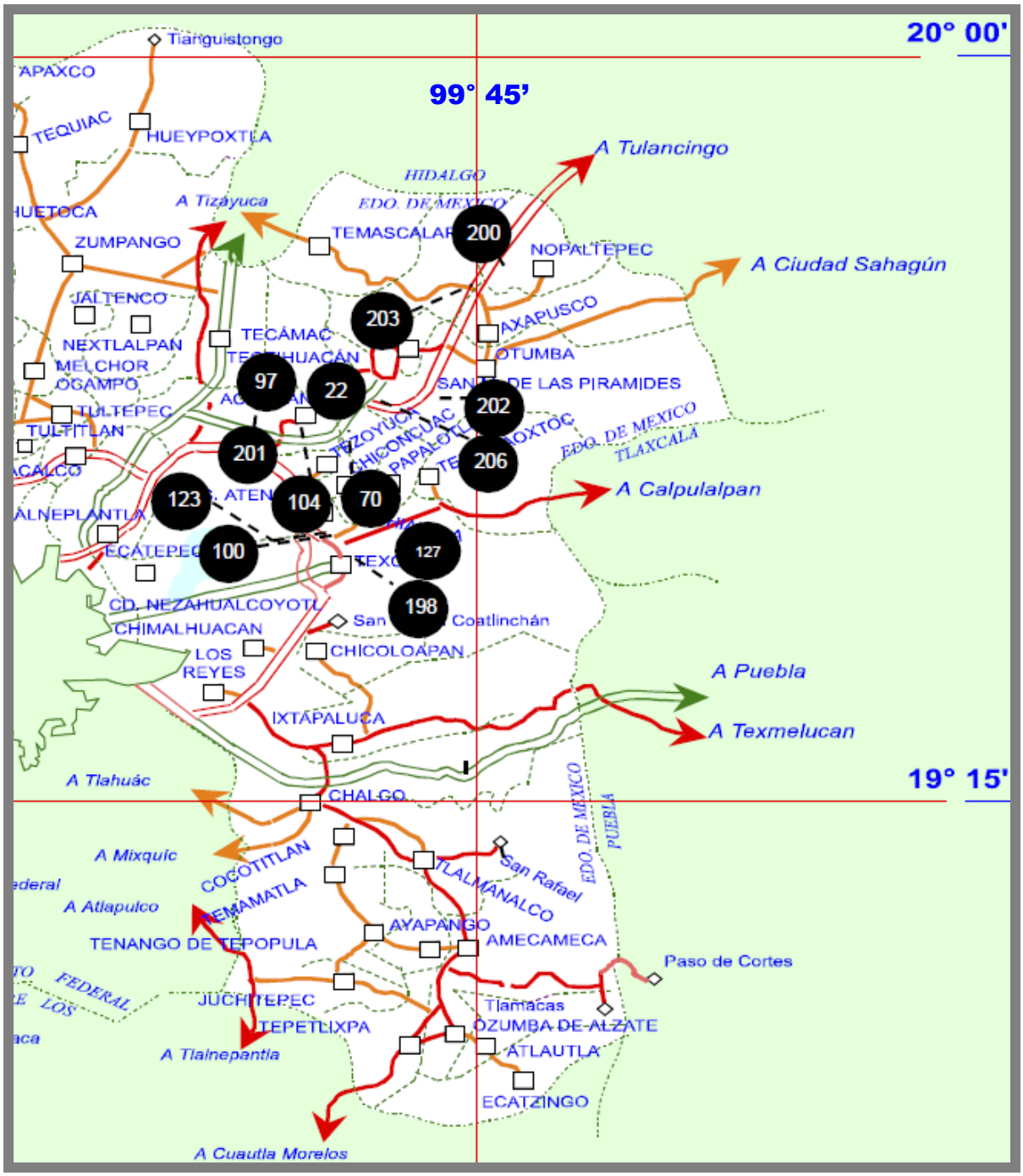
La plantilla a colocar en los colectores marginales será formada por tepetate y agregados pétreos obtenidos de los bancos cercanos se colocará en el fondo de la zanja en un espesor de 14 cm, la compactación será a mano; el propósito es dar la consistencia necesaria para sustentar la tubería que se apoyará en ésta para proporcionarle estabilidad necesaria para recibir el relleno que la cubrirá (Figura II.28).

- Se compactará una superficie de 11.3 ha
- Se requerirán 15,820 m^3 de tepetate obtenido de banco.

El consumo diario será de:

- 1,260 litros de agua potable
- 1,872 litros de diesel
- 25 litros de lubricantes

Los posibles bancos de material de la zona se muestran en la Figura II.27 y sus características en la Tabla II.15.



Fuente: DGST-SCT 2011

Figura II.27.- Bancos de préstamo en la zona de proyecto

Tabla II.15.- Características de los Bancos de la Zona

CARRETERA: TEPEXPAN - SAN JUAN TEOTIHUACAN

BCO. NUM.	NOMBRE	KILOMETRO	DESVIACION	FECHA ESTUDIO	FECHA DE ACT.	TIPO PROP.	TIPO MATERIAL	TRATA-MIENTO	VOLUMEN X 1000 m³	ESPESOR DESPALME (m)	USOS PROB.	USO EXPL.	RESTRICC. ECOLOG.	ASPEC. ECONOM.
0070	TEZOYUCA	002+500	D 01800	JUL-05	OCT-11	EJID.	TEZONTLE	C	0100	01.0	1-2	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0206	XOMETLA	008+800	D 01000	JUL-05	OCT-11	PART.	BASALTO	TTC	0500	00.3	3-4-5-6-7-8-9	EXPL.	POSIBLES	ACEP.
CARRETERA: LIBRAMIENTO TEXCOCO ORIENTE														
0100	NETZAHUALCOYOTL	004+000	D 01000	AGO-06	OCT-11	EJID.	AGLOMERADO	C	0400	02.5	1-2	NR.	CONSIDER.	CONVE.
0123	SAN MIGUEL	003+500	D 00500	AGO-06	OCT-11	EJID.	AGLOMERADO	C	0190	02.0	1-2	NR.	CONSIDER.	CONVE.
0127	LA ESPERANZA	004+000	D 00200	AGO-06	OCT-11	EJID.	AGLOMERADO	C	0150	01.0	10	NR.	CONSIDER.	CONVE.
0198	LA PROVIDENCIA	004+050	D 01400	AGO-06	OCT-11	EJID.	AGLOMERADO	C	0100	02.0	10	NR.	CONSIDER.	CONVE.
CARRETERA: SAN MARTIN DE LAS PIRAMIDES - BASE AEREA STA. LUCIA														
0200	IXTLAHUACA	007+000	I 01000	SEP-06	OCT-11	PART.	ANDESITA	TTC	0190	00.3	1-2-4-9-10	EXPL.	NO EXISTEN	CONVE.
CARRETERA: VENTA DE CARPIO - TEPEXPAN - ACOLMAN														
0022	SANTA CATARINA	010+000	I 01800	JUL-05	OCT-11	EJID.	TEZONTLE	C	0105	00.7	2	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0097	TLAHUILCO	005+000	I 01600	JUL-05	OCT-11	EJID.	TEZONTLE	C	0600	01.0	1-2	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0104	TEPEXPAN II	006+400	I 01800	JUL-05	OCT-11	EJID.	TEZONTLE	C	0820	00.5	2	SR.	NO EXISTEN	CONVE.
0201	TOTOLCINGO	005+000	I 01400	JUL-05	OCT-11	EJID.	TEZONTLE	C	0250	00.5	2	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
CARRETERA: T. SAN MARTIN DE LAS PIRAMIDES - SANTIAGO TOLMAN														
0202	SAN MIGUEL	036+700	D 01000	SEP-06	OCT-11	PART.	TEZONTLE	C	0120	03.0	1-2	NR.	CONSIDER.	CONVE.
0203	VENTA DE CRUZ	047+600	I 00050	SEP-06	OCT-11	PART.	BASALTO	TPC	0350	00.5	2-5-9	EXPL.	CONSIDER.	ACEP.

Fuente: DGST-SCT 2011

Instalación de tubería

Es el conjunto de los elementos y operaciones que se realizan en la instalación, colocación de tuberías y piezas especiales en los colectores. Las tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), accesorios, dispositivos y mecanismos de diversa índole que deba suministrar el Constructor para la instalación, deberán ser de las características señaladas en el proyecto, de primera calidad, nuevos y sometidos a previa inspección y aprobación de la Supervisión antes de su instalación, ya sea en fábrica o en el lugar de su utilización.

La tubería de PEAD se colocará hacia aguas arriba y se empezará su colocación de aguas abajo hacia aguas arriba.

Se requerirán aproximadamente de 75,340 m de tubería de PEAD de 76 cm de diámetro.

El consumo diario de recursos, combustibles y materias auxiliares será aproximadamente de:

- 1,260 litros de agua potable
- 1,600 litros de diesel
- 20 litros de lubricantes

Apisonado de plantillas

Este será de tepetate de alguno de los bancos de material de zona (Tabla II.15) que se colocará en el fondo de la zanja en un espesor de 14 cm, la compactación será a mano; el propósito es dar la consistencia necesaria para sustentar la tubería que se apoyará en ésta para proporcionarle la estabilidad necesaria (Figura II.28).

Acostillado

Colocación de tepetate a los costados del tubo y sobre el lomo del mismo, en un espesor de 30 cm sobre este.

Se requerirán aproximadamente 89,108 m^3 de tepetate obtenido de un banco cercano.

El consumo diario de recursos, combustibles y materias auxiliares será de aproximadamente:

- 1,260 litros de agua potable
- 1,872 litros de diesel
- 25 litros de lubricantes

Relleno de zanjas

Son el conjunto de operaciones que se deben de ejecutar para rellenar hasta el nivel original del terreno o hasta los niveles señalados. Se utilizará el material

producto de la excavación acamellonado a ambos lados de la zanja durante la excavación, se compactará al 90% de la prueba proctor.

Se compactará una superficie aproximada de 11.3 ha

El consumo diario de recursos, combustibles y materias auxiliares será de:

- 1,080 litros de agua potable
- 784 litros de diesel
- 8 litros de lubricantes

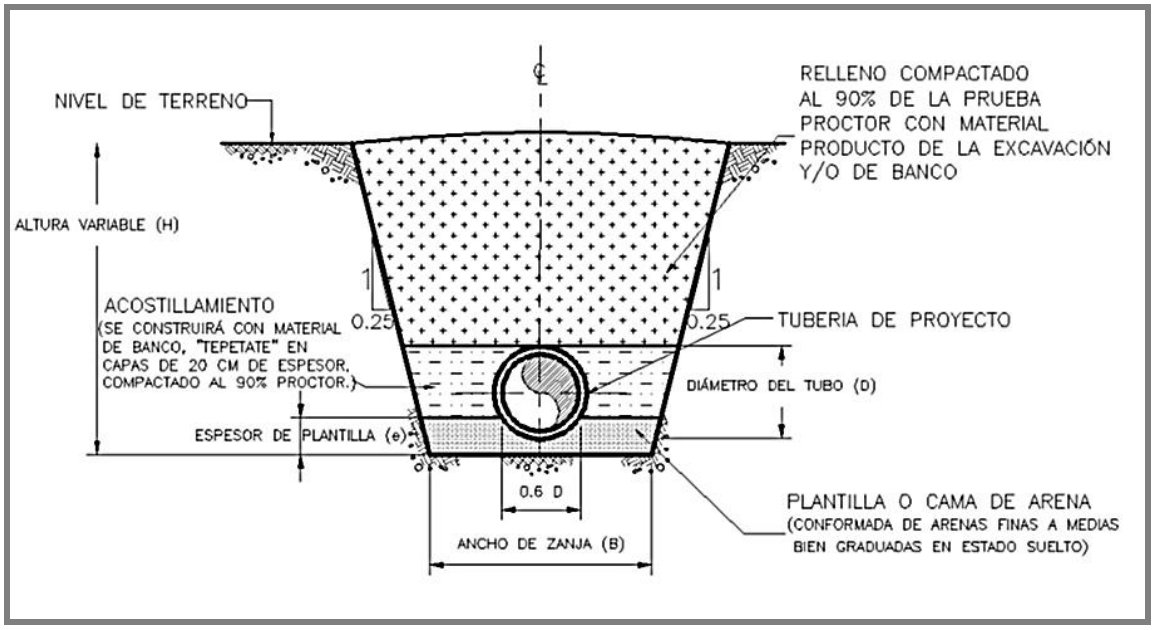


Figura II.28.- Sección constructiva para la instalación de colectores marginales

Construcción de pozos de visita

Los pozos de vista son las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías, especialmente para las operaciones de limpieza (Figura II.29 y Tabla II.16), se colocarán a una distancia de 100 m en promedio.

Se colocarán aproximadamente 765 pozos de visita.

Los materiales son mampostería de tabique, arena, cemento, agua y brocales de concreto y/o fierro fundido, también pueden ser de policoncreto.

Los materiales serán transportados por camiones materialistas que serán obtenidos fuera de la obra, el proveedor será el que el contratista considere el adecuado.

El consumo diarioo de recursos naturales, combustibles y materiales auxiliares será de aproximadamente:

- 2,040 litros de agua potable
- 1,632 litros de diesel
- 10 litros de lubricantes

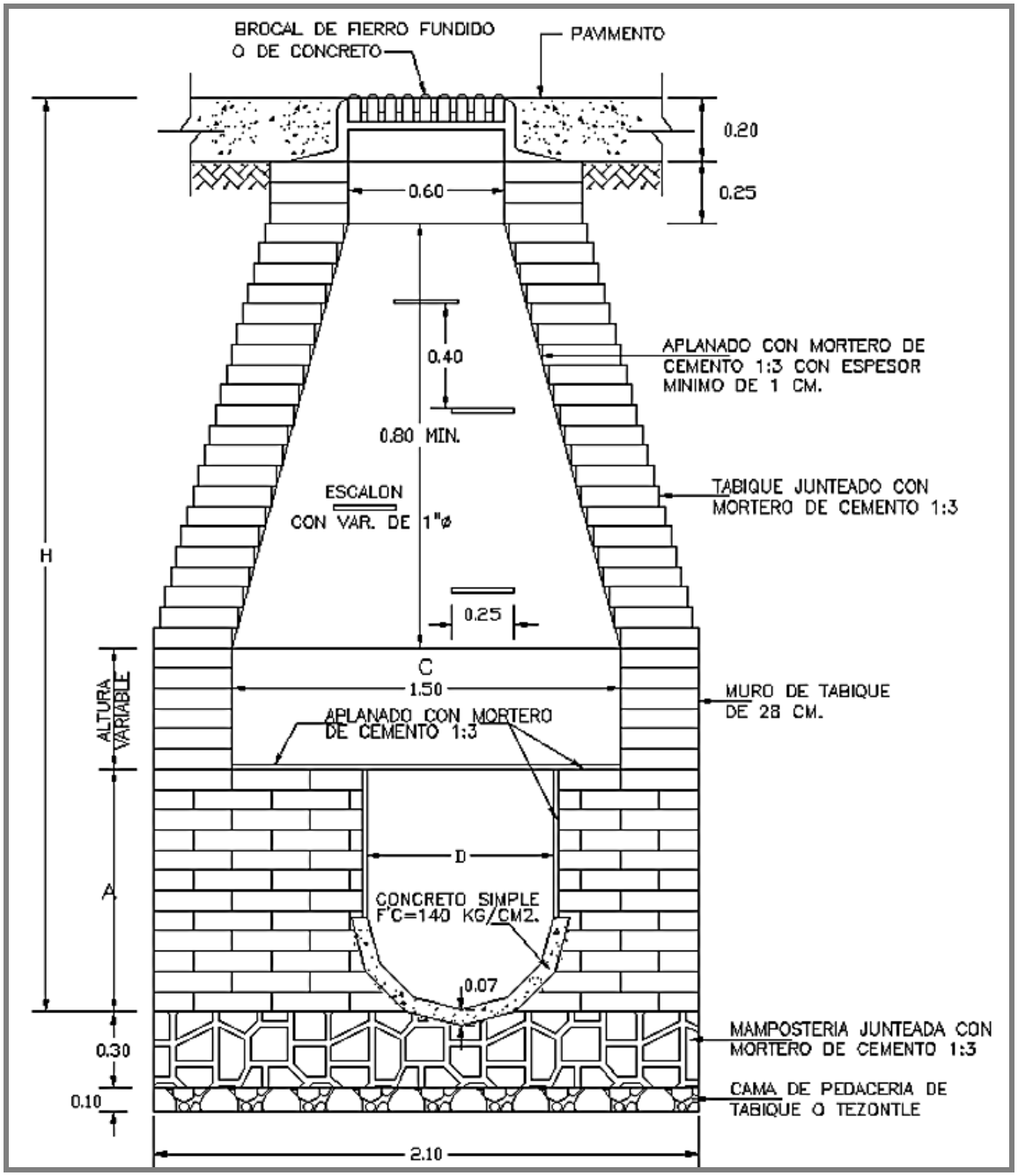


Figura II.29.- Pozo de visita especial para diámetros de tubería de 76 a 107 cm

Tabla II.16.- Especificación de pozos de visita especial

DIÁMETRO (m)	A (m)	PROF. MIN. H (m)	C (m)	E (m)
0.76	0.91	2.25	1.10	1.70
0.91	1.07	2.35	1.30	1.90
1.07	1.24	2.50	1.50	2.10

Requerimientos de maquinaria y personal para la construcción de colectores marginales.

Los requerimientos de Maquinaria y personal derivados de las actividades de construcción de colectores marginales se describen en la Tabla II.17.

Tabla II.17.- Requerimientos de maquinaria y personal para la construcción de colectores marginales en los Ríos de Oriente

OBRA DE COLECTORES	ÁREAS (m^2)	MAQUINARIA			PERSONAL		
		RETROEXCAVADORA	CAMIÓN DE VOLTEO	COMPACTADORA	OPERADORES	OFICIALES	AYUDANTES
Teotihuacán	330,000	66	528	264	594	99	693
Papalotla	290,000	58	464	232	522	87	609
Xalapango	160,000	32	256	128	288	48	336
Coxcacoaco	72000	15	115	58	130	22	154
Texcoco	180,000	36	290	145	326	55	385
Chapingo	137,200	28	220	110	248	41	287
Santa Mónica	93,500	19	150	75	169	28	196
San Bernardino	72,000	15	115	58	130	21	147
Coatepec	330,000	66	528	264	594	99	693

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Para el saneamiento de las descargas urbanas se construirán Plantas de Tratamiento. Para gastos de más de 40 l/s, se construirán plantas por lodos activados y para volúmenes menores a 15 l/s plantas de tratamiento por procesos biológicos (humedales) y para caudales entre 15-40 l/s filtros biológicos. A continuación se describe el proceso constructivo y operativo de ambas.

Nivelación del sitio

Esta actividad consiste en dar los niveles topográficos del terreno a utilizar tal y como lo demande el proyecto constructivo.

Excavación para cimentaciones

Consiste en la apertura y excavación del terreno con dimensiones específicas para instalar los cimientos de las instalaciones.

Armado de cárcamos y tanques

Consiste en la construcción e instalación de la infraestructura necesaria para llevar a cabo el tren de tratamiento de las aguas residuales

Las obras provisionales durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, que se requerirán serán básicamente para el trabajo de gabinete, en este caso se instalarán oficinas móviles para los Residentes de obra, las cuales estarán equipadas con baños portátiles, de igual manera se necesitará la instalación de baños portátiles para los trabajadores, el requerimiento de estos, son un baño por cada diez trabajadores. En caso de requerir almacén de materiales, estos se instalarán en sitios donde se esté libre de vegetación y en lugares que se garantice la no perturbación de los factores bióticos.

No se requerirá la apertura de caminos, debido a que todos los Ríos y demás infraestructura están conectados por vías de acceso que garantizan un adecuado tránsito.

Descripción del tren de tratamiento de las PTAR

1. Pretratamiento

La primera operación unitaria obligada en el tratamiento de aguas residuales es el cribado, esta operación se realiza usando rejas y circulando el agua a través de ellas.

Sus principales objetivos son: reducir los sólidos en suspensión de distintos tamaños que trae consigo el influente de aguas residuales crudas, evitar la obstrucción de los conductos, proteger los equipos.

La distancia o la abertura de las barras de las rejillas depende del tamaño de las partículas que se desean retener y eliminar mediante esta operación y de su limpieza, la cual puede hacerse de forma manual o mecánica, pero es común poner rejillas gruesas y finas.

Antes de las estructuras de los cárcamos de bombeo o los reactores biológicos que integran al sistema de tratamiento de aguas residuales, se considera en el proyecto ejecutivo, una serie de dispositivo que realice la función de pretratamiento, siendo sus principales objetivos los siguientes:

a).- Separara de las aguas residuales el material flotante, como lo son los desechos de alimentos, maderas, plásticos, empaques de alimentos, basura latas, etc., es decir material sólido que es vertido al sistema de alcantarillado en forma de basura o que es arrastrado por las corrientes, esto es muy común considerando que nuestros sistemas de drenaje son combinados y que la cultura

que prevalece en nuestra sociedad no favorece la protección de los alcantarillados y la calidad del agua.

b).- Remover de las aguas residuales el material inerte como lo son: arenas, arcillas y gravas, las cuales son arrastradas por las corrientes de desecho de las construcciones, aceras, canales, etc.

c).- Se prevé una estructura de derivación para permitir que fluya por el pretratamiento el caudal máximo instantáneo de aguas residuales, un caudal mayor será derivado hacia el sitio de descarga; es decir la estructura derivará el caudal pluvial proveniente de las bajadas pluviales de las casa y de las coladeras de las calles cuando el gasto hidráulico sea mayor al máximo instantáneo.

2. Reactor anaerobio de flujo ascendente

En los últimos años el desarrollo de sistemas de tratamiento anaerobio de las aguas residuales domésticas, resultó en un mejoramiento notable de su desempeño siendo además estos sistemas cada vez más aceptados, por dos razones principales se tiene un ahorro sustancial en la energía eléctrica durante la operación de los sistemas, ya que el proceso no requiere de sistemas de aireación, al llevarse a cabo los procesos de degradación de la materia orgánica mediante sistemas anaerobios que no requieren el suministro de oxígeno molecular, por otro lado la producción de lodos se reduce en promedio 5 o seis veces con relación a los procesos aerobios.

Existe una gran variedad de tratamientos anaerobios, que van desde tanque sépticos hasta reactores anaerobios fluidizados de alta tecnología que permiten obtener eficiencias muy elevadas de remoción de los contaminantes, sin embargo éstos últimos reactores también requieren de un control estricto de la calidad del agua y temperaturas por arriba de los 25 $^{\circ}$C.

Entre los procesos anaerobios avanzados, surge el reactor UASB (Up Flow Anaerobic Sludge Blanket) desarrollado a mediados del siglo por el investigador Holandés Gatze Lettinga. Este reactor ha sobresalido debido a la alta calidad del efluente producido y al relativo bajo costo del tratamiento de aguas residuales de baja y mediana carga orgánica ha sido ampliamente aplicado también al tratamiento de aguas residuales complejas con alta carga orgánica que si se tiene la temperatura adecuada es donde han registrado un mejor funcionamiento.

Los resultados obtenidos de las experiencias a escala piloto y escala real efectuadas en varias partes del mundo, proporcionaron avances importantes en el desarrollo del proceso y tecnología del tratamiento anaerobio. El éxito de estas experiencias, junto a los beneficios presentados por el proceso como la ausencia de equipos de control sofisticados, baja producción de residuos del proceso (lodos), menor consumo energético y producción de metano (combustible de alto poder calorífico), han establecido al reactor UASB como una opción de tratamiento para una amplia variedad de residuos líquidos.

Los rendimientos notables del proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas con reactores UASB, reportados en nuestro continente y a lo largo del mundo, justifican el desarrollo y aplicación de su tecnología.

Para este caso se incorporará en el tren de tratamiento elegido un reactor anaerobio UASB, o conocido en México como reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) y tomaremos una eficiencia conservadora de entre 45% y 55% buscando hacer un desbaste al agua residual para que en el siguiente proceso unitario se complemente la remoción de los contaminantes como DBO, DQO y SST principalmente y estemos en un rango de seguridad de cumplir con los requerimientos de calidad en la descarga.

Un reactor UASB se integra por las siguientes estructuras:

- Estructura de alimentación
- Zona de digestión
- Unidad separación gas-sólido-liquido (separador de fases)
- Zona de sedimentación
- Zona de salida
- Extracción de lodos

En la figura siguiente se puede apreciar esquemáticamente el arreglo tradicional de un UASB, indispensable para tener un funcionamiento adecuado, a continuación también se describe su funcionamiento de cada una de ellas.

3. Filtro biológico percolador

El concepto del filtro percolador nació del uso de los filtros de contacto, que eran estanques impermeables rellenos con piedra machacada. En su funcionamiento, el lecho de contacto se llenaba con el agua residual desde la parte superior y se dejaba que se pusiese en contacto con el medio durante un corto período de tiempo. El lecho se vaciaba a continuación y se le permitía que reposase antes de que se repitiese el ciclo. Un ciclo típico exigía 12 horas de las cuales había 6 horas de reposo. Las limitaciones del filtro de contacto incluyen una posibilidad relativamente alta de obturaciones, el prolongado período de tiempo de reposos necesario, y la carga relativamente baja que podía utilizarse.

En el filtro percolador el agua residual es distribuida la piedra y se deja que se filtre a través del lecho, este filtro consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que los microorganismos se adhieren y a través del cual se filtra el agua residual. El tamaño de las piedras de que consta el medio filtrante está entre 2.5 – 10cm de diámetro, la profundidad de estas varía de acuerdo al diseño particular, generalmente de 0.9 – 2.4m con un promedio de profundidad de

1.8m. Ciertos filtros percoladores usan medios filtrantes plásticos con profundidades de 9 – 12m. Actualmente el lecho del filtro es circular y el residuo líquido se distribuye por encima del lecho mediante un distribuidor giratorio, antes el lecho era rectangular y el agua residual se distribuía mediante boquillas rociadoras fijas cada uno de los filtros posee un sistema de desagüe inferior el cual recoge el agua tratada y los sólidos biológicos que se han separado del medio, este sistema de desagüe es importante tanto como instalación de recogida como por su estructura porosa a través de la que el aire puede circular.

La materia orgánica que se halla presente en el agua residual es degradada por la población de microorganismos adherida al medio, esta materia es absorbida sobre una capa viscosa (película biológica), en cuyas capas externas es degradada por los microorganismos aerobios, a medida que los microorganismos crecen el espesor de la película aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar todo el espesor de la película, por lo que se establece un medio ambiente anaerobio, cerca de la superficie del medio, conforme esto ocurre las materia orgánica absorbida es metabolizada antes de que pueda alcanzar los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante.

Como resultado de no disponer de una fuente orgánica externa de carbón celular, los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante se hallan en la fase endógena de crecimiento, en la que pierden la capacidad de adherirse a la superficie del medio. En estas condiciones el líquido a su paso a través del medio filtrante arrastra la película y comienza el crecimiento de una nueva, esta pérdida de la película es función de la carga hidráulica y orgánica del filtro, donde la carga hidráulica origina las velocidades de arrastre y la orgánica influye en las velocidades del metabolismo de la película biológica, en base a estas cargas hidráulica y orgánica los filtros pueden dividirse en dos tipos: de baja y alta carga.

La comunidad biológica presente en un filtro se compone principalmente de protistas, incluyendo bacterias facultativas, aerobias y anaerobias, hongos, algas y

protozoos. Suelen también encontrarse algunos animales superiores como gusanos, larvas de insectos y caracoles.

Los microorganismos predominantes en el filtro percolador son las bacterias facultativas, las que con las bacterias anaerobias y aerobias, descomponen la materia orgánica del agua residual, los hongos son los causantes de la estabilización del agua residual, pero su contribución es importante sólo a un pH bajo o con ciertas aguas residuales industriales, las algas crecen únicamente en las capas superiores del filtro a donde llega la luz solar, esta es la razón por la que las algas no toman parte directa en la degradación de residuos, pero durante el día añaden oxígeno al agua residual que se está filtrando, sin embargo, desde el punto de vista operacional las algas pueden causar el taponamiento de la superficie del filtro por lo que se consideran un estorbo. De los protozoos que se encuentran en el filtro los del grupo ciliata son los predominantes su función no es estabilizar el agua residual sino controlar la población bacteriana. Los animales superiores se alimentan de las capas biológicas del filtro, ayudando así a mantener la población bacteriana en estado de gran crecimiento o rápida utilización del alimento.

Las poblaciones individuales de la comunidad biológica sufrirán variaciones en toda la profundidad del filtro en función de los cambios en la carga orgánica hidráulica, composición del agua residual afluente, disponibilidad del aire, temperatura, pH y otros.

La instalación de sedimentación es muy importante en el proceso del filtro percolador, pues es necesaria para eliminar los sólidos suspendidos que se desprenden durante los períodos de descarga en los filtros, si se utiliza recirculación una parte de estos sólidos sedimentados podría ser reciclado y le resto debe desecharse, pero la recirculación de los sólidos sedimentados no es tan importante en este proceso, la mayoría de los microorganismos se adhieren al medio filtrante, la recirculación podría ayudar a la inoculación del filtro, sin

embargo, los objetivos principales de ésta son disminuir las aguas residuales ya hacer que el efluente del filtro se ponga en contacto de nuevo con la población para el tratamiento adicional, la recirculación casi siempre forma parte de los sistemas de filtros percoladores de alta carga.

Los filtros rociadores representan uno de los diferentes procesos biológicos existentes para el tratamiento de las aguas residuales y su función consiste básicamente en aplicar un caudal controlado de agua residual previamente sedimentada a un lecho filtrante, natural o artificial, el cual, se cubre con una capa biológica predominantemente aerobia, capaz de remover la materia orgánica soluble y coloidal de las aguas a tratar.

4. ***Sedimentador secundario de alta tasa (sedimentación materia floculenta)***

La sedimentación es uno de los procesos de mayor interés en el área de la ingeniería sanitaria, ya que la remoción de sólidos, propósito principal de esta operación, es determinante tanto en los tratamientos biológicos como en los fisicoquímicos del agua residual y de la potable.

La necesidad de tratar cada vez mayores volúmenes de agua hace atractiva la idea de modificar las plantas existentes para aumentar su capacidad. En el caso de los sedimentadores, una buena opción desde el inicio diseñarlos como de alta tasa o hacer su conversión de los convencionales a los que son tipificados como de alta tasa, transformación relativamente fácil y económica que permite aumentar de tres a seis veces la producción de agua tratada y cuando se diseñan de origen, pues la ventaja es disminuir sustantivamente el área utilizada.

Cuando en un líquido se tienen sólidos en suspensión y estos se encuentran en un estado de relativo reposo, los sólidos de peso específico superior al del líquido

tienden a asentarse (sedimentación), mientras que los de menor peso específico con respecto al agua tienden a ascender (flotación).

La sedimentación (también conocida como: Decantación o clarificación), se puede definir como: la eliminación de los sólidos suspendidos en el agua por medio del asentamiento físico provocado por la acción de la fuerza de gravedad.

- Los desarenadores (Eliminación de la arena, gravas y otros materiales pesados)
- La sedimentación primaria (Eliminación de la materia orgánica sedimentable)
- La sedimentación secundaria (Separación de los flóculos biológicos o físico-químicos)
- El espesador de lodos (Concentración de lodos eliminados en alguno de los procesos)
- Los desgrasadores (Separadores de aceites y grasas, así como materia flotante)

5. Tanque de contacto de cloro

Una vez agregado el cloro al agua tratada, se debe producir una agitación en el agua para permitir que el cloro se mezcle, produciendo un gradiente y logrando así una mejor mezcla del desinfectante con el agua.

El tiempo de detención en la estructura, es de gran importancia, ya que es el tiempo teórico en el que el agua va estar sometida a un determinado gradiente de velocidad. Este tiempo varía entre 15 y 30 minutos dependiendo también del tipo de floculado, cuando se emplea un gradiente de velocidad alto el tiempo de detención debe ser alto y viceversa.

La floculación o mezcla necesaria del cloro con el agua se puede conseguir de diferentes manera pueden ser agitadores mecánicos o hidráulicos la finalidad es producir un gradiente de velocidad que sea capaz de mezclar de forma adecuado los productos químicos agregados al agua. Los floculadores hidráulicos son los que derivan su energía para provocar la agitación de la masa líquida de la carga de velocidad que el flujo adquiere al escurrir por un conducto o canal.

Para este proyecto se ha propuesto un dispositivo de mezcla hidráulica que se logra con un floculador de flujo horizontal, el cual consiste en canales en los cuales se provoca un flujo turbulento debido a los cambios de dirección y a la fricción en las paredes de los propios canales. Estos canales son separados por mamparas. El flujo va y viene alrededor de dichas mamparas haciendo giros de180º al final de cada una.

6. Deshidratado de lodos en lechos de secado

Una vez cumplido su tiempo de retención en el reactor anaerobio, se podrán extraer y tendrán una concentración en peso de entre el 3 y 8 %. Los lodos se distribuirán sobre los lechos de secado

El método consiste en incorporar sobre una estructura con material graduado utilizado como filtro (Arenas y gravas), con un bajo dren que puede hacerse con tubos ranurados y dando cierta pendiente al fondo de dichos lechos, los lodos de las estructuras de tratamiento. De esta forma se efectúa una primera pérdida de agua por drenaje, a la vez que los lodos van reteniéndose en el material filtrante, simultáneamente se pierde agua por evaporación.

La cantidad de agua eliminada en un lecho de secado depende principalmente de:

- Características del lodo
- Contenido inicial de materia seca
- Condiciones climáticas

- Naturaleza del material filtrante

La construcción de lechos de secado es un método sencillo y económico utilizado para el deshidratado de lodos. Estas estructuras se consideran impermeables en sus paredes y el fondo, el dren del fondo recoge el líquido drenado para volverlo a incorporar a la línea de tratamiento (hacia el cárcamo influente general).

Existen recomendaciones de la USEPA para el diseño de los lechos de secado que lo basan en una carga de sólidos anual por unidad de área o mediante un área per cápita de la población de proyecto, el tiempo promedio a considerar de la estancia de los lodos en los lechos de secado será de 30 días.

La constitución de los lechos de secado es principalmente una estructura que confina un medio de soporte y un medio filtrante, como medio de soporte por lo general es grava graduada en varias capas de aproximadamente 20 – 40 cm., y el medio filtrante con un espesor de 10 a 20 cm. En el fondo se debe colocar la tubería colectora del agua drenada, que por lo general es a base de tubería ranurada de 10 a 15 cm.

Los lechos de secado su limpieza por lo general es manual, así como sus dimensiones se consideran cuadradas o rectangulares. Cuando la limpieza es mecánica se considera por que las dimensiones del lecho de secado es considerable, o bien la forma es circular.

Planta de tratamiento por procesos biológicos (humedales)

Cuando los caudales de los Ríos sean menores a 15 l/s el sistema de tratamiento será por humedales artificiales. Básicamente, los humedales artificiales son zonas construidas por el hombre en las que se reproducen, de manera controlada, los procesos físicos, químicos y biológicos de eliminación de contaminantes que ocurren normalmente en los humedales naturales. Un humedal artificial tipo está compuesto por:

- Un sustrato o material granular que sirve de soporte a la vegetación y permite la fijación de la biopelícula bacteriana que interviene en la mayoría de los procesos de eliminación de contaminantes presentes en las aguas a tratar.

- Vegetación: compuesta principalmente por macrófitas emergentes que contribuyen a la oxigenación del sustrato a nivel de la rizosfera, a la eliminación de nutrientes por absorción/extracción y al desarrollo de la biopelícula bacteriana.

El agua a tratar circula a través del sustrato y la vegetación, los mecanismos por los que este tipo de sistemas son capaces de depurar las aguas residuales se basan en los siguientes principios:

- Eliminación de sólidos en suspensión gracias a fenómenos de filtración que tienen lugar entre el sustrato y las raíces
- Eliminación de materia orgánica gracias a la acción de los microorganismos (principalmente bacterias). Los microorganismos que se desarrollan pueden ser aerobios (con O_2) o anaerobios (sin O_2)
- Eliminación de nitrógeno bien por acción directa de las plantas, bien por procesos de nitrificación-desnitrificación desarrollados por los microorganismos antes mencionados
- Eliminación de fósforo principalmente debido a los fenómenos de adsorción sobre los componentes del sustrato
- Eliminación de patógenos mediante la adsorción sobre partículas del sustrato, la toxicidad producida por las raíces de las plantas y la acción depredadora de bacteriófagos y protozoos. Su diagrama operativo se muestra en la Figura II.30.

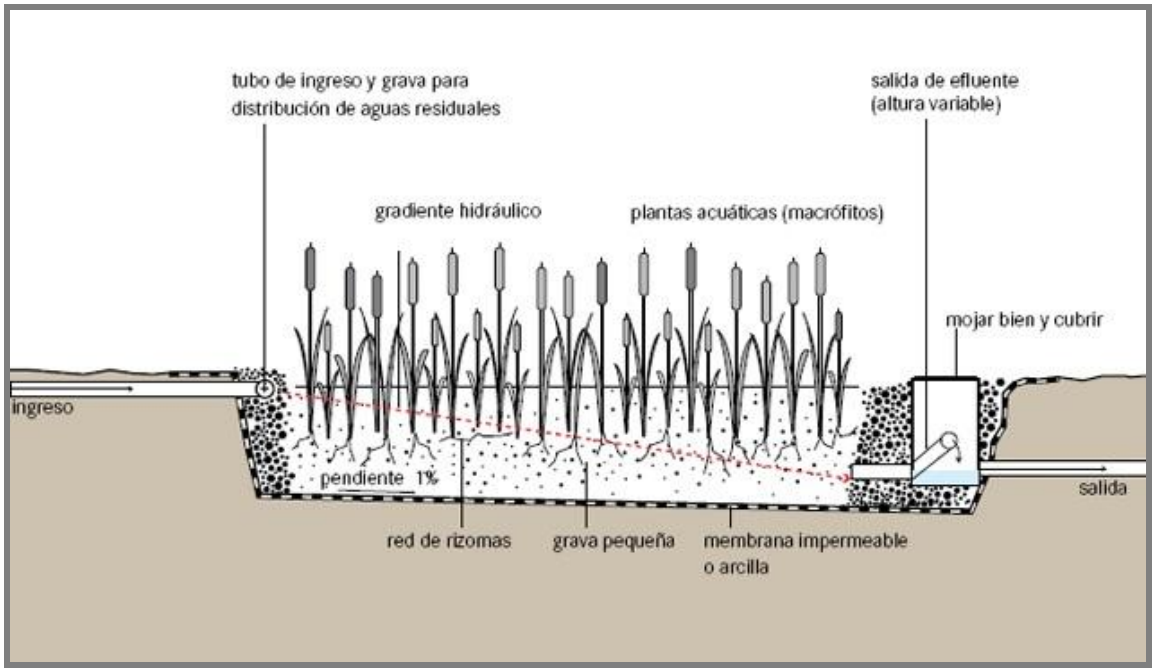


Figura II.30.- Diagrama operativo de un humedal artificial

Cabe aclarar que en este documento para el sistema de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales se están considerando un total 32 unidades tal y como se detalló anteriormente, sin embargo actualmente se encuentra en proceso de ajuste la ingeniería de detalle y es probable que la cantidad de estas plantas se vea disminuida (nunca en aumento), esta consideración será notificada a la Secretaría oportunamente para su conocimiento, en caso de haber alguna observación, esta se acatará y ejecutará tal y como lo dictamine esta Secretaría.

En la obra de cada una de las PTAR se excavarán aproximadamente 12,800 m^3, en un área de 12,800 m^2. Se considera para esta actividad el uso diario en la obra de los recursos humanos y materiales para la construcción que se presentan en la Tabla II.18.

Tabla II.18.- Uso de recursos en la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

OBRA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO		CAPACIDAD	MAQUINARIA				PERSONAL		
ID	Clave Estructura	l/s	RETRO-EXCAVADORA	CAMIÓN DE VOLTEO	COMPACTADOR	MOTOCON-FORMADORA	OPERADORES	OFICIALES	AYUDANTES
RÍO TEOTIHUACÁN									
1	TEO-PROPUESTA -01-Ate NEXQUIPAYAC II	15	2	12	0	2	16	6	30
2	TEO-PROPUESTA -02-Tez GALLOS	62	2	10	4	2	18	8	40
3	TEO-PROPUESTA-03-Tez SANTIAGO	36	2	10	2	1	15	8	40
4	PROPUESTA 04-Aco.....ANGELES	331	4	20	4	2	30	10	50
5	. -PROPUESTA-05-Aco TEPEXPAN	400	4	20	4	2	30	10	50
6	TEO-PROPUESTA-06-Aco CABECERA MUNICIPAL	19	2	10	2	1	15	8	40
7	. -PROPUESTA -07-Aco TOTOLXINGO	5	2	12	0	2	16	6	30
8	. -PROPUESTA -08-Aco XOMETLA	7	2	12	0	2	16	6	30
9	. -PROPUESTA -09-Aco SAN MARCOS NEPANTLA	9	2	12	0	2	16	6	30
10	TEO-PROPUESTA -10-Teo SAN L. TLALMIMILOLPAN	10	2	12	0	2	16	6	30
11	TEO-PROPUESTA -11-Teo SANTA MARIA COATAN	15	2	12	0	2	16	6	30

12	TEO-PROPUESTA -12-SMP CABECERA MUNICIPAL	21	2	12	0	2	16	6	30
13	TEO-PROPUESTA -13-Otb CABECERA MUNICIPAL	16	2	12	0	2	16	6	30
14	TEO-PROPUESTA -14-Otb AHUATEPEC	3	2	12	0	2	16	6	30
15	TEO-PROPUESTA -15-Otb BUENAVISTA	1	2	12	0	2	16	6	30
16	TEO-PROPUESTA -16-Otb SAN MARCOS	3	2	12	0	2	16	6	30
RÍO PAPALOTLA									
1	PAP-PROPUESTA -01-Ate SAN BARTOLO	31	2	10	4	2	18	8	40
2	PAP-PROPUESTA -02-Ch OCOPULCO	22	2	12	0	2	16	6	30
3	PAP-PROPUESTA -03-Tep JOLALPAN	10	2	12	0	2	16	6	30
RÍO XALAPANGO									
1	JAL-PROPUESTA -01-Ate LA PASTORIA	29	2	10	4	2	18	8	40
2	JAL-PROPUESTA -02-Chin CHICONCUAC	42					0		0
3	JAL-PROPUESTA -03-Tex SAN SIMON	31	2	10	4	2	18	8	40
4	JAL-PROPUESTA -04-Tex COAPANGO	17	2	10	4	2	18	8	40

RÍO COXCACOACO									
1	COX-PROPUESTA -01-Ate COXCACOACO	3	2	12	0	2	16	6	30
2	COX-PROPUESTA -02-Tex SAN MIGUEL TLAIXPAN	22	2	10	4	2	18	8	40
RÍO TEXCOCO									
1	TEX-PROPUESTA -01-Tex CABECERA MUNICIPAL	163	2	10	4	2	18	8	40
2	TEX-PROPUESTA -02-Tex SAN DIEGUITO	15	2	12	0	2	16	6	30
RÍO CHAPINGO									
1	CHA-PROPUESTA -01-Tex TEQUESQUINAHUAC	10	2	12	0	2	16	6	30
RÍO SAN BERNARDINO									
1	SB-CHA PROPUESTA -01-Tex SAN BERNARDINO	38	2	10	4	2	18	8	40
RÍO SANTA MONICA									
1	SM-PROPUESTA -01-Tex EL TEJOCOTE	70	2	10	4	2	18	8	40
RÍO COATEPEC									
1	COA-PROPUESTA -01-Coa 6 COLONIAS	400	4	20	4	2	30	10	50
2	COA-PROPUESTA -02-Ixt COATEPEC	17	2	12	0	2	16	6	30

Calidad del agua de los Ríos de Oriente

La calidad del agua de los Ríos de Oriente está afectada por las descargas residuales de tipo sanitario, residuos sólidos y animales muertos, todo esto contribuye al detrimento de los ríos provocando malos olores, además las aguas de los ríos se convierten en vectores que afectan la salud de las poblaciones aledañas. Cabe mencionar que se realizó un muestreo entre el 8 de octubre y el 19 de octubre de 2013, en el cual se caracterizó el agua de los ríos, se tomaron muestras a lo largo de cada uno de estos y se determinaron parámetros de calidad del agua como coliformes fecales, DBO5 total, DQO total, grasas y aceites, entre otros, los cuales se muestran en el Anexo 1 de este documento.

Por otra parte es de resaltar que los resultados obtenidos de estos muestreos ponen en evidencia la mala calidad de agua de los ríos debido a que se rebasan los límites permisibles de la NOM-001-NOM-SEMARNAR-1996, "*que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*". A continuación en la Tabla II.19 y Tabla II.20 se muestran los parámetros establecidos en dicha norma y los valores máximos encontrados en los muestreos realizados a cada río.

Tabla II.19.- Valores máximos muestreados de los parámetros de la calidad de agua y que rebasan los límites máximos permisibles, Grasas y Aceites, Materia Flotante y Demanda Bioquímica de Oxígeno

RÍOS	GRASAS Y ACEITES		MATERIA FLOTANTE		DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	
	Límite máximo permisible de acuerdo a la norma	Valor máximo encontrado en el muestreo	Parámetro establecido por la norma	Cumplimiento	Límite máximo permisible de acuerdo a la norma	Valor máximo encontrado en el muestreo
	[Mg/l]	[mg/l]			[mg/l]	[mg/l]
Coatepec	25	124.5	Ausente	Si	200	864
Texcoco	25	69.942	Ausente	Si	200	910
San Bernardino	25	330.86	Ausente	Si	200	720.00
Coxcacoaco	25	211.55	Ausente	Si	200	154
Papalotla	25	301.55	Ausente	Si	200	1350
Xalapango	25	104.19	Ausente	Si	200	1465
Santa Mónica	25	3303.81	Ausente	Si	200	7400
Chapingo	25	207.371	Ausente	Si	200	910
Teotihuacán	25	90.42	Ausente	Si	200	1140

Tabla II.20.- Valores máximos muestreados de los parámetros de la calidad de agua y que rebasan los límites máximos permisibles, Nitrógeno Total, Fosforo Total y Coliformes Fecales.

RÍOS	NITRÓGENO TOTAL		FOSFORO TOTAL		COLIFORMES FECALES	
	Límite máximo permisible de acuerdo a la norma	Valor máximo encontrado en el muestreo	Límite máximo permisible de acuerdo a la norma	Valor máximo encontrado en el muestreo	Límite máximo permisible de acuerdo a la norma	Valor máximo encontrado en el muestreo
	[Mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[nmp]	[nmp]
Coatepec	60	49.85	30	10.18	1000-2000	> 24000
Texcoco	60	97.05	30	21.52	1000-2001	> 24000
San Bernardino	60	126.47	30	16.19	1000-2002	13838
Coxcacoaco	60	37.39	30	4.7	1000-2003	> 24000
Papalotla	60	110.04	30	22.21	1000-2004	> 24000
Xalapango	60	133.14	30	43.78	1000-2005	> 24000
Santa Mónica	60	97.84	30	31.26	1000-2006	> 24000
Chapingo	60	80.08	30	16.99	1000-2007	> 24000
Teotihuacán	60	83.53	30	15.93	1000-2008	> 24000

A pesar de la existencia de Plantas de Tratamiento, la mala calidad del agua en estos ríos prevalece, lo que evidencia el no cumplimiento con esta norma. Por lo que la instalación de PTAR consideradas en este proyecto ayudará a mejorar la calidad del agua de los cauces de los ríos.

Los gastos de agua que tratarán las PTAR de los Ríos de Oriente se describen en la Tabla II.21.

Tabla II.21.- Gasto de agua residual a tratar para las PTAR de los Ríos de Oriente

RÍO TEOTIHUACÁN				
ID	**Clave Estructura**	**l/s**	**Coordenadas**	
1	TEO-PROPUESTA -01-Ate NEXQUIPAYAC II	14.9	X=506142.57	Y=2164260.65
2	TEO-PROPUESTA -02-Tez GALLOS	62.4	X=507177.56	Y=2165695.51
3	TEO-PROPUESTA-03-Tez SANTIAGO	36.3	X=507971.87	Y=2166432.98
4	PROPUESTA 04-Aco ANGELES	331.0	X=502321.73	Y=2168146.88
5	-PROPUESTA-05-Aco TEPEXPAN	399.5	X=504437.94	Y=2168744.87
6	TEO-PROPUESTA-06-Aco CABECERA MUNICIPAL	18.6	X=508288.98	Y=2169715.14
7	-PROPUESTA -07-Aco TOTOLXINGO	4.8	X=510959.23	Y=2170278.61
8	-PROPUESTA -08-Aco XOMETLA	7.4	X=510913.19	Y=2171210.05
9	-PROPUESTA -09-Aco SAN MARCOS NEPANTLA	9.3	X=507842.35	Y=2175628.30
10	TEO-PROPUESTA -10-Teo SAN L. TLALMIMILOLPAN	9.5	X=511473.32	Y=2175243.41
11	TEO-PROPUESTA -11-Teo SANTA MARIA COATAN	15.2	X=516576.73	Y=2176641.69
12	TEO-PROPUESTA -12-SMP CABECERA MUNICIPAL	21.3	X=517909.21	Y=2177654.62
13	TEO-PROPUESTA -13-Otb CABECERA MUNICIPAL	15.8	X=524471.82	Y=2177838.14
14	TEO-PROPUESTA -14-Otb AHUATEPEC	2.8	X=527469.58	Y=2176008.48
15	TEO-PROPUESTA -15-Otb BUENAVISTA	0.5	X=532217.09	Y=2175570.37
16	TEO-PROPUESTA -16-Otb SAN MARCOS	3.4	X=528171.28	Y=2175775.63
RÍO PAPALOTLA				
ID	**Clave Estructura**	**l/s**	**Coordenadas**	
1	PAP-PROPUESTA -01-Ate SAN BARTOLO	30.8	X=506383.41	Y=2159200.39
2	PAP-PROPUESTA -02-Ch OCOPULCO	21.5	X=510794.61	Y=2165645.24

3	PAP-PROPUESTA -03-Tep JOLALPAN	10.4	X=514016.04	Y=2163588.39
RÍO XALAPANGO				
ID	**Clave Estructura**	**lps**	**Coordenadas**	
1	JAL-PROPUESTA -01-Ate LA PASTORIA	28.9	X=509368.69	Y=2160671.12
2	JAL-PROPUESTA -02-Chin CHICONCUAC	41.5	X=510750.12	Y=2161412.69
3	JAL-PROPUESTA -03-Tex SAN SIMON	31.2	X=513240.85	Y=2160359.70
4	JAL-PROPUESTA -04-Tex COAPANGO	17.2	X=515796.76	Y=2161150.87
RÍO COXCACOACO				
ID	**Clave Estructura**	**l/s**	**Coordenadas**	
1	COX-PROPUESTA -01-Ate COXCACOACO	2.5	X=508228.04	Y=2159425.38
2	COX-PROPUESTA -02-Tex SAN MIGUEL TLAIXPAN	22.1	X=516248.06	Y=2158548.07
RÍO TEXCOCO				
ID	**Clave Estructura**	**l/s**	**Coordenadas**	
1	TEX-PROPUESTA -01-Tex CABECERA MUNICIPAL	162.8	X=510013.91	Y=2156457.17
2	TEX-PROPUESTA -02-Tex SAN DIEGUITO	15.1	X=515883.56	Y=2156012.71
RÍO CHAPINGO				
ID	**Clave Estructura**	**l/s**	**Coordenadas**	
1	CHA-PROPUESTA -01-Tex TEQUESQUINAHUAC	10.1	X=515295.51	Y=2153925.55
RÍO SAN BERNARDINO				
ID	**Clave Estructura**	**l/s**	**Coordenadas**	
1	SB-CHA PROPUESTA -01-Tex SAN BERNARDINO	37.5	X=508795.89	Y=2154233.42
RÍO SANTA MONICA				
ID	**Clave Estructura**	**l/s**	**Coordenadas**	
1	SM-PROPUESTA -01-Tex EL TEJOCOTE	69.7	X=508898.51	Y=2150142.59
RÍO COATEPEC				
ID	**Clave Estructura**	**l/s**	**Coordenadas**	
1	COA-PROPUESTA -01-Coa 6 COLONIAS	400.0	X=508699.22	Y=2147798.67
2	COA-PROPUESTA -02-Ixt COATEPEC	16.5	X=515412.83	Y=2144171.30

Fuente: Ingeniería Total y Construcciones S.A, de C.V. 2013

Revestimiento de Ríos

Nivelación del fondo de los ríos y afine de taludes

Esta actividad consiste en dar la geometría que indica el proyecto al cauce de los ríos y la compactación requerida para recibir el revestimiento de concreto.

Se conformará y compactará una superficie aproximada de 136 ha

Se considera para esta actividad el uso diario en la obra de 4 motoconformadoras, 8 bombas autocebantes y 12 personas.

El consumo diario de recursos naturales, combustible y materias auxiliares será de aproximadamente:

- 360 litros de agua potable
- 1,184 litros de diesel
- 11 litros de lubricantes

Colocación malla electrosoldada

Esta actividad consiste en la colocación de concreto sobre el cauce de los ríos previamente conformado y compactado, se colocará malla electrosoldada para control de contracciones por temperatura en el concreto, esta se colocará en el centro de la losa de concreto que será de 15 cm de espesor, al que se le podrá añadir de polipropileno y acelerantes para el fraguado, y el concreto será elaborado en planta de acuerdo con las especificaciones que indique el proyecto, el colado será continuo realizando cortes para efectos de las juntas de contracción y expansión en tableros no mayores de 5 metros (Figura II.31 y Figura II.32).

- Se revestirá un área aproximada de 136 ha
- Se requerirán de aproximadamente 1,360,000 m^2 de malla electrosoldada
- Se requerirán aproximadamente de 20,400 m^3 de concreto

Se considera para esta actividad el uso diario en la obra de 10 camiones con revolvedora de concreto, 4 camiones materialistas, 4 bombas autocebantes y 40 personas.

El consumo diario recursos naturales, combustible y materias auxiliares será de aproximadamente:

- 1,200 litros de agua potable
- 2,176 litros de diesel
- 29 litros de lubricantes

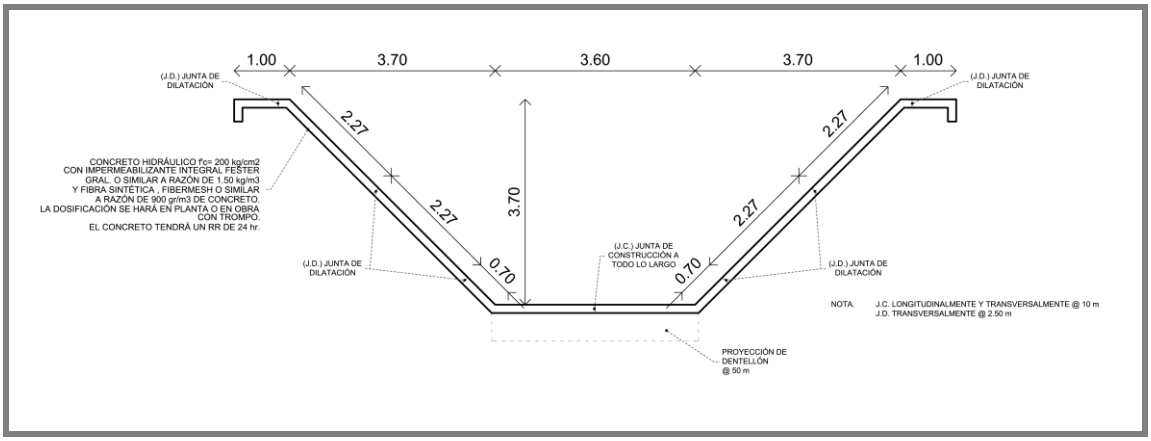


Figura II.31.- Corte transversal del revestimiento de los cauces de los ríos con concreto hidráulico de 15 cm de espesor y malla electrosoldada

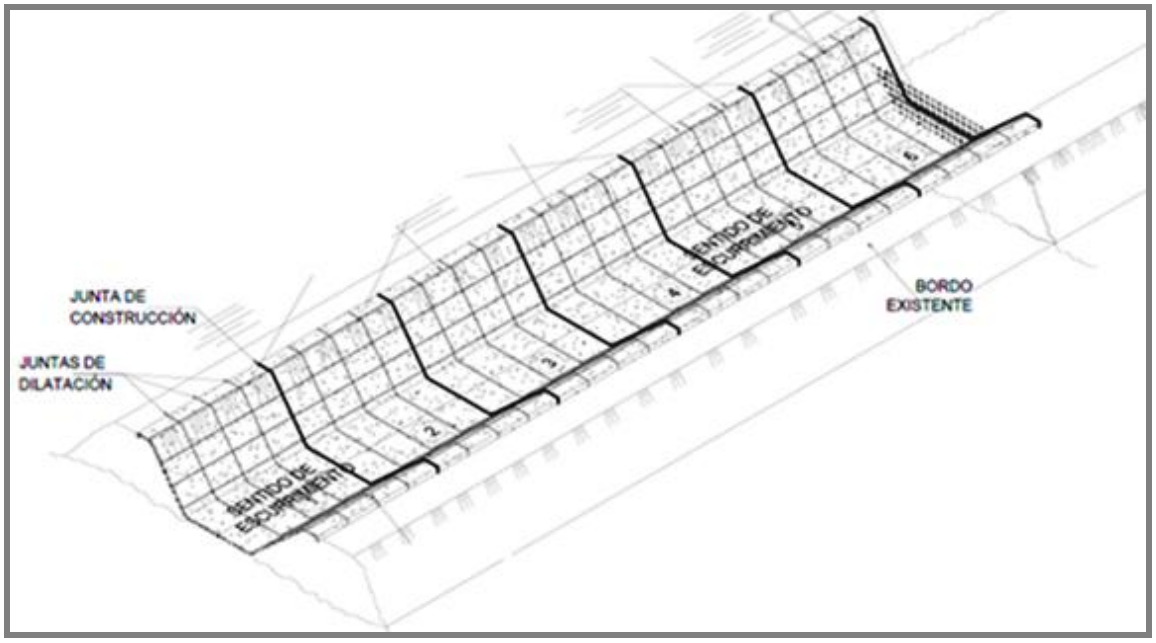


Figura II.32.- Perspectiva transversal del revestimiento de los cauces de los ríos con concreto hidráulico de 15 cm de espesor y malla electrosoldada

Colado de base y taludes de los ríos.

Las actividades a realizar para la rectificación de los ríos son:

- Limpieza y trazo e la zona de trabajo
- Desmonte excavación del terreno y acarreos de excedentes
- Conformación de nuevos bordos
- Nivelación y compactación
- Colocación de malla electrosoldada, colado de concreto y obras de detalle

Canal Interceptor de agua pluvial

Excavación de canales

Se realizan para alojar la infraestructura necesaria para su revestimiento, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla, remoción del material de producto de las excavaciones, hasta el banco de tiro "El Caracol" (Figura II.26).

- Se excavarán aproximadamente 202,000 m^3
- Se compactarán aproximadamente 14.1 ha.

Se considera para esta actividad el uso diario en la obra de 1 tractor, 3 cargadores frontales, 380 camiones volteo, 5 motoconformadoras, 5 compactadores, y 405 personas.

El consumo diario de recursos, combustibles y materias auxiliares será de:

- 12,150 litros de agua potable
- 53,656 litros de diesel
- 805 litros de lubricantes

Nivelación del fondo de los Canales y afine de taludes

Esta actividad consiste en dar los niveles topográficos del terreno a utilizar tal y como lo demande el proyecto constructivo (inclinación de taludes y compactación de la base).

Colocación malla electrosoldada

Esta infraestructura servirá para darle soporte al revestimiento de concreto.

Colado de base y taludes de canales

Esta actividad consiste en la colocación de concreto sobre el cauce de los ríos, incluye el afine.

Las obras provisionales que se requerirán durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, serán básicamente para el trabajo de gabinete, en este caso se instalarán oficinas móviles para los Residentes de obra, las cuales estarán equipadas con baños portátiles, de igual manera se necesitará la instalación de baños portátiles para los trabajadores (un baño por cada diez trabajadores). En caso de requerir almacén de materiales, estos se instalarán en sitios donde se esté libre de vegetación y en lugares que se garantice la no perturbación de los factores bióticos.

Obras provisionales

Las obras provisionales para este proyecto consisten en:

- Campamentos
- El área por barraca que será requerida en los campamentos es de aproximadamente 100 m^2
- Oficinas

  Las oficinas que se instalarán tendrán un área aproximada de 50 m^2 por caseta
- Sanitarios

  Se utilizarán sanitarios portátiles en una proporción de 1 sanitario para 10 personas
- Almacenes

  El área requerida para almacenes es de 150 m^2 por bodega

Los campamentos, oficinas, sanitarios y almacenes serán ubicados en las márgenes de los ríos en una superficie plana

II.2.5. Operación y mantenimiento

Una vez concluidas las obras, se integra la operación a la entidad administrativa federal encargada del uso, manejo, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales y a su programa de mantenimiento que cuenta con el personal y equipo especializado para tales fines. Se estima que se requerirá de personal técnico, administrativo y de vigilancia de alrededor de 120 personas. En esta etapa se deberá dar mantenimiento a los cauces de los ríos, colectores y plantas de tratamiento, el mantenimiento de los cauces consistirá el deshierbe, desazolve y retiro de cuerpos sólidos tales como troncos, rocas, llantas o algún objeto de deshecho urbano, los materiales resultante serán llevado al banco “El Caracol” o al sitio que las autoridades indiquen, por lo que se requerirá de un cargador frontal, una draga y 10 camiones de volteo para estas tareas. También se requiere que durante la temporada de lluvias se nivelen los caminos de acceso a los cauces y durante el estiaje se humedezca la superficie de los caminos mencionados para evitar se levante el polvo, para estas tareas se requiere de cuatro motoconformadoras, cuatro compactadores y cuatro camiones pipa. En los capítulos V y VI, se detallan los impactos ambientales y las estrategias de mitigación correspondientes.

II.2.6. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Por el momento se tiene contemplado un período de 25 años de operación, sin embargo no se considera el desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

II.2.7. Residuos

Los residuos que se generarán durante las etapas del proyecto serán los siguientes:

Residuos de Manejo Especial

Durante las etapas de preparación de sitio y construcción del proyecto se generarán debido a las obras residuos como escombros de construcción (sobrantes de malla soldada, mezclas de concreto, recortes de tubería y excedentes de tierra, entre otros). Su almacenamiento será temporal y su disposición se realizará en el relleno sanitario más próximo o bien donde la autoridad local lo determine. Se contará con una bitácora para llevar el control de los residuos dispuestos así como de los sitios de disposición final de los mismos.

Residuos Sólidos Urbanos

Durante la etapa de preparación de sitio y construcción se generarán residuos urbanos por parte de los trabajadores. En la etapa de operación se generarán residuos debido al cribado de las aguas residuales las cuales pueden contener residuos como plásticos, restos de vegetación, animales muertos, entre otros. El almacenamiento de estos residuos se realizará mediante recipientes con tapa procurando que la recolección se efectúe de manera diaria y serán dispuestos en el Relleno sanitario más próximo o bien donde la autoridad local lo determine. Se contará con una bitácora para llevar el control de los residuos dispuestos así como de los sitios de disposición final de los mismos.

Residuos peligrosos

En la etapa de proceso se generarán residuos debido al mantenimiento de las plantas como: solventes, grasas, grasas y aceites, los cuales deberán ser manejado conforme al normatividad aplicable.

El manejo y disposición de los residuos deberá ejecutarse de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y normatividad aplicable.

En el caso de los lodos derivados de la operación de las PTAR, serán manejados conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Para el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo y maquinaria a utilizar durante las etapas de preparación de sitio y construcción estos deberán realizarse en talleres o sitios especializados para evitar la generación de residuos peligrosos (aceites gastados y grasas) en el sitio del proyecto.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1. Introducción

Con base en las características del Proyecto, en este Capítulo se identifican y analizan los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto. Lo anterior, a fin de sujetarse a los lineamientos y disposiciones que los mismos señalen. De acuerdo con el contenido del Capítulo II, el Proyecto "Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente**"**, se encuentra insertado en el marco jurídico de las regulaciones con el uso, aprovechamiento e infraestructura del agua.

El análisis de los ordenamientos jurídicos nacionales en materia ambiental que se encuentran vinculados con el proyecto, se presentan conforme a la estructura de Kelsen, es decir, ordenados jerárquicamente. Para la ejecución de los mismos, se debe tomar en cuenta el nivel de gobierno al que corresponden, pudiendo ser de competencia Federal, Estatal o Municipal (Figura III.1).

De igual forma, se revisará la aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, en los rubros y las temáticas que competen a este análisis.



Figura III.1.- Pirámide de Kelsen

En el caso particular del Proyecto por ser de competencia federal debido a su relación en materia de agua, obras e infraestructura en cuerpos de agua propiedad de la Nación como son los Ríos de Oriente, los cuales son: Río San Juan Teotihuacán, Río Papalotla, Río Coxcacoaco, Río Texcoco, Río Xalapango, Río Chapingo, Río San Bernardino, Río Coatepec y Río Santa Mónica, se abordará específicamente en la legislación y normatividad de carácter federal.

III.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El análisis del marco jurídico ambiental vinculado al proyecto inicia las bases establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que otorgan protección al medio ambiente en su conjunto y con ello respecto del

derecho irrestricto de los mexicanos a un medio ambiente sano, lo cual está indicado en el artículo 4, del texto de nuestra Carta Magna.

En materia de agua se menciona en el artículo 27 "*La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada*.

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

Vinculación:

Acorde con la Carta Magna el proyecto al tener entre sus propósito, el tratamiento de la aguas residuales y control de avenidas, es compatible con este derecho, debido a que sea promueve por un lado el establecimiento de condiciones ambientales que promueven el derecho a un ambiente sano al colectar el agua residual para su posterior tratamiento y posible reuso en actividades de riego. Por otra parte son obras hidráulicas que coadyuvarán al control de avenidas y con ello a la prevención de inundaciones de las localidades colindantes con la Zona Federal.

III.1.2. Tratados Internacionales

No se encontraron tratados internacionales específicos que sean aplicables para la zona de estudio de este proyecto.

III.1.3. Legislación Federal Aplicable

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

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

Vinculación:

En esta Ley se establecen las bases de regulación y observancia de todos los aspectos ambientales. De esta manera, la LGEEPA se vincula con todos los componentes ambientales del proyecto.

A. *La evaluación de impacto y riesgo ambiental, conforme los artículos 28, 29 fracción I "Obras Hidráulicas", 30, 34, 35, 35 BIS 1, y los establecidos en el Reglamento de esta Ley en Materia de Impacto Ambiental.* ***Por lo que se elabora la presente Manifestación de Impacto Ambiental para su evaluación y la obtención de la autorización correspondiente.***

*Particularmente el artículo 28 en su fracción I cita "****Obras hidráulicas****, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos" son obras y actividades que requerirán de evaluación ambiental* ***por lo cual es requerimiento para el promovente presentar el estudio respectivo y sujetarse a evaluación en la materia.***

B. *La generación, responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos está regulada por esta Ley conforme los artículos 136 y 137.* ***El proyecto incluye el cumplimiento de la normatividad aplicable y consistentemente con sus políticas ambientales, a través de sus prácticas de operación, manejo, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final de residuos.***

C. *Emisiones a la atmósfera. En materia de emisiones a la atmósfera el artículo 111, establece lo relativo al control, reducción o evitar la contaminación del aire* ***por lo que el proyecto se encuentra sujeto a los programas que las autoridades formulen para la calidad del aire, como son Normas Oficiales Mexicanas, programas de verificación vehicular, y reportes de emisiones.***

D. *Relativo a la Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos, de acuerdo a los artículos 117 al 119* ***el proyecto se apegará a lo establecidos en éstos cumpliendo con las normas oficiales mexicanas aplicables.***

E. En relación a la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo, ***el proyecto cumplirá con los Criterios establecido en artículo 134 fracción III*** *"Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales".*

F. *En relación con la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, olores y contaminación visual, en el artículo 155 y 156 se establecen las prohibiciones y las competencias en la metodología y tecnología para el control.* ***Durante el proyecto se mantendrá vigilancia y control de las emisiones de ruido, por medio de la operación de maquinaria en horarios permitidos, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la instalación y operación de equipo de alta tecnología y***

mínima emisión de ruido en proceso; asimismo se realizarán monitoreos periódicos como acción de vigilancia y control.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Vinculación:

*La LGPGIR está **vinculada** con las actividades del proyecto en sus diferentes etapas: 1) preparación del sitio, 2) construcción y 3) operación y mantenimiento. Esta Ley define y clasifica a los residuos en diferentes tipos con base en la actividad o procesos que son fuente de generación, los volúmenes generados, características físicas y químicas, y la factibilidad de su reuso o reciclaje. Asimismo, establece las políticas generales del manejo de residuos peligrosos de manejo especial, incompatibles y urbanos.*

En los artículos 7 al 14 Capítulo Segundo de esta Ley, se establecen las facultades de los tres niveles de gobierno para su aplicación, ***por lo que el proyecto considera la comunicación directa y vinculada con las autoridades competentes en la SEMARNAT, el Gobierno del Estado y el municipio con el propósito de dar cumplimiento a lo establecido por esta Ley.***

Los artículos del 15, 18 y 20 establecen los fines, Criterios y bases generales que se considerarán para la identificación, clasificación de los residuos de manejo especial, incompatibles y urbanos.

Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Considerando lo establecido en los artículos de la LAN, 20 y 118, esta Ley establece las atribuciones de la Comisión Nacional del Agua (”La Comisión”) y los Organismos de Cuenca, para otorgar concesiones de aprovechamiento y uso de las aguas nacionales.

En relación a la construcción de obras para el control de avenidas en el artículo 83 se señala que "La Comisión", a través de los Organismos de Cuenca, en

coordinación con los gobiernos estatales y municipales, o en concertación con personas físicas o morales, deberá construir y operar, según sea el caso, las obras para el control de avenidas y protección de zonas inundables, así como caminos y obras complementarias que hagan posible el mejor aprovechamiento de las tierras y la protección a centros de población, industriales y, en general, a las vidas de las personas y de sus bienes conforme a las disposiciones del Título Octavo "La Comisión", en los términos del reglamento, y con el apoyo de los Organismos de Cuenca, clasificará las zonas en atención a sus riesgos de posible inundación, emitirá las Normas y, recomendaciones necesarias, establecerá las medidas de operación, control y seguimiento y aplicará los fondos de contingencia que se integren al efecto.

Los Organismos de Cuenca apoyarán a "La Comisión", de conformidad con las leyes en la materia, para promover, en su caso, en coordinación con las autoridades competentes, el establecimiento de seguros contra daños por inundaciones en zonas de alto riesgo, de acuerdo con la clasificación a que se refiere el párrafo anterior.

De acuerdo con los artículos 83 y 84 "La Comisión" determinará la operación de la infraestructura hidráulica para el control de avenidas y tomará las medidas necesarias para dar seguimiento a fenómenos climatológicos extremos, promoviendo o realizando las acciones preventivas que se requieran; asimismo, realizará las acciones necesarias que al efecto acuerde su Consejo Técnico para atender las zonas de emergencia hidráulica o afectadas por fenómenos climatológicos extremos, en coordinación con las autoridades competentes.

Vinculación:

Por lo anterior y en cumplimiento con las obligaciones aplicables al proyecto, mismas que se mencionan en la LAN, se deberá de atender los requerimientos

que la CNA disponga para la construcción, operación y mantenimiento en materia de infraestructura hidráulica.

Artículo 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión**":**

VII. Las obras de infraestructura hidráulica financiadas por el gobierno federal, como presas, diques, vasos, canales, drenes, bordos, zanjas, acueductos, distritos o unidades de riego y demás construidas para la explotación, uso, aprovechamiento, control de inundaciones y manejo de las aguas nacionales, con los terrenos que ocupen y con las zonas de protección, en la extensión que en cada caso fije "la Comisión".

Artículo 131.-Para efectos de los artículos 83 y 98 de la "Ley", "La Comisión", en el ámbito de su competencia, otorgará el permiso para la construcción de obras públicas de protección contra inundaciones o promoverá su construcción y operación, según sea el caso, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, o en concertación con las personas físicas o morales interesadas

En este sentido considerando que a las lagunas de regulación y plantas de tratamiento de aguas residuales, se encuentran en áreas propiedad de la Nación, es requisito contar con la aprobación de la “Comisión” (CNA) para la ejecución del proyecto, por lo cual el proyecto deberá de realizar la gestión correspondiente a fin cumplir con los requisitos que la “Comisión” establezca.

Vinculación:

Por ser obras de captación y tratamiento de aguas de 9 ríos y desecación de lagunas de regulación en la Zona Federal de Texcoco, la zona aledaña al área del proyecto es susceptible a inundaciones en la época lluviosa. El proyecto deberá demostrar que no alterará las condiciones hidrológicas de la zona, además, no ser un factor que incremente los riegos por inundación, por lo que deberá presentar

para su dictamen ante la CNA el proyecto técnico de las obras a realizar en todas las etapas su ejecución.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta Ley no es aplicable debido a que las obras y actividades no están relacionadas con el cambio de uso de suelo forestal, manejo y/o aprovechamiento de recursos forestales.

Al considerar que la vegetación presente sobre los márgenes de los Ríos no es nativa de la zona del Lago de Texcoco (eucaliptos, pirules y, casuarinas principalmente) y su origen es Sudamericano y Australiano principalmente, indica que no es vegetación forestal, es decir, que no creció en forma natural y muy probablemente el hombre tuvo injerencia en la importación de la vegetación al lugar, se concluye que no se requiere elaboración de Estudios Técnico Justificativos (ETJ) para cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Vinculación:

En el caso de que por su naturaleza el proyecto le sea requerido el cambio de uso de suelo, en las áreas naturales protegidas de competencia Federal y Estatal por donde cruzan los ríos, se deberá sujetar a lo establecido en el artículo 58 fracción I de esta Ley, solicitando a la autoridad de las entidades federativas, en los términos de los mecanismos de coordinación previstos en la presente Ley.

Adicionalmente y con base en el artículo 117, la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los Estudios Técnicos Justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo

que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso establezcan las disposiciones legales y reglamentarias.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

En la definición de hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre, en su **artículo 63** se menciona:

Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, para una especie o poblaciones de las mismas, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración.

Artículo 64. La Secretaría acordará con los propietarios o legítimos poseedores de predios en los que existan hábitats críticos las medidas especiales de manejo, mitigación de impactos y conservación.

Artículo 76. La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea Parte Contratante.

La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en los hábitats críticos, deberá quedar sujeta a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo de que se trate, así como del informe preventivo correspondiente, de conformidad con lo establecido en el reglamento.

Vinculación:

La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats. Se tendrá el cuidado necesario de no alterar o perturbar a las aves mientras se desarrollan las etapas de preparación del sitio y construcción, durante la etapa de operación de este proyecto, la conservación de estas especies se verá fortalecida.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

Artículo 1°.- La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Artículo 5°.- Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.

Artículo 6°.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,

II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.

Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.

De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

Artículo 11.- La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.

Vinculación:

Atendiendo lo contenido en los artículos de la LEFRA, con el propósito de no omitir alguna acción que pueda ser causa de la generación de un daño ambiental directo o indirecto, el promovente en la presente Manifestación de Impacto Ambiental,

señala las afectaciones al ambiente durante las etapas que comprende este proyecto.

III.1.4. Reglamentos Federales Aplicables

Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental

El reglamento se vincula directamente con el proyecto para todo el proceso de evaluación del impacto ambiental, por ser éste un proyecto del sector hidráulico conforme lo indica el artículo 5, inciso A) fracciones I III y IV. Este proyecto cumplirá con el proceso de evaluación ambiental a nivel federal conforme los artículos 9, 10, 11, 13, 17, en los que se establece la modalidad de la Manifestación de Impacto Ambiental a presentar, información del proyecto, los requisitos de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional.

En sus artículos 22 y 28 de este Reglamento, se marca que en caso de que la autoridad competente lo requiera el promovente deberá de presentar información adicional, o bien, en caso de que el promovente modifique la información con respecto a la descripción inicial es requisito hacerla llegar a la autoridad competente para integrarla al proceso de evaluación ambiental.

Asimismo, se vinculan los artículos relacionados con las características y condicionantes de la resolución que emita la autoridad, según artículos 45, 47, 48, 49 y 50, que indican los términos para la autorización o condicionamiento del proyecto, el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables y el plazo de vigencia para la realización de las actividades del proyecto. Lo indicado anteriormente será cumplido por el promovente.

Vinculación:

Por ubicarse dentro dos áreas de importancia ecológica consideradas por la CONABIO: la Región Hidrológica Prioritaria 68 " Remanentes del Complejo

Lacustre de la Cuenca de México " y el AICA 1 "Texcoco", y ser un conjunto de obras a realizar en estas. Por lo cual la modalidad de la MIA que presentará el proyecto y de acuerdo al artículo 11 y sus fracciones del I al III es Regional.

Al encontrarse las lagunas de regulación Texcoco Norte y Xalapango, en propiedad federal, en cumplimiento con la LGEEPA y su Reglamento, el proyecto para su realización deberá de sujetarse al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental a fin de obtener la autorización conducente.

Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los residuos LGPGIR

El Reglamento en los artículos 11, 12 y 13 marcan el requerimiento de clasificar los residuos en concordancia a las normas oficiales que en el tema apliquen, y de acuerdo al artículo 16 y 17 de este reglamento, los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos. Los artículos del 43, 45, 46 y 47 mencionan las obligaciones sobre la generación, manejo, disposición y registro como generadores y reciclaje de residuos peligrosos.

Vinculación:

El proyecto cumplirá con este requisito, así como con las obligaciones del generador entre las que se incluye la documentación controlada de la generación de residuos no peligrosos y peligrosos, y cantidades en bitácoras, condiciones de envasado, etiquetado, clasificado, almacenamiento temporal, transporte, y disposición final.

El Reglamento para la protección ambiente en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisiones contaminantes de gases y ruido, proveniente de

fuentes artificiales. El proyecto, cumplirá con este requisito así como con las obligaciones de las empresas contratistas que generen emisiones a la atmósfera conforme con los artículos 6, 8, 11 y 28.

Así mismo en apego a las normas oficiales aplicables en la materia, no rebasará los límites permitidos por éstas.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (LAN)

El Reglamento está vinculado consistentemente al proyecto, de la misma manera como se vincula la LAN, en lo relacionado construcción de obra hidráulica para control de avenidas.

Artículo 131**.-** Para efectos de los artículos 83 y 98 de la "Ley", "La Comisión", en el ámbito de su competencia, otorgará el permiso para la construcción de obras públicas de protección contra inundaciones o promoverá su construcción y operación, según sea el caso, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, o en concertación con las personas físicas o morales interesadas.

Artículo 157.-Para efectos del artículo 98 de la "Ley", las personas que pretendan realizar obras que impliquen desviación del curso de las aguas nacionales de su cauce o vaso, alteración al régimen hidráulico de las corrientes o afectación de su calidad, al solicitar el permiso respectivo de "La Comisión", deberán acompañar el proyecto y programa de ejecución de las obras que pretendan realizar, y demostrar que no sea afecta riesgosamente el flujo de las aguas ni los derechos de terceros aguas abajo.

"La Comisión" resolverá si acepta o rechaza el proyecto y, en su caso, dará a conocer a los interesados las modificaciones que deban de hacer a éste para evitar que cualquier afectación al régimen hidrológico de las corrientes no imponga riesgos en la seguridad de las personas y sus bienes, no altere la calidad del agua ni los derechos de terceros.

En el permiso respectivo, "La Comisión" fijará los plazos aproximados para que los solicitantes realicen los estudios y formulen los proyectos definitivos, inicien las obras y las terminen.

Vinculación:

El procedimiento a que se refiere este artículo se aplicará a las obras o trabajos que se realicen para dragar, desecar y en general, modificar el régimen hidráulico de los cauces, vasos, lagos, lagunas y demás depósitos de agua de propiedad nacional.

Por lo anterior se reitera el cumplimiento de obtener las autorizaciones correspondientes en el tema ante la CNA, tal como lo establece la LAN y este reglamento.

III.1.5. Marco Jurídico de los Instrumentos de Planeación Vinculados al Proyecto

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018

El PND tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la Administración 2013 a 2018 deberán regir la acción del gobierno, de tal forma que ésta tenga un rumbo y una dirección clara. Representa el compromiso que el Gobierno Federal establece con los ciudadanos y que permitirá la rendición de cuentas que es condición indispensable para un buen gobierno.

El PND está estructurado en cinco Metas Nacionales (MN), cada una se divide en diferentes temas y subtemas con sus objetivos, estrategias y sus líneas de acción:

I. México incluyente

II. México con educación de calidad

III. México próspero

IV. México con responsabilidad global

En el Tema *VI.4. México Próspero* entre sus objetivos se resalta el objetivo 4.4 y su línea estratégica 4.4.2 y dos de sus líneas de acción, los cuales se anotan a continuación

"Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

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

Entre las Líneas de acción de esta estrategia se contempla

- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Reducir los riesgos de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos por inundaciones y atender sus efectos.

De acuerdo a estas líneas de acción el proyecto conformará una obra hidráulica que por un lado contribuya al saneamiento de aguas residuales y durante la época lluviosa de año a reducir riesgos de inundación de la localidades aledañas a la Zona Federal del Lago de Texcoco.

En relación con el proyecto el PND en su apartado *IV.1. Diagnóstico: existe la oportunidad para que seamos más productivos",* en materia de desarrollo sustentable se menciona "*Durante la última década, los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han intensificado. Las sequías, inundaciones y ciclones entre 2000 y 2010 que han ocasionado pérdidas económicas*

No obstante, el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado a la emisión de compuestos de efecto invernadero, generación excesiva de residuos

sólidos, contaminantes a la atmósfera, aguas residuales no tratadas y pérdida de bosques y selvas".

Vinculación:

Debido a lo anterior en el PND se plantean 6 retos que propiciaran el crecimiento de desarrollo económico y a la vez se aseguren la continuidad de los servicios ambientales que proporcionan los recursos naturales. Entre estos se destaca el "iii) se debe incrementar el tratamiento del agua residual colectada en México más allá del 47.5% actual".

En este sentido el saneamiento de los ríos de oriente, al ser tratadas las aguas residuales que conducen estas corrientes de agua hacia el Lago Nabor Carrillo, localizado en la Zona Federal de Texcoco, formará parte de obras hidráulicas que estarán contribuyendo al cumplimiento de este reto.

Programa Regional, Región Texcoco 2012-2017

El programa en sus contenidos menciona entre sus problemas ambientales la contaminación del agua, que se presenta en los ríos y canales de la Región XI Texcoco y generalmente la producen las descargas de aguas residuales domésticas y agroindustriales, de criaderos de ganado o de granjas avícolas.

Los ríos que se encuentran en la Región XI Texcoco se han contaminado porque comparten sus cauces con los desechos de las poblaciones rurales y urbanas, a la vez que pierden su capacidad productiva, como Coxcacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Coatlinchán, Cuautepuxtla, Papalotla, San Juan y Xalapango; es decir, los escurrimientos de agua de los ríos que se generan en la parte alta de la Sierra Nevada son producto del deshielo y de las precipitaciones. En su recorrido pasan por algunas localidades y se utilizan como receptores de las redes del drenaje, mientras que los ríos presentan un alto nivel de contaminación y provocan mal olor y un deterioro ambiental.

Por su parte, en el municipio de Atenco, la contaminación del agua es alta, originada primordialmente por las descargas sin control de las aguas residuales domiciliarias que provienen de Tepetlaoxtoc, Chiconcuac y de la totalidad de localidades del municipio.

En 2011 la Región XI Texcoco contaba con cinco plantas municipales de tratamiento de aguas residuales (PTAR), las cuales se encuentran en los municipios de Atenco (fuera de operación), Chiautla (2), Papalotla y Tepetlaoxtoc. Adicionalmente se registra otra planta en el CERESO de Texcoco, de la que no se cuenta con información".

Entre sus objetivos, estrategias y líneas se destacan:

Objetivo 5: *"Crear nuevos cuerpos de agua, siguiendo el patrón de rescate utilizado en el Lago Nabor Carrillo".*

Estrategia: Impulsar la conservación y restauración de ecosistemas terrestres y acuáticos vinculados con el ciclo hidrológico.

Líneas de acción

- Implementar medidas para la creación de bancos de agua.
- Implementar sistemas para la captación, tratamiento del agua de lluvias y reinyección a mantos acuíferos, de forma que se incremente la oferta de esta modalidad.
- Desarrollar un programa de rescate de cauces y cuerpos de agua además de la rehabilitación de pozos de agua potable.

Vinculación

Este programa se vincula con el proyecto debido a la problemática de contaminación de dichas corrientes de agua, que plantean la necesidad de atender esta situación, por lo que el saneamiento de las aguas residuales que son captadas en la Zona Federal, mediante su tratamiento es una acción que

contribuye a solucionar el problema de contaminación del agua e incrementa en la entidad la infraestructura en cuanto a sistemas de tratamiento del agua. Así mismo, el tratamiento de aguas residuales que son captadas por el Lago Nabor Carrillo, contribuye a la conservación y restauración de los ecosistemas acuáticos terrestres que actualmente se desarrollan en la Zona Federal del Lago de Texcoco. Por lo mencionado en los últimos párrafos de este apartado el proyecto es compatible con los objetivos y estrategias de este Programa.

III.1.6. Programas De Desarrollo Urbano

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acolman, 2003

En el numeral **2.4.2. Infraestructura Sanitaria** se menciona *"El servicio al interior de la vivienda de drenaje fue cubierto en el año 2000 en el orden del 53.8 %, 31.2% resuelven su drenaje con fosa séptica y el 1% descargan a barrancas, grietas y/o cauces de agua".* En total sumaban 86% las viviendas con algún tipo de drenaje.

Actualmente, este déficit ha disminuido y se estima que las grandes zonas que persisten sin servicios públicos están localizadas en territorios con litigio limítrofe. Casi el 92% de las comunidades cuentan con el servicio, aunque en algunas de estas comunidades la red no cubre toda el área debido al surgimiento de nuevas colonias y asentamientos irregulares en algunas zonas ejidales.

Las localidades que carecen de drenaje son: Las Brisas, Guerrero, Pirules, Prados de San Juan, La Laguna de Santa María Chiconautla, Lázaro Cárdenas, una parte de Ampliación Los Ángeles, San José, y. Quinta las Flores. Las descargas de aguas negras se hacen a cielo abierto y cauces de escurrimiento pluvial, ya que no existen colectores de aguas residuales ni plantas de tratamiento de aguas residuales.

No hay red de alcantarillado en un 20% de las colonias situadas, principalmente, en la periferia del área urbana actual; se trata de las colonias: Lázaro Cárdenas, Ampliación Los Ángeles, Quinta las Flores, La Laguna, Guerrero, Los Pirules, Prados de San Juan, San José y las áreas con asentamientos irregulares, aún sin nomenclatura, indicadas en el Plano de Tenencia de la Tierra. Cabe resaltar que en los lugares donde existe la red, el servicio es deficiente y sobre todo en época de lluvias por la falta de capacidad del sistema de captación.

En infraestructura hidráulica de tipo sanitario el municipio cuenta con:

Tres cárcamos de bombeo en:

- Cárcamo 1 Av. del progreso S/N , en San Bartolo que descarga en el Río Grande
- Cárcamo 2 S/N, cerca de la Autopista México Pirámides, en el Ejido de Cuanalán, viertes sus aguas residuales al Río Grande
- Cárcamo 3 C. S/Nombre/, en la calle Iztaccíhuatl Ejido de Cuanalán, que descarga al Río Grande

Existe un colector mayor por el libramiento Texcoco Lechería que descarga al Río Chico, aprovechado para verter sus descargas residuales de colona aledañas a este cuerpo de agua.

No existen plantas de tratamiento previo a las descargas y las aguas residuales corren a cielo abierto en los drenes mencionados, constituyendo focos de contaminación de suelo y aire, con alto riesgo sanitario. Actualmente se encuentran en construcción dos plantas de tratamiento de aguas servidas, una para el tratamiento de las descargas sanitarias de Real del Valle y otra para resolver la controversia presentada por el municipio de Teotihuacán y dar tratamiento previo a las aguas grises, de la zona de San Juan y San Bartolo.

Vinculación:

El proyecto al tener como objetivo la instalación de colectores marginales en los ríos, permitirá captar las aguas residuales que se vierten a cielo abierto a los ríos, y mediantes su posterior tratamiento, se promoverá disminución de problemas de salud debidos a la presencia de dichas aguas.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Axapusco, 2003

La infraestructura con la que cuentan las localidades del municipio de Axapusco es insuficiente, ya que existen carencias de todo tipo, principalmente del servicio de drenaje. Uno de los principales problema en el municipio de Axapusco es que sus localidades se encuentran dispersas en todo su territorio y este hecho dificulta la extensión de las redes de infraestructura.

En materia de infraestructura hidráulica, el plan cita en el apartado **2.4.2 Infraestructura Sanitaria** que "El servicio de drenaje y alcantarillado del municipio presenta un déficit del 30 %. El sistema de drenaje y alcantarillado no tiene donde vaciar los desechos que se generan y actualmente se vierten a algunas parcelas y grietas superficiales, generando una contaminación al ambiente y al suelo, debido al mal olor que provoca".

Por otra parte existen varias zonas donde el diámetro es insuficiente para cubrir las demandas, y es necesario cambiarlo para mejorar el servicio.

Vinculación:

Ante esta problemática, el proyecto coadyuvará a las mejoras en la prestación de este servicio, debido a que mediante los colectores marginales que se instalarán en los márgenes de los río, se captará el agua residual de los drenajes que son conducidos a estos cuerpos de agua para su posterior depuración y tratamiento de

aguas residuales. Lo cual permitirá en caso reciclarla para actividades de tipo agrícola.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Atenco, 2005

Relativo a la infraestructura hidráulica (numeral 2.4.1) y de tipo sanitario (numeral 2.4.2) el plan municipal de Atenco no se vincula directamente con las obras del proyecto, sin embargo al considerar la necesidad de evitar riesgos de inundación, la construcción de las lagunas de regulación Peñón Texcoco, San Bernardino, Hidalgo y Carrizo y Moño 1 y 2, además del desazolve de las lagunas de Regulación Horaria y Churusbusco, coadyuvarán a la atenuación de dicha situación, considerando compatible las obras con este plan.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Chimalhuacán, 2003

En materia de infraestructura hidráulica el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Chimalhuacán menciona en su numeral *2.3.10 Infraestructura Sanitaria:*

“El sistema de redes de desalojo de las aguas servidas es del tipo combinado, llevando las aguas por gravedad hacia el norte y poniente del municipio, donde se ubican 16 cárcamos de bombeo, 10 al norte cuya descarga es al Dren Chimalhuacán II y 5 al poniente que descargan al Canal de la Compañía. Dos de estos últimos cárcamos han sido sustituidos por nuevas instalaciones de mayor capacidad.

No existen plantas de tratamiento previo a las descargas y las aguas residuales corren a cielo abierto circundando al municipio en tres de sus orientaciones, constituyendo focos de contaminación de suelo y aire, con alto riesgo sanitario, principalmente el Dren Chimalhuacán II, ubicado al norte, dirección de donde entran los vientos dominantes. Las características y localización de los drenes existentes son las siguientes:

El Canal de la Compañía, tiene una longitud aproximada dentro del municipio de 8,100 m., y se localiza al poniente del municipio sirviendo de colindancia en un tramo con el municipio de Nezahualcóyotl, en el cual se transportan aguas negras y pluviales de varios municipios entre ellos Chimalhuacán.

Dren Chimalhuacán II, cuya longitud dentro del municipio es de 8,800 m. y se ubica al norte del mismo, sirve como límite entre el área urbana y la zona de proyectos de la Comisión del Lago de Texcoco, transporta las aguas negras de la Av. Patos, y de los barrios Pescadores, Transportistas y Jugueteros, teniendo como destino final el Canal de la Compañía.

Dren I Acuitlapilco, se ubica al oriente del municipio y colinda con Chicoloapan, su

longitud dentro de Chimalhuacán es de 2,640 m. y transporta las aguas negras y pluviales, provenientes del municipio de Chicoloapan, teniendo como descarga final el Dren Chimalhuacán.

El tipo de suelo que prevalece en la parte baja del área urbana, al norte, tiene como principal característica un alto grado de saturación sódica, lo cual le hace de poca permeabilidad, de hecho, estas áreas fueron parte del lago y, por esta condición, presenta requerimientos especiales para su drenado y desalojo pluvial, ya que las aguas de este tipo corren superficialmente del centro a las partes bajas provocando deslaves, asolvamientos y frecuentes encharcamientos en las escasas calles pavimentadas de la zona de los nuevos desarrollos, bloqueando prácticamente el paso vehicular, llegándose a presentar inundaciones, como la acontecida en 1998.

Vinculación:

En relación al proyecto de desazolve de las lagunas de regulación de la Zona Federal del Ex Lago de Texcoco, estas reciben el agua residual que conducen los

drenes mencionados, por lo que se considera una obra que contribuye la captación de aguas residuales en estos cuerpos de aguas, promoviendo la disminución del riesgo de inundación en las zonas próximas a la Zona Federal.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Chiautla, 2004

El Plan del municipio en el apartado **2.4.2 Infraestructura Sanitaria**, señala la constante problemática en algunos municipios del Estado de México, se anota textualmente:

2.4.2 Infraestructura Sanitaria

"La red actual de drenaje está dividida en 3 sectores: el sector de la cabecera que cuenta con dos colectores principales que descargan las aguas negras sin ningún tratamiento a través de un cárcamo de bombeo en dos puntos del río Xalapango el primero en la zona surde Santa Catarina y el segundo en el cruce del río Xalapango y la Av. del Trabajo, constituyendo un punto de contaminación muy fuerte de los cuerpos de agua de la región, ya que además de contaminar los mantos freáticos, esta agua es reutilizada para las zonas de cultivo.

El segundo sector de la red es el de la región norte que es un colector marginal del Río Papalotla que colecta aguas negras de las siguientes localidades: Tepetitlán, Ixquitlán, Tlaltecahuacán, San Lucas Huitzilhuacán y Ocopulco y descarga en el río Papalotla en la zona sur de Ocopulco; al igual que el cárcamo del río Xalapango, se descargan sin antes recibir ningún nivel de tratamiento, por lo que igualmente es un foco importante de contaminación. A la fecha se han hecho gestiones para una planta de tratamiento para esta agua lo que permitirá su uso agrícola, ya se cuenta con el terreno y tubo para la construcción del colector de las aguas provenientes de las comunidades de Atarasquillo, Amaxac, Nonoalco y de la parte norte de San Juan.

Por último, la comunidad de Santiago Chimalpa vierte sus aguas a un colector general que corre a lo largo del Camino del Ejido y lo vierte sobre canales de riego de la zona ejidal sin tratamiento".

Vinculación:

Debido a que las obras del proyecto atener como propósito coadyuvar a resolver la problemática de contaminación de los ríos de oriente, favorecerán el incremento de este tipo de infraestructura y disminución de los problemas derivados de las descargas residuales.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Chicoloapan, 2003

En cuanto a infraestructura hidráulica (apartado 2.4.2), el municipio se divide en dos polígonos.

En el *Polígono 1*, el servicio de drenaje tiene una cobertura del 75 % de su superficie, ya que al igual que las redes de agua potable, las zonas de nueva incorporación no tienen servicio, estas son las asentadas en la porción sur del casco urbano y particularmente en el ejido de Santa María Chimalhuacán, el sistema está compuesto por 30.76 Km, de colectores que rodean al casco urbano y conducen las aguas a la Planta de bombeo Auris en la colonia del mismo nombre para conducir las aguas servidas a la planta de rebombeo 6 Colonias que vierte las aguas servidas al Dren Chimalhuacán que lleva las aguas residuales al Lago de Texcoco para su posterior tratamiento. Cabe hacer mención que por el casco urbano, corren dos canales de aguas servidas, uno de ellos es el río Manzano que trae agua de escurrimientos y que en la zona urbana se contamina con basura y desechos domésticos, el otro es el río Coatepec, que trae aportación de la localidad con el mismo nombre que pertenece al municipio de Ixtapaluca y que el su cauce se vierten aún drenajes domésticos, aunque en una mínima cantidad. Este mismo río se convierte en emisor en la colonia Presidentes llevando

en su caudal las aguas de todo el *Polígono 1*, hasta la mencionada planta de rebombeo operada por la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM).

Según datos obtenidos en el Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado del Estado para los años 1994-2000, la aportación regional a las plantas potabilizadoras ubicadas en el complejo Lago de Texcoco, es de 2.5 m^3/s, de los que Chicoloapan contribuye con 1m^3/s aproximadamente.

Dentro del *Polígono 2*, los desarrollos planeados y la Zona Industrial tienen cubierto la totalidad de su territorio con el servicio de agua potable y drenaje sanitario, no así la zona de asentamientos irregulares, la razón principal de que la introducción de servicios no se lleve a cabo es por el tipo de suelo, el *Polígono 2* tiene suelo rocoso y evidentemente muy compacto, la perforación para introducir servicios es cara y poco factible debido a las mismas condiciones de irregularidad de la zona.

No hay infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, dentro del territorio municipal, el tratamiento de las aguas residuales se hace directamente en las plantas de tratamiento ubicadas en el Lago de Texcoco, el vertido se hace al cauce del río Coatepec que en la Av. Del Canal se entuba, llevando las aguas a la Planta de Rebombeo 6 Colonias, otro de los puntos donde se encauzan las aguas servidas es en Prolongación Juárez esq. Ferrocarril, una vez ahí también se llevan a la Planta de Rebombeo, donde finalmente el río se convierte en el Dren Chimalhuacán I. Actualmente se encuentran en proyecto el desarrollo 5 plantas de tratamiento.

Vinculación:

Debido a que las obras del proyecto a tener como propósito coadyuvar a resolver la problemática de contaminación de los ríos de oriente, favorecerán el incremento

de este tipo de infraestructura y disminución de los problemas derivados de las descargas residuales.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Chiconcuac, 2005

2.4.2 Infraestructura sanitaria

"La infraestructura sanitaria del municipio es una de las que presenta mayores problemas y atraso en su cobertura. De acuerdo con los datos del Censo General de Población del municipio presenta una cobertura estimada del 85.19%.

La problemática que se presenta, incide en que el servicio no sea del todo eficiente y está determinada por aspectos de tipo técnico y diferencias intermunicipales. En cuanto a los problemas técnicos, están los ocasionados por el aumento en la descarga y la falta dependiente. Esto ocasiona que la red se sature inundando a las colonias próximas al cárcamo de bombeo, particularmente la Colonia El Mamut. Todo esto ocasionado porque sólo existe un punto de descarga, el cual ya resulta insuficiente, el cual se ubica en la porción sureste del municipio.

Por otra parte, es importante mencionar que las aguas negras se descargan al Río Xalapango sin ningún tipo de tratamiento previo. La red también suele obstruirse porque en los tramos donde la descarga se hace a cielo abierto, la población deposita basura. Por otra parte, en el Plan de Desarrollo Municipal 2000-2003 señala que el colector general de drenaje se considera suficiente, no así sus colectores secundarios. Sin embrago, no se mencionan las características de la red.

Existe un cárcamo de bombeo ubicado en la porción sureste del municipio dónde hay algunas bombas que se utilizan contra el problema que ocasiona la falta de pendiente.

Un factor que obstaculiza la dotación de servicios a una expansión horizontal de la mancha urbana de Chiconcuac, es el alto costo de las redes de distribución.

Por parte de la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM), se prevé el establecimiento de una macro planta tratadora de aguas residuales que capte, los desechos provenientes de localidades de los municipios de Texcoco, San Andrés Chiautla, Chiconcuac y Atenco, sin embargo dicho proyecto se encuentra suspendido".

Vinculación:

Ante esta problemática, el proyecto coadyuvará a las mejoras en la prestación de este servicio, debido a que mediante los colectores marginales que se instalarán en los márgenes de los ríos, se captará el agua residual de los drenajes que son conducidos a estos cuerpos de agua para su posterior depuración y tratamiento de aguas residuales. Además se promoverá el incremento de este tipo de infraestructura en el municipio.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Chimalhuacán, 2003

En materia de infraestructura hidráulica el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Chimalhuacán menciona en su numeral *2.3.10 Infraestructura Sanitaria:*

“El sistema de redes de desalojo de las aguas servidas es del tipo combinado, llevando las aguas por gravedad hacia el norte y poniente del municipio, donde se ubican 16 cárcamos de bombeo, 10 al norte cuya descarga es al Dren Chimalhuacán II y 5 al poniente que descargan al Canal de la Compañía. Dos de estos últimos cárcamos han sido sustituidos por nuevas instalaciones de mayor capacidad.

No existen plantas de tratamiento previo a las descargas y las aguas residuales corren a cielo abierto circundando al municipio en tres de sus orientaciones, constituyendo focos de contaminación de suelo y aire, con alto riesgo sanitario, principalmente el Dren Chimalhuacán II, ubicado al norte, dirección de donde entran los vientos dominantes. Las características y localización de los drenes existentes son las siguientes:

El Canal de la Compañía, tiene una longitud aproximada dentro del municipio de 8,100 m., y se localiza al poniente del municipio sirviendo de colindancia en un tramo con el municipio de Nezahualcóyotl, en el cual se transportan aguas negras y pluviales de varios municipios entre ellos Chimalhuacán.

Dren Chimalhuacán II, cuya longitud dentro del municipio es de 8,800 m. y se ubica al norte del mismo, sirve como límite entre el área urbana y la zona de proyectos de la Comisión del Lago de Texcoco, transporta las aguas negras de la Av. Patos, y de los barrios Pescadores, Transportistas y Jugueteros, teniendo como destino final el Canal de la Compañía.

Dren I Acuitlapilco, se ubica al oriente del municipio y colinda con Chicoloapan, su longitud dentro de Chimalhuacán es de 2,640 m. y transporta las aguas negras y pluviales, provenientes del municipio de Chicoloapan, teniendo como descarga final el Dren Chimalhuacán.

El tipo de suelo que prevalece en la parte baja del área urbana, al norte, tiene como principal característica un alto grado de saturación sódica, lo cual le hace de poca permeabilidad, de hecho, estas áreas fueron parte del lago y, por esta condición, presenta requerimientos especiales para su drenado y desalojo pluvial, ya que las aguas de este tipo corren superficialmente del centro a las partes bajas provocando deslaves, azolvamientos y frecuentes encharcamientos en las escasas calles pavimentadas de la zona de los nuevos desarrollos, bloqueando prácticamente el paso vehicular, llegándose a presentar inundaciones, como la acontecida en 1998".

Vinculación:

En relación al proyecto las aguas residuales que se captan en la Zona Federal del Lago de Texcoco, estas reciben el agua residual que conducen los drenes mencionados, por lo que se considera una obra que contribuye la captación de aguas residuales en estos cuerpos de aguas, promoviendo la disminución del riesgo de inundación en las zonas próximas a la Zona Federal.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ixtapaluca (modificación), 2011

En su numeral *IV. 9.2* y en materia de infraestructura hidráulica se menciona lo siguiente:

IV. 9.2 Drenaje y Alcantarillado.

"El servicio de drenaje es el que representa mayor déficit dentro del municipio, ya que sólo cubre un 65% aproximadamente, por lo que 33 viviendas en promedio de cada 100, carecen de éste servicio; algunas de las descargas que se hacen a cielo abierto se dirigen a los cárcamos provisionales para bombearlos al Canal de la Compañía y en otros casos se evaporan en terrenos al aire libre o bien se conducen a canales y zanjas.

En la zona del plan (municipio de Ixtapaluca, en el talud transicional de la Sierra Nevada, al oriente del Valle de México) se observa que debido a que actualmente no existe otro drenaje para "sacar" las aguas del Valle, la única alternativa que hay en este momento es el Canal de la Compañía, por lo que se tendrán que prever algunas acciones que permitan drenar hacia una zona distinta, además de disminuir las aportaciones, tratando el agua y reciclarla en la mayor proporción posible. Del total del agua que se consume en el municipio sólo el 30% aproximadamente recibe tratamiento o es reutilizado. En la zona del plan se ha previsto ya como un uso específico un predio para construir las plantas de tratamiento que permitan procesar el 100% de las aguas servidas en la zona, y

consecuentemente reducir sensiblemente las emisiones de agua residual al Río de la Compañía.

Los riesgos de carácter físico en el municipio por orden de importancia, parecen ser las cada vez más debilitadas paredes del canal de la compañía que se convierten en una constante amenaza de inundación para la zona, no sólo para el municipio de Chalco"

Vinculación:

El proyecto considera la construcción de los colectores paralelos al Río Coatepec las aguas negras llegaran a una planta de tratamiento y serán reusadas aguas abajo del municipio y los excedentes se conducirán a las lagunas de regulación en la Zona Federal del Lago de Texcoco, por lo que se considera una obra que contribuye la captación de aguas residuales en estos cuerpos de agua, sanea el cauce del río mejora los bordos del río provocando la disminución del riesgo de inundación en las zonas próximas al río. El Canal de la Compañía no es objeto de esta MIA

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Otumba, 2003

El Plan de Desarrollo Urbano hace referencia en numeral *2.4.2 de infraestructura hidráulica* en forma textual, menciona lo siguiente:

"En las principales comunidades del municipio se tiene una cobertura del 52 % en cuanto al servicio de drenaje, el resto de los habitantes del municipio disponen de este servicio de manera indirecta por medio de fosas sépticas. Sólo la Cabecera Municipal cuenta con un 80% de cobertura, y las áreas relativamente nuevas de expansión urbana en las localidades de mayor importancia, aun no cuentan con este servicio.

En el caso de la aguas residuales estas son descargadas directamente a barrancas o a cielo abierto, sin existir tratamiento alguno y con la consecuente contaminación del subsuelo.

Es necesaria la construcción de un colector general para la Cabecera Municipal y la construcción de una planta de tratamiento que cubra a las localidades con mayor población como: Cuautlacingo, Oxtotipac, Tlaltica, San Marcos, Ahuatepec, y Santiago Tolman".

Vinculación:

El proyecto coadyuvará a las mejoras en la prestación de este servicio, debido a que mediante los colectores marginales que se instalarán en los márgenes de los ríos, se captará el agua residual de los drenajes que son conducidos a estos cuerpos de agua para su posterior depuración y tratamiento de aguas residuales. Además se promoverá el incremento de este tipo de infraestructura en el municipio.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Papalotla, 2003

El Plan de Desarrollo Urbano hace referencia en numeral 2.4.2 de infraestructura hidráulica en forma textual, menciona lo siguiente:

2.4.2 Infraestructura Sanitaria

"La red de alcantarillado se tiende de la parte oriente del municipio sobre la Av. Benito Juárez hasta la Plaza Morelos, continuando en su trayectoria hacia el sur sobre Av. Guerrero hasta Av. Ejército del Trabajo, donde deriva en dos redes; la primera que corre sobre Av. Guerrero hacia el sur, hasta la carretera Papalotla - Chiautla, cambiando de dirección hacia el oriente y hasta llegar al primer cárcamo; la segunda red corre hacia el suroriente del municipio sobre el Camino Real a

Papalotla, hasta intersectar con la primer red descrita, de este punto la red continúa hasta el primer cárcamo ubicado en el límite entre Papalotla y Chiautla.

De este punto, es necesario bombear las aguas negras hasta un segundo cárcamo, ubicado en la parte nororiente sobre la Calle Allende, a partir de este punto es conducida la red hasta un pozo de visita del cual continúa la trayectoria hasta el colector general. Para desalojar las aguas negras del norte del municipio, existe la red que corre sobre las calles Victoria y Comonfort hasta el pozo de visita ubicado sobre la cerrada Comonfort en el límite con Tepetlaoxtoc, el cual descarga directo al Río Papalotla, incrementando la problemática de contaminación.

Se ha identificado una falta de tendido de colector municipal en la zona oriente del municipio, principalmente sobre Av. Morelos y camino a El Gavilán, en sus límites con el municipio de Texcoco. En esta misma zona existen tres calles sin nombre que suman una longitud aproximada de 1160 metros de red de alcantarillado faltante".

Vinculación:

El proyecto coadyuvará a las mejoras en la prestación de este servicio, debido a que mediante los colectores marginales que se instalarán en los márgenes de los ríos, se captará el agua residual de los drenajes que son conducidos a estos cuerpos de agua para su posterior depuración y tratamiento de aguas residuales. Además se promoverá el incremento de este tipo de infraestructura en el municipio.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Martin de las Pirámides, 2003

El Plan de Desarrollo Urbano hace referencia en numeral 2.4.2 de infraestructura hidráulica en forma textual, menciona lo siguiente:

2.4.2 Infraestructura Sanitaria

"Según datos del INEGI, el abastecimiento de drenaje en el 2000 es de un 83.97%, siendo la Cabecera Municipal la de mayor cobertura, esta es la única que cuenta con un colector de aguas negras que es el Río Piedras Negras el cual se encuentra embovedado. A pesar de la existencia de este colector, las aguas residuales se tiran directamente sobre el río Estete (Río Grande) sin tratamiento alguno.

En el resto de las comunidades las aguas son vertidas en barrancas a cielo abierto, provocando con ello contaminación y problemas de salud.

Algunas de las poblaciones del municipio carecían de drenaje en su totalidad, tal es el caso de San Marcos Cerro Gordo. Sin embargo, ya se están construyendo las redes de drenaje en todas las localidades".

Vinculación:

El proyecto coadyuvará al incremento de este tipo de infraestructura en el municipio, debido a que mediante los colectores marginales que se instalarán en los márgenes de los ríos, se captará el agua residual de los drenajes que son conducidos a estos cuerpos de agua para su posterior depuración y tratamiento de aguas residuales.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Teotihuacán, 2008

El Plan de Desarrollo Urbano hace referencia en numeral 2.4.2 de infraestructura hidráulica en forma textual, menciona lo siguiente

2.4.2 Infraestructura Sanitaria

La cobertura del drenaje en 2005, comprende el 96.49% de las viviendas registradas en el municipio (10,011 casas); que comparado con los datos registrados en el año 2000, se incrementó la cobertura, donde se identificó al 90.42% de las viviendas que contaba con este servicio (8,375 hogares).

En Teotihuacán, los principales vertederos donde desalojan de aguas residuales de origen doméstico, comercial e industrial, son los ríos San Juan y San Lorenzo, dichos líquidos, no reciben tratamiento alguno, por lo que el impacto en el entorno ambiental es significativo.

Se ha identificado que al interior de las localidades tanto rurales como urbanas, que cuentan con una red de drenaje, tienen como principal problema las malas condiciones físicas de las tuberías, el azolvamiento de las mismas, así como, la falta del servicio en la periferia de los asentamientos humanos, como resultado del desarrollo urbano anárquico.

En el caso de la Cabecera Municipal, la calidad de este servicio, está condicionada por la antigüedad de la misma, por lo cual, sus condiciones físicas son malas, porque sus tuberías tienen grietas y están azolvadas ,lo que incide en el correcto desalojo de las aguas residuales"

Con base en lo anterior, es notable la deficiencia y carencia de sistemas de saneamiento en el municipio, ya que la falta de colectores en buenas condiciones y plantas de tratamiento para las aguas residuales agravan la contaminación tanto de los recursos hídricos como del suelo, por lo que será necesario establecer acciones para el encauzamiento, tratamiento y disposición final de aguas negras.

Vinculación:

El proyecto coadyuvará al incremento de este tipo de infraestructura en el municipio, debido a que mediante los colectores marginales que se instalarán en los márgenes de los río, se captará el agua residual de los drenajes que son conducidos a estos cuerpos de agua para su posterior depuración y tratamiento de aguas residuales.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tepetlaoxtoc, 2003

El Plan de Desarrollo Urbano hace referencia en numeral 2.4.2 de infraestructura hidráulica en forma textual, menciona lo siguiente:

2.4.2 Infraestructura Sanitaria

"La infraestructura sanitaria con que cuenta el municipio es la siguiente; 49,114 m de red de drenaje para desalojar las aguas servidas de 3,127 descargas, en forma complementaria para brindar este servicio se cuenta con cuatro cárcamos"

No existe ningún tratamiento para las aguas residuales y son descargados directamente a los cárcamos o barrancas.

Vinculación:

El proyecto coadyuvará al incremento de infraestructura sanitaria en el municipio, debido a que mediante los colectores marginales que se instalarán en los márgenes de los ríos, se captará el agua residual de los drenajes que son conducidos a estos cuerpos de agua para su depuración y tratamiento de aguas residuales y posterior reuso.

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tezoyuca 2009

El Plan de Desarrollo Urbano hace referencia en numeral 2.4.2 de infraestructura hidráulica en forma textual, menciona lo siguiente:

Alcantarillado Sanitario y Pluvial

"En el municipio de Tezoyuca no existe la red de alcantarillado y se carece de información de redes de recolección de aguas servidas. Para 1990 el 25.17%, 585 de las viviendas disponía de este servicio y para el año 2000, 1,651 viviendas contaban con el sistema de drenaje lo que representaba el 42.45%,incrementando 17.28 puntos porcentuales con respecto a 1990.

Existe un cárcamo para la captación de aguas residuales donde se les da tratamiento primario, el cárcamo que no cuentan con las especificaciones técnicas sanitarias adecuadas para su función, de no corregirse este aspecto, se tornará en un verdadero problema para la salud de los habitantes y un fuerte foco de contaminación en la zona, se localiza en el pueblo de Tequisistlán, asimismo se encontraba otro cárcamo en ejido de Tezoyuca el cual fue cancelado por falta de mantenimiento".

Cabe mencionar que la Comisión de Aguas del Estado de México, tiene registro del volumen de aguas residuales vertidas a los ríos Papalotla y Tezoyuca, con 4.21 m^3 y 1.16 m^3 respectivamente.

Vinculación:

El proyecto coadyuvará al incremento de infraestructura sanitaria en el municipio, debido a que mediante los colectores marginales que se instalarán en los márgenes de los ríos, se captará el agua residual de los drenajes que serán

conducidos a PTAR para la depuración y tratamiento de aguas residuales y su posterior reuso.

III.1.7. Programas De Ordenamiento Ecológico

En materia de Ordenamiento Ecológico y Territorial se cuenta con el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, a partir de este documento se extrajo información relativa a las Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s), así como las políticas sus usos predominantes, fragilidad y Criterios ecológicos aplicables.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POET-EM) 2006

El POET-EM constituye como un instrumento básico de planeación ambiental, que por su carácter general e integral resalta la problemática más aguda, con objeto de atenderla prioritariamente. Se considera como un proceso de planeación dinámico, dirigido a programar y sustentar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales donde el Estado de México ejerce su soberanía y jurisdicción, con la finalidad de preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente de manera corresponsable con los distintos actores de la sociedad mexiquense

Destaca de entre sus metas:

a) Propiciar el desarrollo sustentable en el mediano plazo en actividades primarias, secundarias y terciarias, así como en el sistema estatal de áreas naturales protegidas.

b) Fortalecer la recuperación de los recursos agua, aire, suelo, flora y fauna.

c) Orientar el crecimiento de los centros de población con Criterios de regulación ecológica.

d) Inducir inversiones públicas y privadas.

e) Generar el sistema estatal de información del ordenamiento ecológico.

Se incluye dentro de los productos finales la tipificación ecológica, identificándose 602 Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) las cuales son las unidades mínimas territoriales donde se aplican lineamientos y estrategias ambientales de política territorial, aunada a esquemas de manejo de recursos naturales, que permitan la generación de criterios y lineamientos finos del manejo de sus recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico del territorio del Estado México (MOET-EM), presenta cuatro políticas ambientales (protección, conservación, restauración y aprovechamiento) y 205 Criterios de regulación ambiental que gradúan los aprovechamientos en congruencia con la políticas ambientales y la fragilidad ambiental

Protección

Se propone promover la permanencia de ecosistemas nativos, que debido a sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad en la unidad hacen imprescindible su preservación y cuidado extremo, como el objetivo de salvaguardar su diversidad. Estas áreas son susceptibles de incorporarse al sistema de áreas naturales protegidas en el ámbito municipal, estatal y federal.

Por lo anterior las actividades productivas sólo se podrán desarrollar mediante programa de conservación y manejo en atención a los intereses de la comunidad. El 26.55% de la superficie estatal se considera inmerso en esta política, donde el criterio más importante es la biodiversidad.

Conservación

Las unidades ambientales que mantienen en equilibrio, la estrategia de desarrollo sustentable será condicionado a la preservación, mantenimiento y mejoramiento

de su función ecológica relevante que garantice la permanencia, continuidad, reproducción y mantenimiento de los recursos naturales. En tal situación, se permitirán actividades productivas de acuerdo a la factibilidad ambiental con restricciones moderadas que asegure su preservación sin promover el cambio de uso de suelo.

En aquellas regiones en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de actividades humanas o factores naturales, se permitirá, con restricciones, la instalación de infraestructura agrícola, pecuaria, hidro-agrológica, abastecimiento urbano o turística que garantice el beneficio ambiental y social de la región, previo cumplimiento del procedimiento de evaluación ambiental (*modificación al MOET-EM, 2009*).

La superficie normada por esta política corresponde al 35.16% del total del territorio, en ella se incluye la zona de vegetación arbolada de baja densidad. Para la determinación de esta política se consideraron básicamente los usos de suelo actual y potencial de acuerdo a la función ambiental.

Restauración

Cuando las alteraciones al equilibrio ecológico en una unidad ambiental son severas, se hace necesaria la ejecución de acciones tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propiciaron la evolución y continuidad de los procesos naturales. Mediante esta política se promueve la aplicación de programas y actividades encaminadas a la recuperación de los ecosistemas, promoviendo o no el uso de suelo. En estos casos se permitirán actividades humanas productivas de acuerdo a la factibilidad ambiental con restricciones moderadas.

El 63% de la entidad se rige bajo esta política, identificándose los procesos de degradación más significativos en las zonas urbanas.

Aprovechamiento

Se engloban en esta política las unidades que presentan condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplarán recomendaciones puntuales y restricciones leves tratando de mantener la función y la capacidad de carga de los ecosistemas y promoviendo la permanencia o cambio de uso de suelo actual.

Esta política abarca el 31.96% del Estado de México y refleja el uso adecuado de suelo.

Relativo al proyecto, se identifican los municipios y las regulaciones en materia de Ordenamiento Ecológico Territorial que son aplicables de acuerdo al MOET- (Tabla III.1).

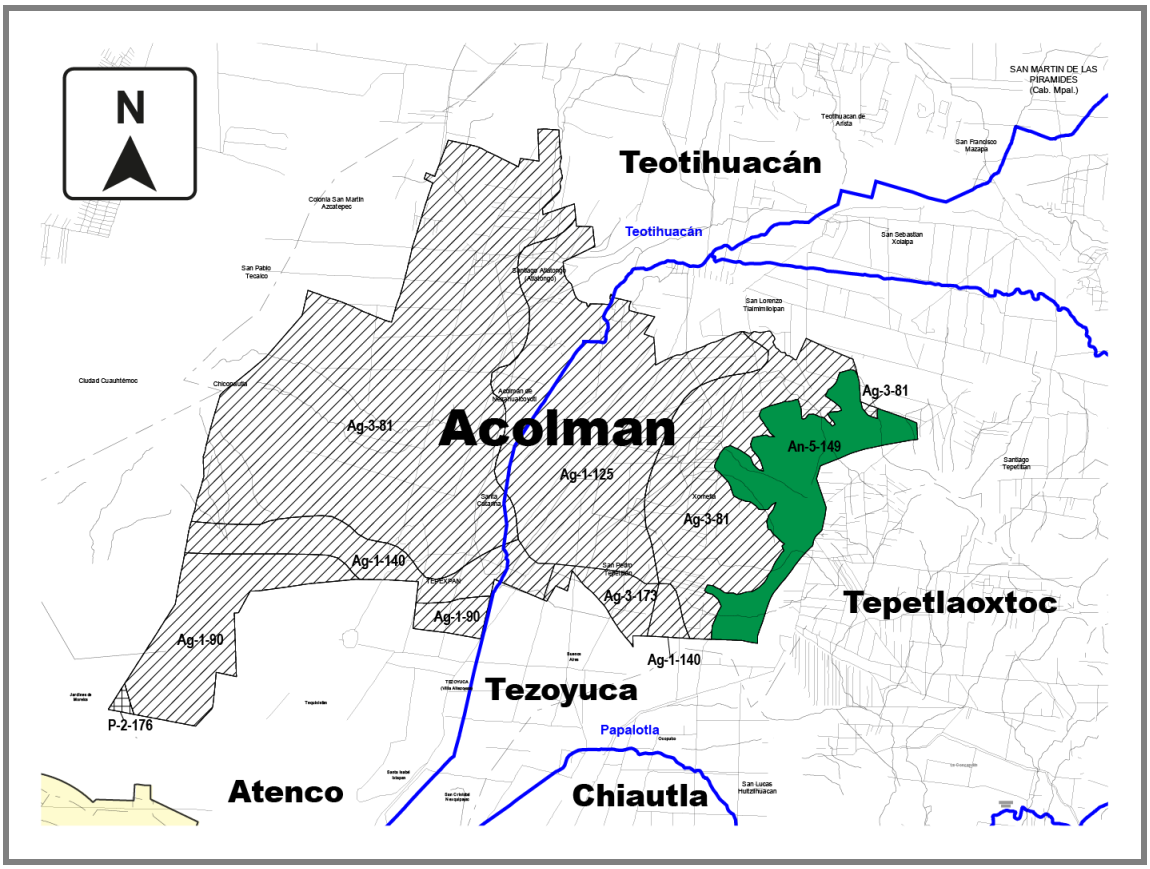
Tabla III.1.- Municipios que cruzan los ríos de oriente.

MICROCUENCA TEXCOCO			
Municipios		Municipios	
1	Acolman	9	Otumba
2	Atenco	10	Papalotla
3	Axapusco	11	San Martín de las Pirámides
4	Chiautla	12	Tepetlaoxtoc
5	Chicoloapan	13	Teotihuacán
6	Chiconcuac	14	Tezoyuca
7	Chimalhuacán	15	Texcoco
8	Ixtapaluca		

Modelo de Ordenamiento Ecológico en la microcuenca de Texcoco

Municipio de Acolman

En su extensión territorial incluye 7 Unidades Ecológicas, 4 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.2 y la Tabla III.2.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.2- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Acolman

Tabla III.2.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Acolman

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIDAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
ACOLMAN	Ag-1-125	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	1.-.28
	Ag-3-173	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-81	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-149	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	P-2-176	Pecuario (Pastizal)	Baja	Restauración	132-143,170-178,187,196,200-204

El municipio es cruzado por el Río Teotihuacán en las Ag-3-81, Ag-1-125, Ag-140 y Ag-1-90, estas UGA´s son de uso predominante agrícola, con fragilidad exceptuando a la Ag-3-81 de media las demás son mínimas, y toda ellas sus política ambiental es de aprovechamiento.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

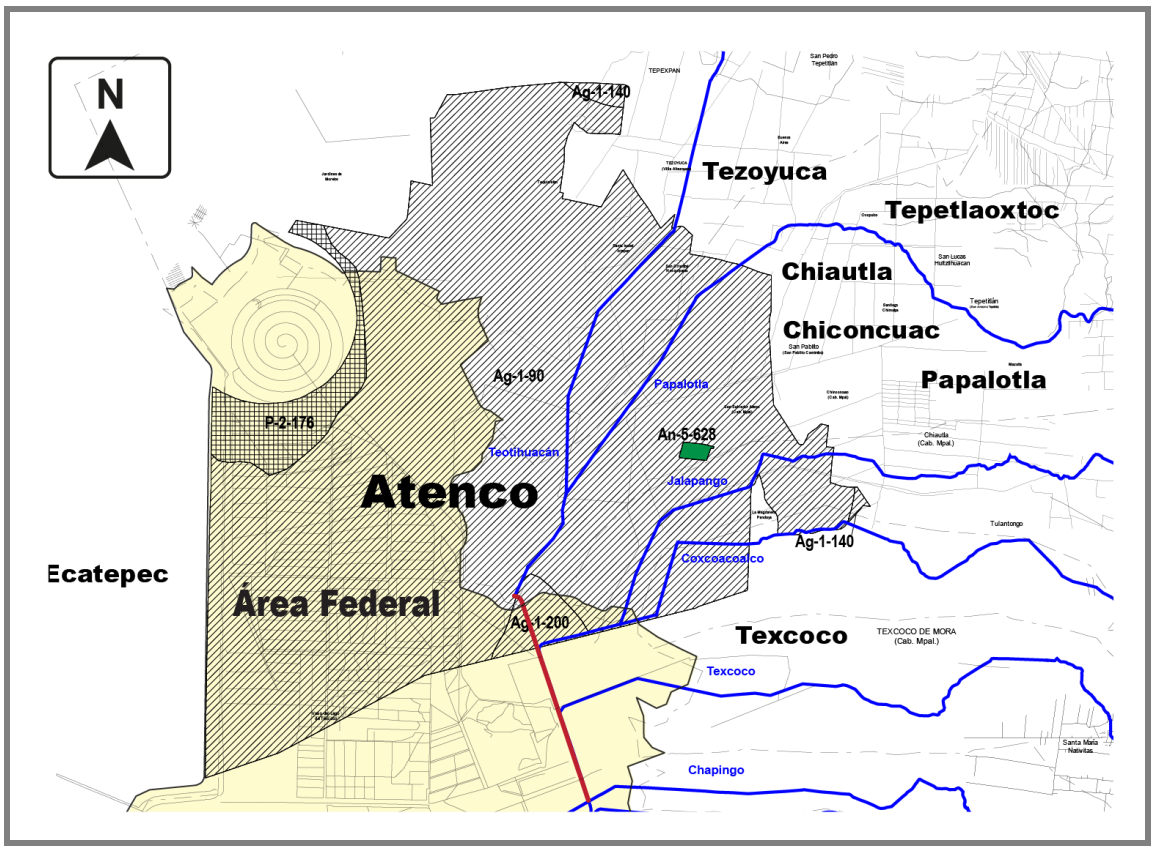
A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

La An-5-149 con uso de Área Natural Protegida identificada en este municipio corresponde al Parque Estatal “ Sierra Patlachique”, dado que ninguno de los ríos

de proyecto cruza su polígono, no afectará sus atributos naturales. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en las tablas siguientes: Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Atenco

En su extensión territorial incluye 5 Unidades Ecológicas, 3 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.3 y la Tabla III.3



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.3.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Atenco

Tabla III.3.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Atenco

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
ATENCO	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-1-200	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	1-28
	An-5-628	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	P-2-176	Pecuario (Pastizal)	Baja	Restauración	132-143,170-178,187,196,200-204

Al municipio lo cruzan y desbocan en el Área Federal los ríos Teotihuacán, Papalotla, Xalapango y Coxcacoaco.

Las Unas consideradas son Ag-1-90, Ag-1-200 y Ag-1-140, todas ellas son de uso predominante agrícola, con fragilidad mínima y política ambiental de aprovechamiento.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

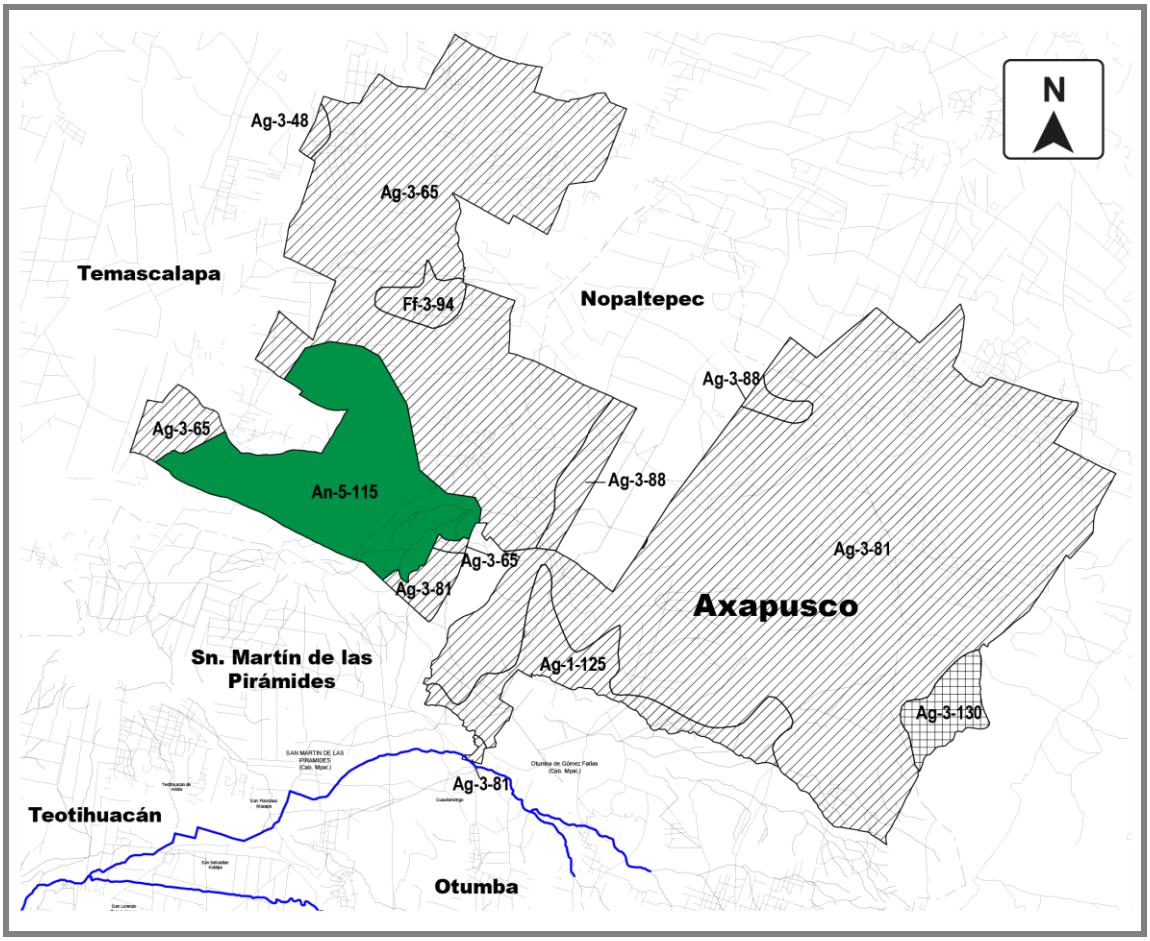
A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

En el caso de este municipio la UGA An-5-628 se encuentra propuesta con uso para Área Natural Protegida (ANP) con política de Protección, a la fecha de elaboración del presente documento la UGA An-5-628, no cuenta con un Decreto Federal, Estatal o Local que la reconozca como un ANP. y en el caso particular de las obras del proyecto, éstas no se ubican dentro de dicha UGA. Los criterios de

regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en las tablas siguientes: Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Axapusco

En su extensión territorial incluye 8 Unidades Ecológicas, 3 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.4 y la Tabla III.4.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.4.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Axapusco

Tabla III.4.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Axapusco

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIDAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
AXAPUSCO	Ag-1-125	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-130	Agricultura	Media	Restauración	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-48	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-65	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-81	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-88	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-115	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Ff-3-94	Flora y Fauna	Media	Aprovechamiento	143-165,170-178,185,196,201-205

El municipio se encuentra en el curso del Río Teotihuacán, correspondiéndole la UGA Ag-1-125, de uso predominante agrícola, fragilidad mínima y política ambiental de aprovechamiento.

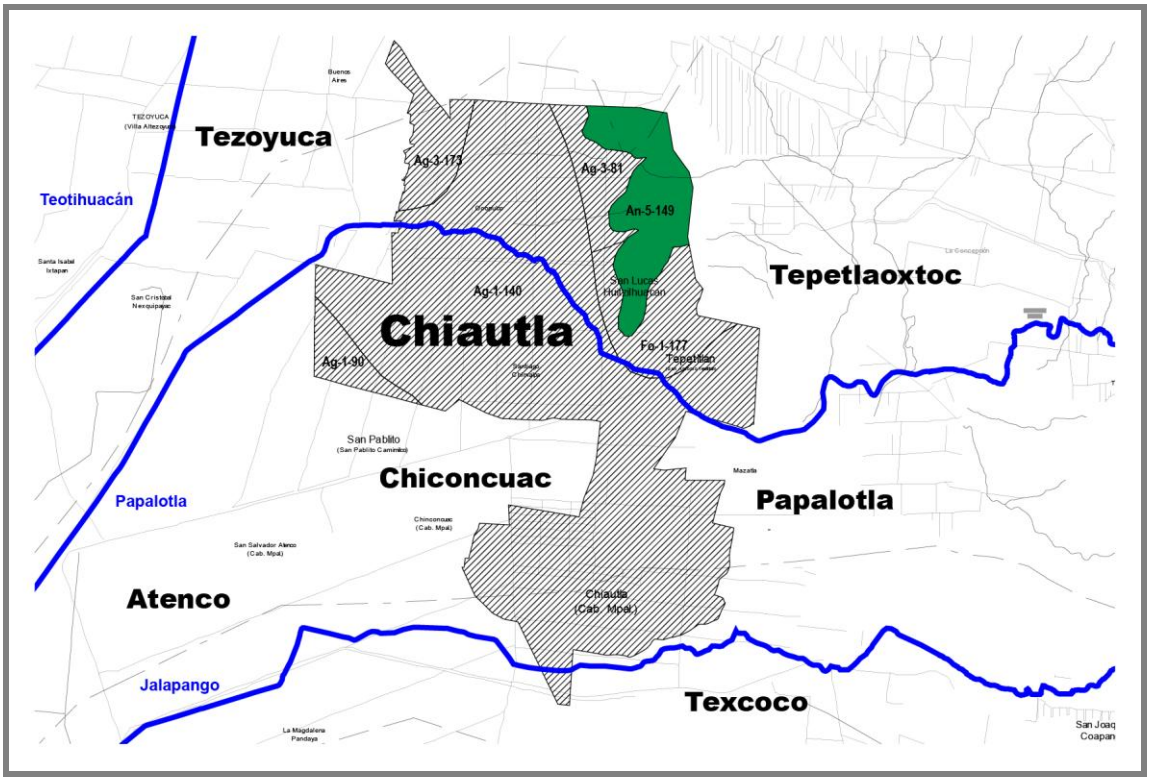
Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

A continuación se menciona únicamente la regulación establecida en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza incide en el proyecto y es aplicable.

La An-5-115 con uso de Área Natural Protegida identificada en este municipio corresponde al Parque Estatal " Cerro Gordo", dado que ninguno de los ríos de proyecto cruza su polígono, no afectará sus atributos naturales. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en las tablas siguientes: Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Chiautla

En su extensión territorial incluye 6 Unidades Ecológicas, 3 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.5 y la Tabla II.5.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.5.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Chiautla

Tabla III.5.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Chiautla

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIDAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
CHIAUTLA	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	1.-28
	Ag-3-173	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-81	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-149	Área natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Fo-1-177	Forestal	Mínima	Aprovechamiento	143-165,170-178,185,196,201-205

El Río Papalotla cruza al municipio en la UGA Ag-140, la cual es de uso predominante agrícola, fragilidad mínima y política ambiental de aprovechamiento.

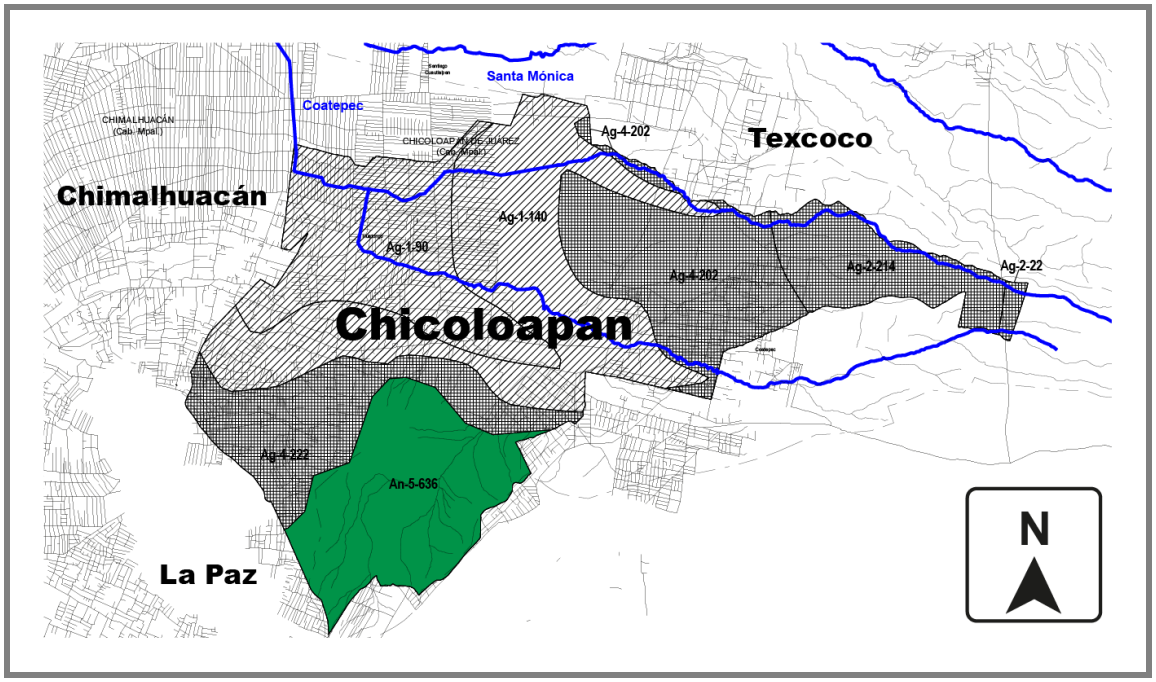
Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

La An-5-149 con uso de Área Natural Protegida identificada en este municipio corresponde al Parque Estatal " Sierra Patlachique", dado que ninguno de los ríos de proyecto cruza su polígono, no afectará sus atributos naturales. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en las tablas siguientes: Tabla III.18, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Chicoloapan

En su extensión territorial incluye 7 Unidades Ecológicas,2 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.6 y la Tabla III.6.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.6.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Chicoloapan

Tabla III.6.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Chicoloapan

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIDAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
CHICOLOAPAN	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	.1-.28
	Ag-2-214	Agricultura	Baja	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-2-224	Agricultura	Baja	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-202	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-222	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-636	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108

El municipio se encuentra en el recorrido del Río Coatepec cruzándolo su territorio en las UGA´s Ag-2-224, Ag-2-214, Ag-4-202, en las cuales sus usos predominantes son de tipo agrícola con política ambienta baja. En cuanto a su fragilidad ambiental la UGA Ag-4-202 es alta es resto es baja.

Al igual que las UGA´s anteriores las Ag-1-140 y Ag-1-90 cruzan al municipio, ambas son consideradas con usos predominantes de tipo agrícola, fragilidad y política ambiental mínima y de aprovechamiento, respectivamente

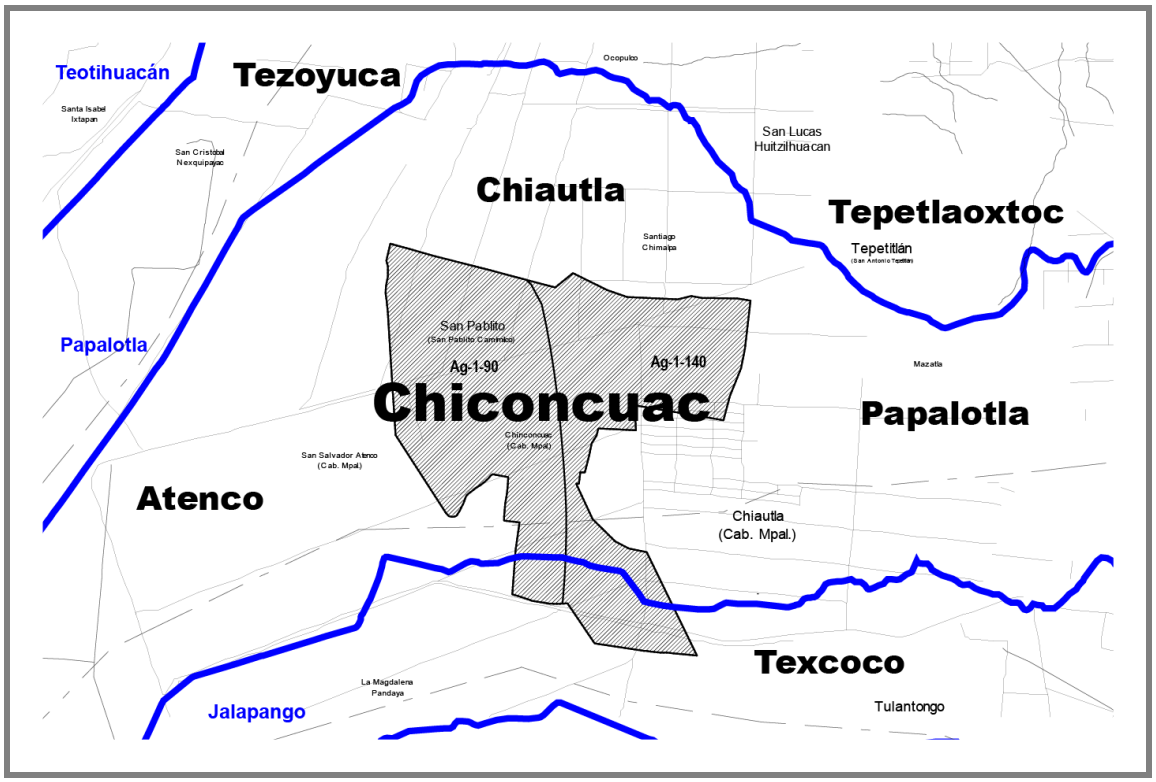
Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

La An-5-636 con uso de Área Natural Protegida identificada en este municipio corresponde al Parque Estatal “Cerro Tejolote Chico- Mesa Larga”, dado que ninguno de los ríos de proyecto cruza su polígono, no afectará sus atributos naturales. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en las tablas siguientes: Tabla III.18, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Chiconcuac

En su extensión territorial incluye 2 Unidades Ecológicas, 1 Usos predominantes y 1 Política que se observan en la Figura III.7 y la Tabla III.7.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006

Figura III.7.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Chiconcuac

Tabla III.7.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Chiconcuac

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIDAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
CHICONCUAC	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	.1-28
	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170.173,187,189,190,196

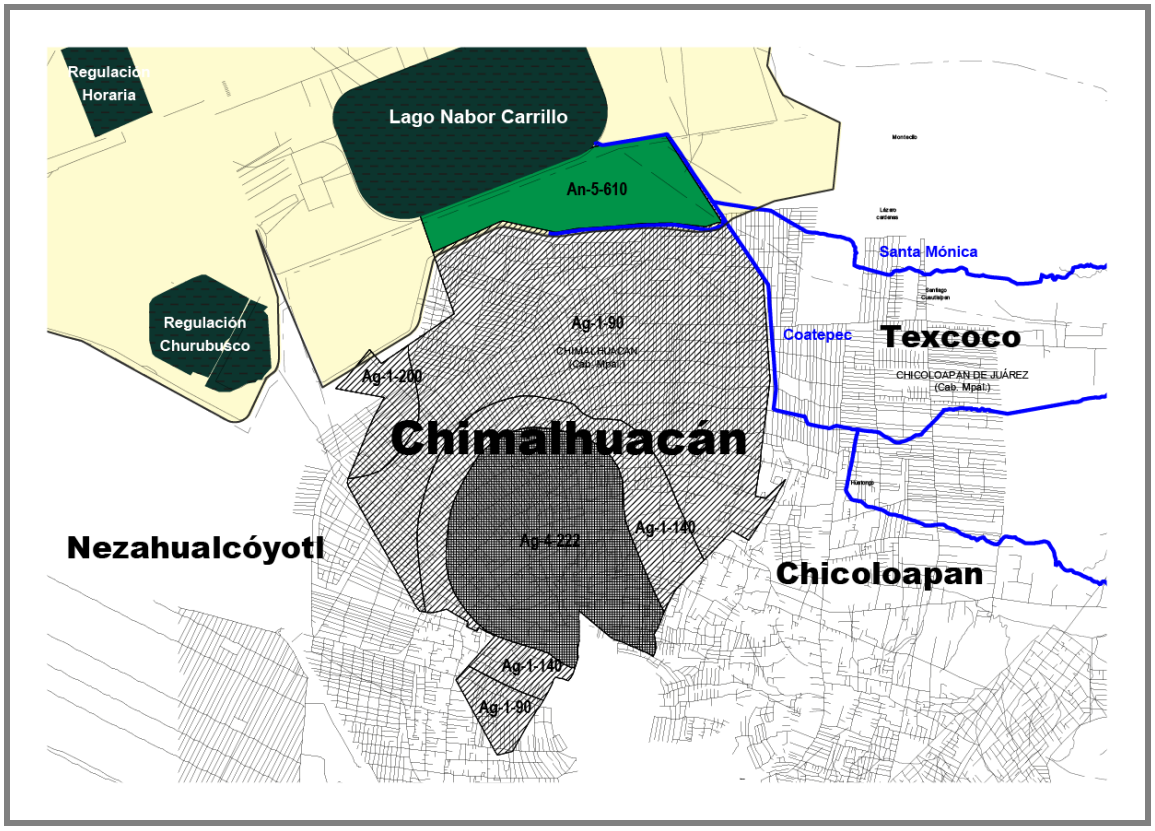
El cauce del Río Xalapango tiene su curso a través del municipio y por la UGA´s Ag-1-140 y Ag-1-90 ambas son consideradas con usos predominantes de tipo agrícola, fragilidad y política ambiental mínima y de aprovechamiento, respectivamente.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en las tablas siguientes: Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Chimalhuacán

En su extensión territorial incluye 5 Unidades Ecológicas, 2 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.8 y la Tabla III.8.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.8.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Chimalhuacán

Tabla III.8.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Chimalhuacán

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
CHIMALHUA-CÁN	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-1-200	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	1-28
	Ag-4-222	Agricultura	Alta	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196
	An-5-610	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108

En este municipio desembocan los Ríos Coatepec y Santa Mónica a la zona Federal de Texcoco. Las UGA´s aplicables y vinculadas al proyecto en este municipio son las Ag-1-90 y Ag-5-610, la primera con usos agrícolas y la segunda de protección.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

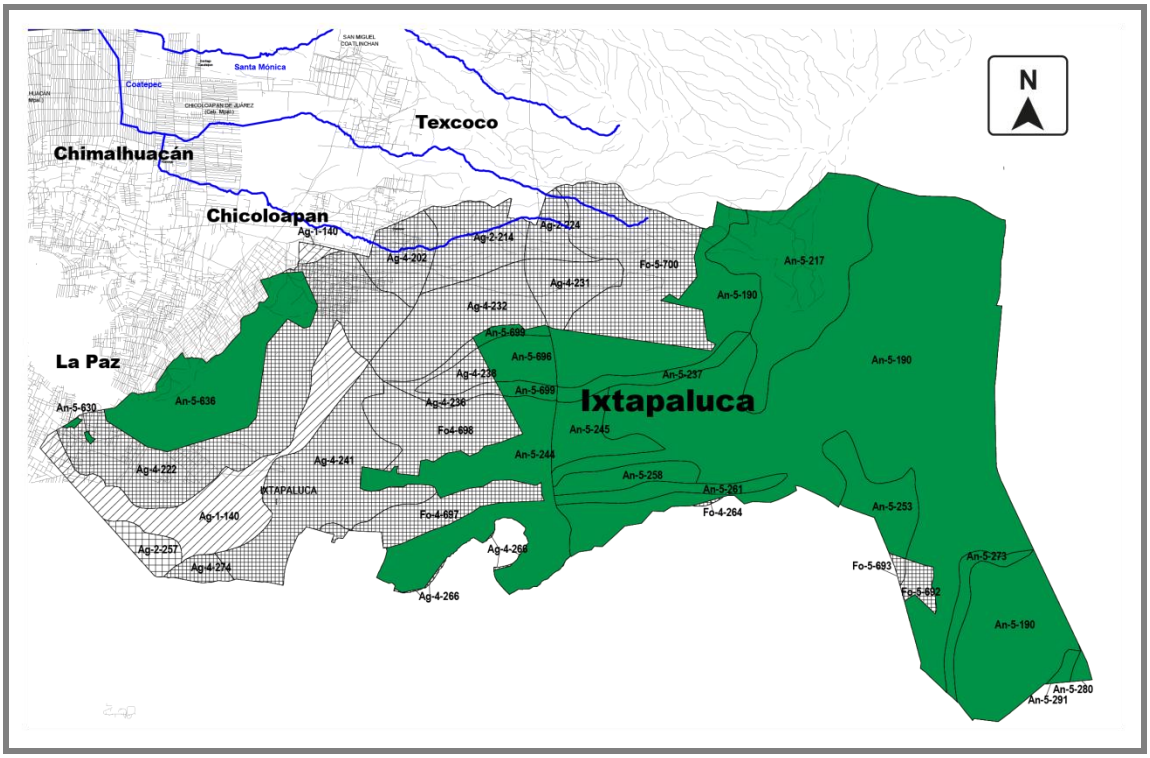
A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

En este municipio en sus límites con el Texcoco, se encuentra el Parque Estatal “Ing. Gerardo Cruickshank García” la zona de acuerdo al Modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de México es de fragilidad máxima. La UGA que identifica a esta zona es la Ag-n-610. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se

mencionarán posteriormente en las tablas siguientes: Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Ixtapaluca

En su extensión territorial incluye 34 Unidades Ecológicas, 3 Usos predominantes y 4 Políticas que se observan en la Figura III.9 y la Tabla III.9.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.9.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Ixtapaluca

Tabla III.9.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Ixtapaluca

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
IXTAPALUCA	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-2-257	Agricultura	Baja	Conservación	1-.28
	Ag-2-214	Agricultura	Baja	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-2-224	Agricultura	Baja	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-202	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-222	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-231	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-232	Agricultura	Alta	Protección	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-236	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-238	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-241	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-266	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-4-274	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-190	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-217	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-237	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-244	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-245	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-253	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-258	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-261	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-273	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-280	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-291	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
	An-5-696	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-630	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-636	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-699	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Fo-4-264	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-692	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-693	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-4-697	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-4-698	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-700	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205

En este municipio nace el Río Coatepec, atraviesa las UGA´s Ag-2-224, Ag-2-214, y Ag-4-202 de uso predominante agrícola, de fragilidad y política ambiental baja y de conservación respectivamente.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

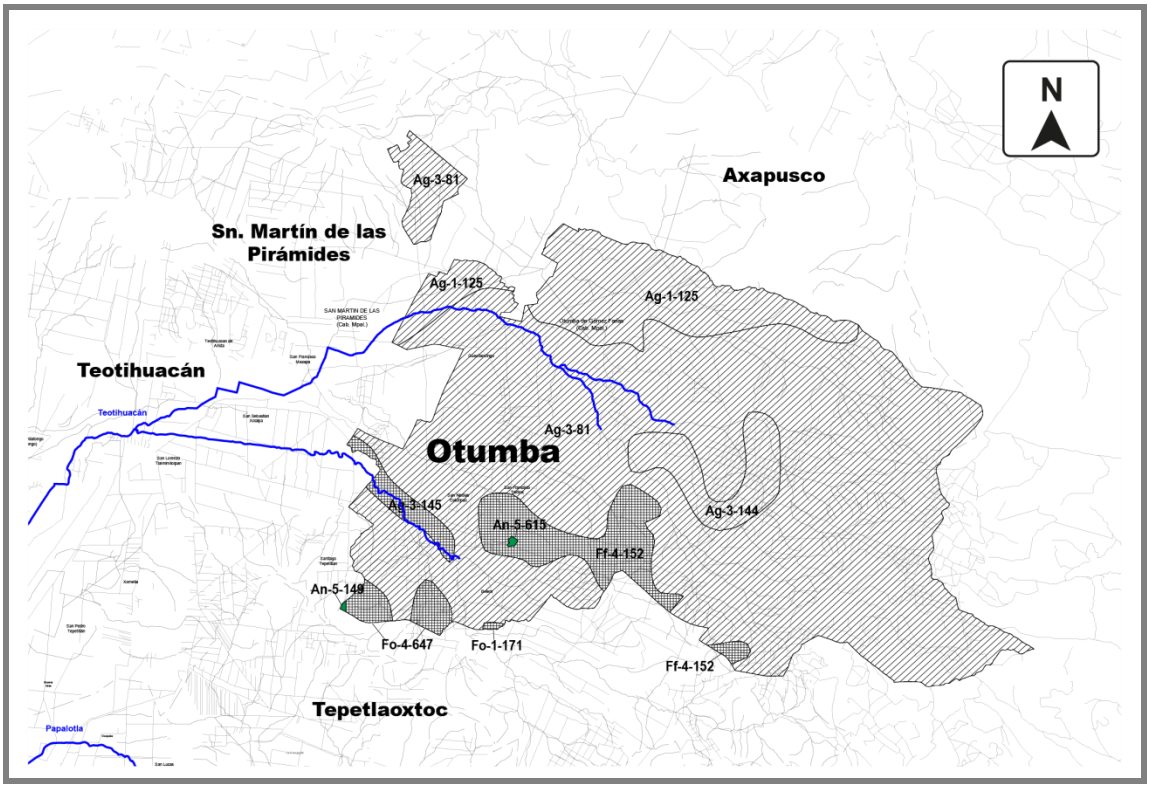
En este municipio la UGA Fo-5-700, es de uso forestal, con fragilidad alta y política de conservación.

El este municipio las An-5-190, An-5-217, An-5-237, An-5-244, An-5-245, An-5-253, An-5-258, An-5-261, An-5-273, An-5-280, An-5-291, An-5-696 y An-5-630 identificadas como de usos de Área Natural Protegidas fragilidad máxima y con políticas de protección corresponden al Área Natural Protegida Parque Nacional “Zoquiapan y Anexas”, debido a que ninguno de los ríos cruza su polígono, ninguna de las obras ocasionará alteraciones en alguno de sus atributos naturales.

La An-5-636 con uso de Área Natural Protegida identificada en este municipio corresponde al Parque Estatal “Cerro Tejolote Chico- Mesa Larga”, dado que ninguno de los ríos de proyecto cruza su polígono, no afectará sus atributos naturales. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en las tablas siguientes: Tabla III.18, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Otumba

En su extensión territorial incluye 9 Unidades Ecológicas, 4 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.10 y la Tabla III.10.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.10.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Otumba

Tabla III.10.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Otumba

MUICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
OTUMBA	Ag-1-125	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-144	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-145	Agricultura	Media	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-81	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-149	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-615	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Ff-4-152	Flora y Fauna	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-4-647	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-1-171	Forestal	Mínima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205

En este municipio tiene su nacimiento el Rio San Juan Teotihuacán, correspondiendo en su territorio las UGA´s Ag-3-81, Ag-1-125 y Ag-3-145, la cuales son de uso predomínate agrícola, con política ambiental de aprovechamiento las dos primeras y la tercera de conservación, en cuanto a su fragilidad ambiental la Ag-1-125 es mínima y el resto es media.

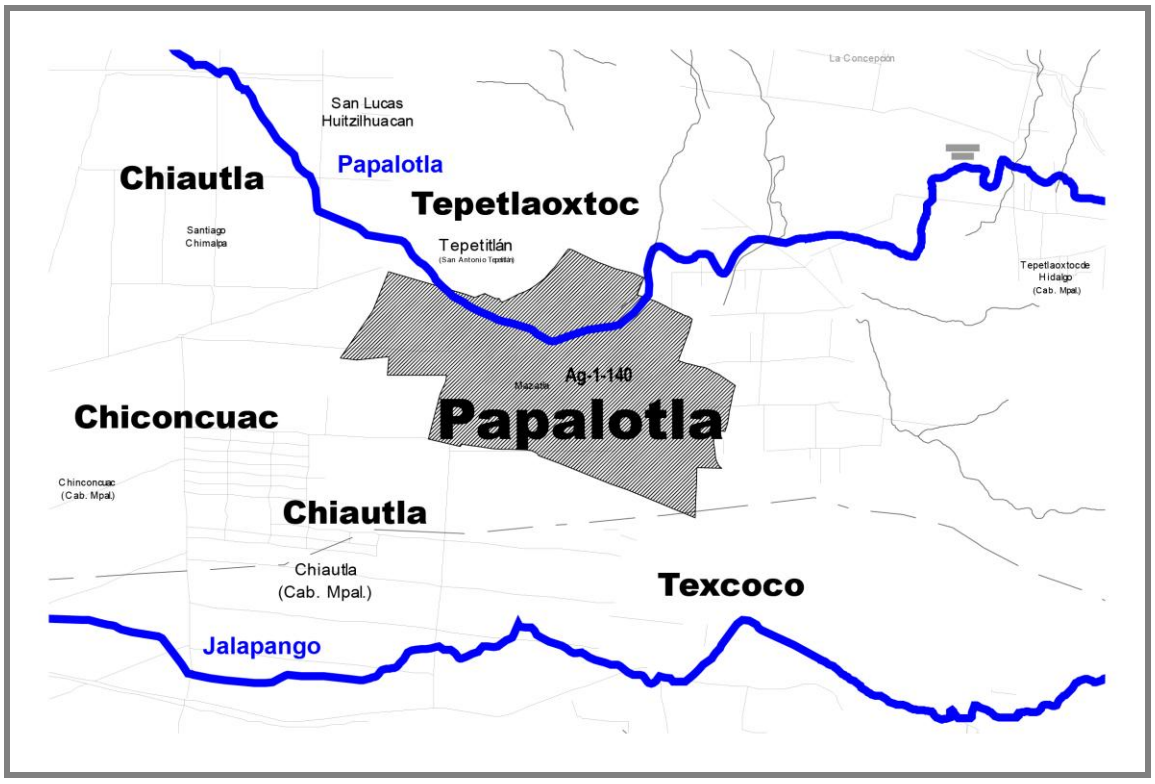
Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

La An-5-615 identificada en este municipio como de usos de Área Natural Protegida fragilidad máxima y con políticas de protección, corresponde a la Reserva Estatal la Cañada, la cual no será alterada en forma alguna debido a que ninguno de los ríos cruza su polígono. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en la Tabla III.18, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Papalotla

En su extensión territorial incluye 1 Unidad Ecológica, 1 Uso predominante y 1 Política que se observan en la Figura III.11 y la Tabla III.11.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.11.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Papalotla

Tabla III.11.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Papalotla

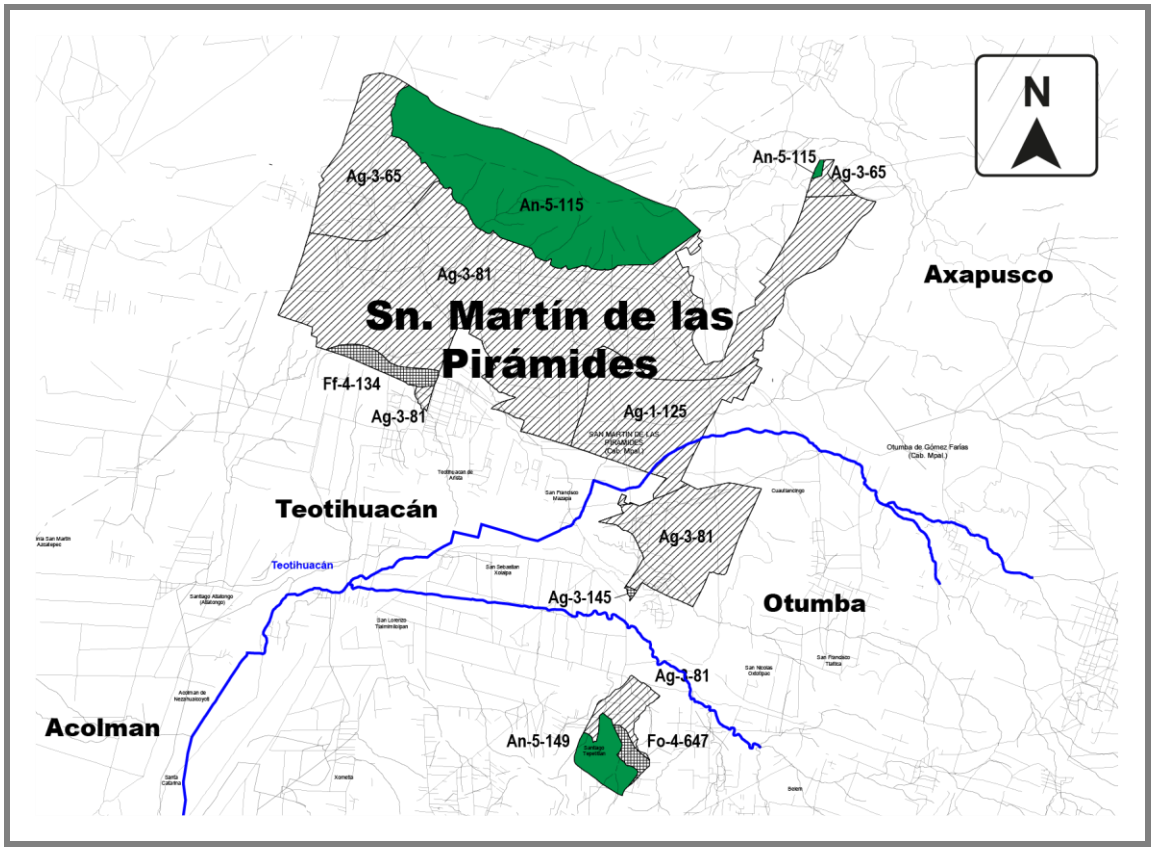
MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
PAPALOTLA	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196

El Río Papalotla cruza al municipio en su única UGA Ag-1-140 de uso predomínate agrícola, fragilidad y política ambiental mínima y de aprovechamiento, respectivamente.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

Municipio de San Martín de las Pirámides

En su extensión territorial incluye 8 Unidades Ecológicas, 4 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.12 y Tabla III.12.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.12.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de San Martín de las Pirámides

Tabla III.12.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de San Martín de las Pirámides

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
SAN MARTIN DE LAS PIRÁMIDES	Ag-1-125	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-145	Agricultura	Media	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-65	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-81	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-115	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-149	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Ff-4-134	Flora y Fauna	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196.201-205
	Fo-4-647	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196.201-205

El Río Teotihuacán cruza al municipio en las UGA´s Ag-1-125 y Ag-3-81, el uso predominante es agrícola, su fragilidad ambiental es respectivamente mínima y media, y sus políticas ambientales correspondientes son de aprovechamiento y conservación.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

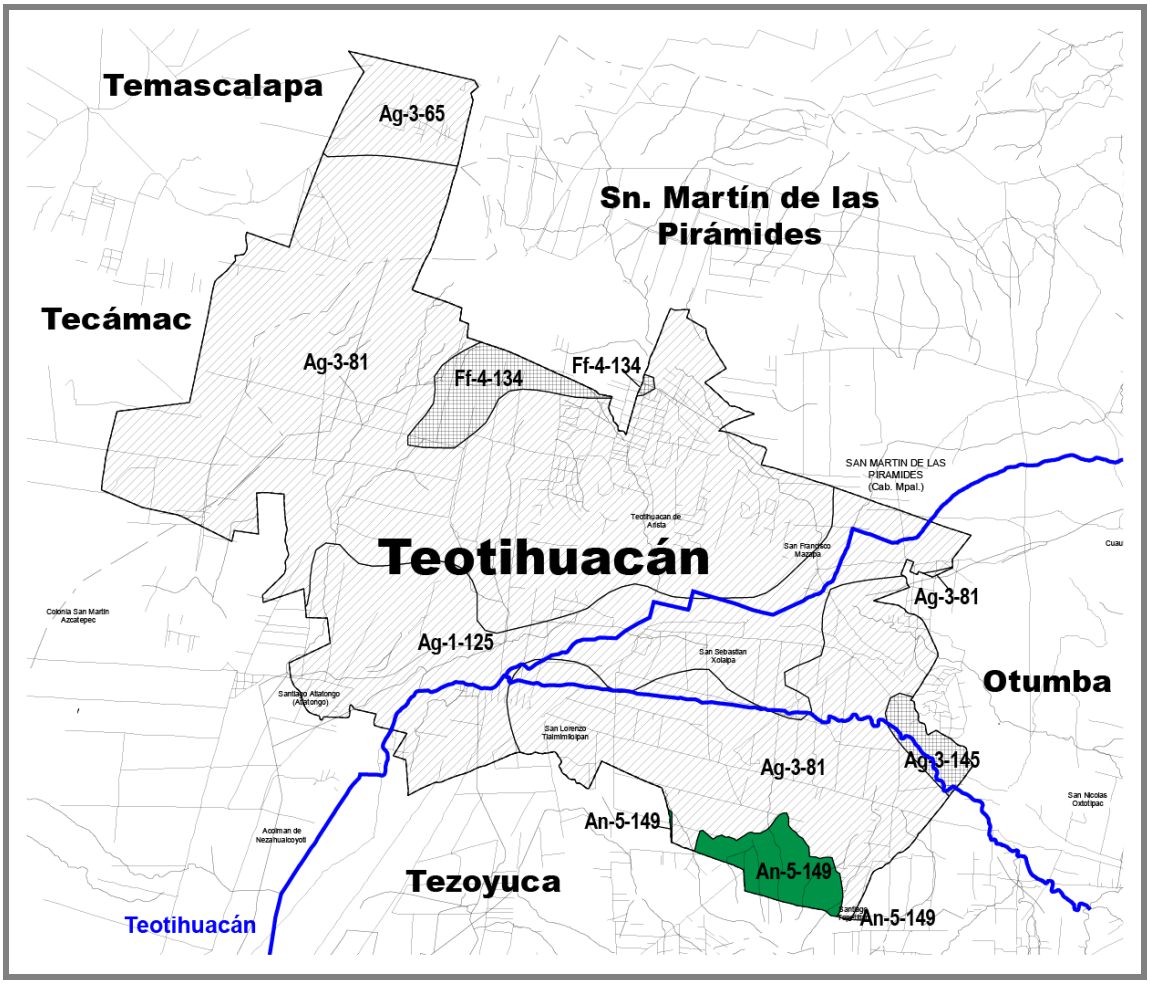
A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

Las An-5-115 y An-5-149 con uso de Área Natural Protegida identificada en este municipio corresponden respectivamente al Parque Estatal “Cerro Gordo” y al

Parque Estatal " Sierra Patlachique", dado que ninguno de los ríos de proyecto cruza su polígono, no afectará sus atributos naturales. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en la Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Teotihuacán

En su extensión territorial incluye 6 Unidades Ecológicas, 3 Usos predominantes y 3 Políticas que se observan en la Figura III.13 y la Tabla III.13.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.13.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Teotihuacán

Tabla III.13.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Teotihuacán

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
TEOTIHUACÁN	Ag-1-125	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-145	Agricultura	Media	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-65	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-81	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-149	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Ff-4-134	Flora y Fauna	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205

Se encuentra en el curso del Río Teotihuacán y cruza al municipio en las UGA´s Ag-1-125, Ag-3-145, Ag-3-81, su usos predominantes son agrícola, fragilidad ambiental respectiva de mínima y media con política ambiental correspondiente de aprovechamiento y conservación.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

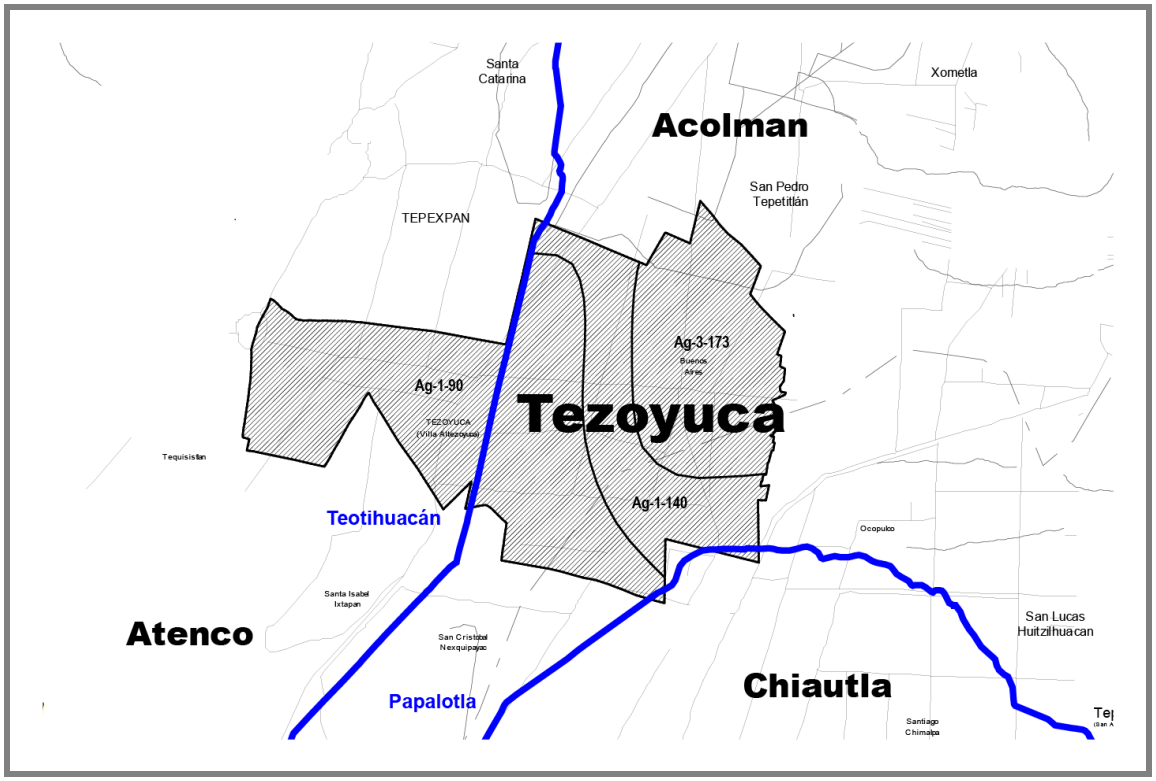
A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

La An-5-149 con uso de Área Natural Protegida, fragilidad máxima, y política de protección, debido a que ninguno de los ríos del proyecto cruza su polígono, las

obras no afectarán sus atributos naturales. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en la: Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20

Municipio de Tezoyuca

En su extensión territorial incluye 3 Unidades Ecológicas, 1 Uso predominante y una Política que se observan en la Figura III.14 y la Tabla III.14.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.14.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio Tezoyuca

Tabla III.14.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Tezoyuca

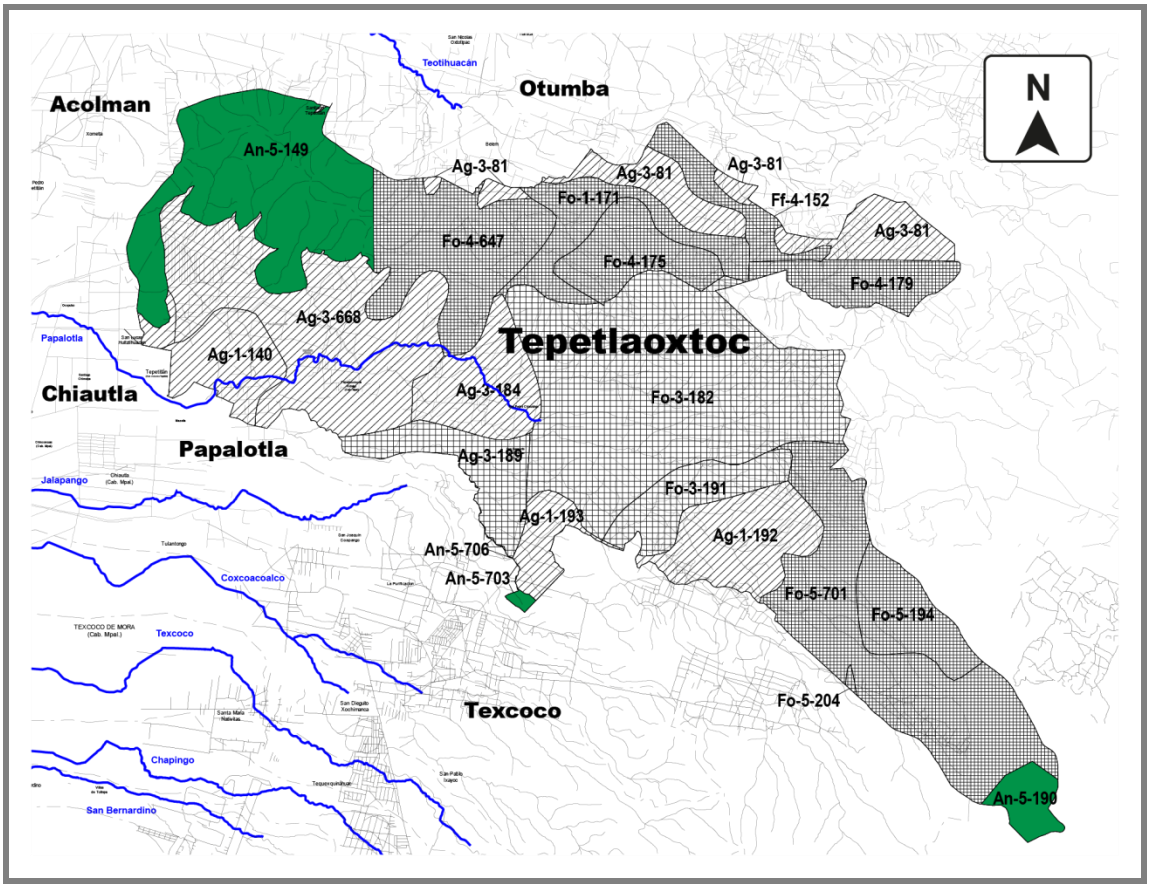
MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
TEZOYUCA	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	.1.-28
	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-173	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196

El territorio de este municipio es cruzado por los Ríos Papalotla y San Juan Teotihuacán en las UGA´s Ag-140 y Ag-1-90 respectivamente. Ambas unidades son de usos predominantes agrícolas, fragilidad y política ambiental respectiva, mínima y de aprovechamiento.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en la Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Municipio de Tepetlaoxtoc

En su extensión territorial incluye 22 Unidades Ecológicas, 3 Usos predominantes y 4 Políticas que se observan en la Figura III.15 y la Tabla III.15.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.15.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio Tepetlaoxtoc

Tabla III.15.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Tepetlaoxtoc

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
TEPETLAOX-TOC	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-1-192	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-1-193	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-1-184	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-189	Agricultura	Media	Restauración	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ag-3-668	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
	Ag-3-81	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131,170-173,187,189,190,196
	An-5-149	Agricultura	Máxima	Protección	82-108
	An-5-190	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Fo-5-701	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-703	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-706	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Ff-4-152	Flora y Fauna	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-3-182	Forestal	Media	Restauración	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-3-191	Forestal	Media	Restauración	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-1-171	Forestal	Mínima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-4-175	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-1-177	Forestal	Mínima	Aprovechamiento	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-4-179	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-4-647	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-194	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-204	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205

En este municipio tiene su nacimiento el Río Papalota, en las UGA´s Ag-3-184, Ag-3-668 y Ag-1-140, estas unidades son de usos predominante agrícola, de política ambiental de aprovechamiento, en cuanto a su fragilidad ambiental ,a excepción de a Ag-1-140 la cual es de fragilidad ambiental mínima las otras dos son consideradas de fragilidad media.

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

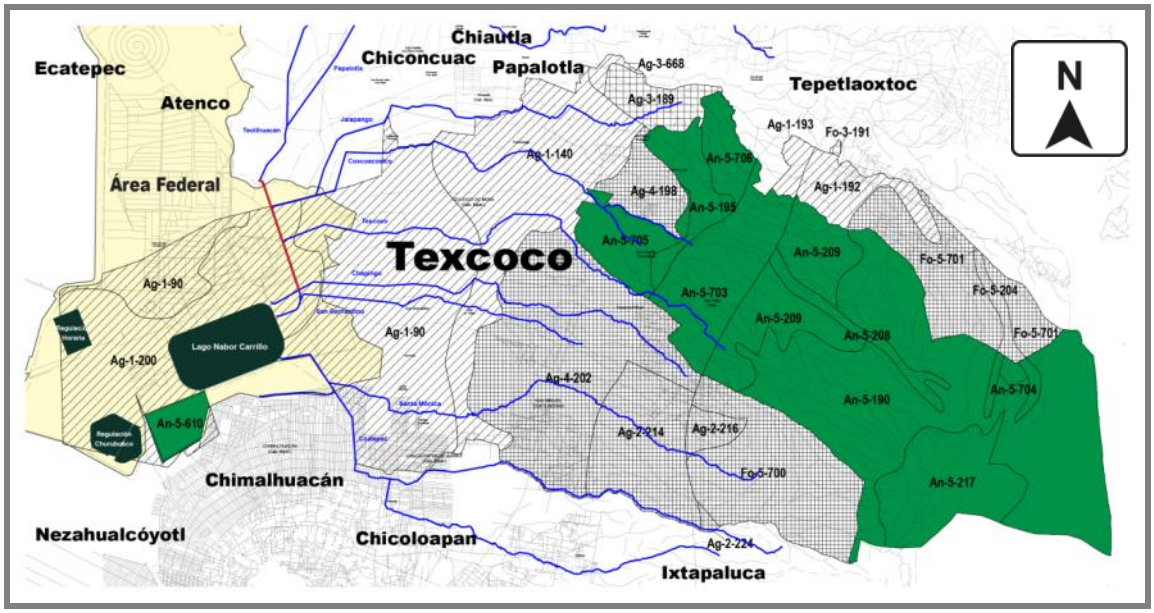
A continuación se mencionan únicamente las regulaciones establecidas en el Ordenamiento Ecológico del Estado que por su naturaleza inciden en el proyecto y son aplicables.

La An-5-149 con uso de Área Natural Protegida identificada en este municipio corresponden respectivamente al Parque Estatal “Sierra Patlachique”, dado que ninguno de los ríos de proyecto cruza su polígono, no afectará sus atributos naturales.

Las An-5-190, An-5-701 y An-5-703 son consideradas en el MOET-EM con usos de Área Natural Protegida, fragilidad máxima y política de protección. Debido a que ninguno de los ríos cruzará su polígono, las obras del proyecto no alterarán sus cualidades naturales. Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionarán posteriormente en la Tabla, Tabla III.19 y Tabla III.20

Municipio de Texcoco

En su extensión territorial incluye 22 Unidades Ecológicas, 3 Usos predominantes y 4 Políticas ambientales que se observan en la Figura III.16 y la Tabla III.16.



Fuente: Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, 2006.

Figura III.16.- Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Texcoco

Tabla III.16.- Políticas y Unidades de Gestión Ambiental del proyecto en el municipio de Texcoco

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
TEXCOCO	Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-1-92	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	1-28
	Ag-1-193	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-1-200	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	1-28
	Ag-3-189	Agricultura	Media	Restauración	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-2-214	Agricultura	Baja	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-2-216	Agricultura	Baja	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-2-224	Agricultura	Media	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-3-668	Agricultura	Media	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-4-198	Agricultura	Alta	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196
	Ag-4-202	Agricultura	Alta	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196

MUNICIPIO	CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
	An-5-190	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-195	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-209	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-217	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-610	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-637	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	Fo-3-191	Forestal	Máxima	Restauración	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-610	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-204	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-700	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	Fo-5-701	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
	An-5-703	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-704	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-705	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	An-5-706	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108

Considerando que el proyecto no contempla actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas de Políticas y Unidades de Gestión Ambiental por lo que no se abordarán en esta sección.

En este municipio se encuentra el nacimiento de 5 de los 9 ríos de oriente, a continuación se mencionan las UGA´s vinculadas con el proyecto.

Nacimiento de los ríos

Río Santa Mónica

UGA´s Fo-5-700 (uso predominante forestal, fragilidad máxima, política de protección), Ag-2-216 y Ag-2-214 (uso predominante agrícola, fragilidad baja, política de conservación), Ag-4-202 (uso predominante agrícola, fragilidad alta, política de conservación), Ag-1-140 y Ag-1-90 (uso predominante agrícola, fragilidad mínima, y política de aprovechamiento)

Ríos San Bernardino y Chapingo

UGA´s Ag-4-202 (uso predominante agrícola, fragilidad alta, política de conservación), Ag-1-140 y Ag-1-90 (uso predominante agrícola, fragilidad mínima, y política de aprovechamiento)

Río Texcoco

El río nace en el Reserva Ecológica “Sistema Tetzcotzingo” donde las UGA´s consideradas son An-5-209 y An-5-703 (uso predominante área natural protegida, fragilidad máxima, política protección), cruza las UGA´s Ag-4-202 (uso predominante agrícola, fragilidad alta, política de conservación), Ag-1-140 y Ag-1-90 (uso predominante agrícola, fragilidad mínima, y política de aprovechamiento)

Río Coxcacoaco

El río nace en el Reserva Ecológica “Sistema Tetzcotzingo” donde las UGA´s consideradas son: An-705 y An-5-195 (uso predominante área natural protegida, fragilidad máxima, política protección), cruza las UGA´s Ag-1-140 y Ag-1-90 (uso predominante agrícola, fragilidad mínima, y política de aprovechamiento)

Río Xalapango

UGA Ag-189 (uso predominante agricultura, fragilidad media, política restauración) y la UGA Ag-1-140 uso predominante agrícola, fragilidad mínima, y política de aprovechamiento)

Cruce de río

El Río Coatepec cruza el territorio municipal en las UGA´s Ag-4-202 (uso predominante agrícola, fragilidad alta, política de conservación) y Ag-1-90 (uso predominante agrícola, fragilidad mínima, y política de aprovechamiento).

En el municipio de Texcoco, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Estado de México, se identificaron 12 UGA´s aplicables (Tabla III.17).

Tabla III.17.- UGA´s de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de México aplicables al proyecto

CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
Fo-5-700	Forestal	Máxima	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
Ag-2-216	Agricultura	Baja	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196
Ag-2-224	Agricultura	Media	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196
Ag-4-202	Agricultura	Alta	Conservación	109-131. 170-173,187,189,190,196
Ag-1-140	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
Ag-1-90	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	1-28
An-5-209	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
An-5-703	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
An-5-195	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
Ag-1-200	Agricultura	Mínima	Aprovechamiento	109-131. 170-173,187,189,190,196
Ag-189	Agricultura	Media	Restauración	109-131. 170-173,187,189,190,196

CLAVE	USO PREDOMINANTE	FRAGILIAD AMBIENTAL	POLÍTICA AMBIENTAL	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
An-5-610	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108

De acuerdo a la tabla anterior, los usos predominantes del suelo son de Agricultura y de Área Natural Protegida, con políticas de Aprovechamiento y Protección.

En el caso de la UGA An-5-610, el proyecto se incluirá en su polígono obras como son: los colectores marginales para la conducción de aguas residuales provenientes de Río Santa Mónica.

Los criterios de regulación ecológica aplicables, se mencionan en la Tabla III.18, Tabla III.19 y Tabla III.20.

Criterios de regulación ecológica

Son criterios que aplican para la unidad ecológica, tienen carácter de recomendación y su aplicación será congruente, tanto con las características socio-económicas actuales de la región, como con la normatividad establecida por otras dependencias federales y estatales en la materia.

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México plantea 205 Criterios de regulación, los cuales son recomendaciones para ser consideradas en los siguientes ámbitos:

a) Desarrollo urbano

b) Desarrollo rural

c) Actividad minera de competencia estatal.

d) Manejo de áreas naturales protegidas

Considerado que el proyecto no considera actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, los Criterios de regulación ecológica no aplican, no obstante de estar anotados en las tablas anteriores de cada municipio, no se abordan en esta sección.

A continuación se mencionan únicamente las regulaciones ecológicas establecidas en el Ordenamiento Ecológico de la entidad, que por la naturaleza del proyecto inciden en el proyecto y son aplicables.

Tabla III.18.- Criterios de regulación ambiental a considerar en el Desarrollo Urbano

NÚMERO	CRITERIO	APLICACIÓN
8	No se permitirá la construcción en lugares con alta incidencia de peligros naturales como zonas de cárcavas, barrancas, suelos con niveles superficiales de mantos freáticos, fracturas, fallas, taludes, suelos arenosos, zonas de inundación, deslave, socavones, minas, almacenamiento de combustible, líneas de alta tensión o riesgo volcánico, así como infraestructura que represente un riesgo a la población, a menos que se cuente con un proyecto técnico que garantice la seguridad de las construcciones.	La naturaleza del proyecto es en materia de infraestructura hidráulica que tendrá como propósito prevenir inundaciones, por lo que es compatible con este Criterio ecológico, por lo cual este Criterio no aplica.
10	Los municipios, por conducto del estado, podrán convenir con la Comisión Nacional del Agua (CNA) la administración de las barrancas urbanas, con objeto de mantener el espacio verde y zonas de infiltración.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
11	Prohibir todo tipo de obras y actividades en derechos de vía, zonas federales, estatales y dentro o alrededor de zonas arqueológicas cuando no se cuente con la aprobación expresa de la dependencias responsables.	Por ubicarse las obras del proyecto en Zona Federal, se realizará todas las gestiones correspondientes en materia ambiental y admirativas conducentes.

NÚMERO	CRITERIO	APLICACIÓN
12	Que toda autorización para el desarrollo urbano e infraestructura en el estado, esté condicionada a que se garantice el suministro de agua potable y las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
24	En todo proyecto de construcción se deberá dejar, por lo menos, un 12% de área jardinada	No aplica
27	Es necesario considerar en el desarrollo de infraestructura, las obras de ingeniería para evitar siniestros en las zonas de inundación.	Las obras hidráulicas del proyecto permitirán prevenir el control de avenidas y con ello el riesgo de inundación en la zona Federal del Lago de Texcoco y poblaciones aledañas a los ríos

Tabla III.19.- Criterios de Regulación Ambiental a considerar en el Desarrollo Rural

NÚMERO	CRITERIOS	APLICACIÓN
132	El cambio autorizado de uso de suelo de agrícola a pecuario se realizará a través de la creación de praderas cultivadas.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
133	El cambio autorizado de uso de suelo ocupado por vegetación nativa, a pecuario, se realizará a través de la creación de praderas cultivadas, orientadas a la ganadería semi-intensiva.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
134	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el

NÚMERO	CRITERIOS	APLICACIÓN
		Criterio ecológico.
135	No se permite pastoreo extensivo en áreas con pendientes mayores al 30%.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
136	Se permite la ganadería controlada en bosque de pino - encino con un coeficiente de agostadero de 6.24 ha/unidad animal/año.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
137	Se permite la ganadería controlada en las zonas con pendientes entre 15 y 30%.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
138	No se deberá construir establos y corrales dentro de la cabecera municipal.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
139	La ganadería extensiva se limitará a la capacidad de agostadero de la zona propuesta, promoviendo la estabulación del ganado.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
140	El aprovechamiento del área para la ganadería deberá restringirse a la extensiva doméstica, siempre y cuando el número de cabezas no exceda el coeficiente de agostadero. Asimismo se recomienda poblar las zonas desnudas con zacates y arbustos.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
141	Todos los establos, ranchos y granjas deberán darle un tratamiento primario a sus aguas residuales antes de verterlas y manejar adecuadamente sus residuos sólidos.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
142	Los residuos de la ganadería estabulada deberán ser tratados para la elaboración de	Por la naturaleza de infraestructura

NÚMERO	CRITERIOS	APLICACIÓN
	composta.	hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
143	En las zonas de uso agrícola y pecuario de transición a forestal se impulsarán las prácticas de reforestación con especies nativas y asociadas a frutales.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
174	Se prohíbe la extracción, captura y comercialización de las especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y, en caso de aprovechamiento, deberá contar con la Autorización y/o Programa de Conservación y Manejo correspondiente.	Considerando que el sitio del proyecto se encuentra dentro del AICA 1 Lago de Texcoco, durante las obras de ejecución del proyecto y en el caso que se observe algún especie faunística se tendrá el cuidado de no molestarla, y se vigilará que el personal de las obras del proyecto, no las capture o extraiga de la Zona Federal
178	Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la comunidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio estatal, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.	
196	Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio.	El proyecto contempla el desarrollo de sistemas de captación de agua pluvial.

Tabla III.20.- Criterios de Regulación Ambiental para las Áreas Naturales Protegidas

NÚMERO	CRITERIO	APLICACIÓN
82	Se promoverá que cada área natural protegida (ANP) decretada en la entidad cuente con su Programa de Conservación y Manejo.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.

NÚMERO	CRITERIO	APLICACIÓN
83	Con la finalidad de conservar los recursos, los usos permitidos se definirán en el Programa de Conservación y Manejo respectivo.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
84	Se promoverá el impulso a las actividades productivas acordes al decreto, quedando sujetas a la evaluación en materia de impacto ambiental federal o estatal correspondiente. Queda restringida la posibilidad de establecer asentamientos humanos.	El proyecto no corresponde con una actividad productiva o de asentamientos humanos, por lo que no aplica. Sin embargo, con el propósito de obtener la autorización en materia de impacto ambiental, el proyecto se sujetará a evaluación en materia ambiental de acuerdo a lo establecido en la LGGEPA.
85	No se permitirán actividades turísticas o de servicios que afecten negativamente al ambiente por lo que la autoridad encargada de su administración deberá de regularlas conforme al decreto o en su caso a su Programa de Conservación y Manejo correspondiente.	El proyecto no se realizará dentro del polígono de ANP´s de administración federal, estatal o local, por lo que no aplica el Criterio ecológico.
86	Se deberán regular las actividades productivas y recreativas, con énfasis en la protección a las zonas de anidación y reproducción de fauna, así como contar con el visto bueno de la dependencia encargada de la administración.	Las obras hidráulicas del proyecto permitirán la conservación de la avifauna debido a que el saneamiento de las ríos de oriente y el tratamiento de sus aguas descargadas en el Lago Nabor Carrillo, favorecerán ,mejores condiciones en la calidad del agua del lago.
87	Se deberán crear franjas de amortiguamiento (de por lo menos 50 metros, según lo permita el área y en función a los resultados de los estudios específicos), y desarrollar	El proyecto no se realizará dentro del polígono de ANP´s de administración

NÚMERO	CRITERIO	APLICACIÓN
	en ellas programas de reforestación, ecoturismo, acuacultura, entre otros.	federal, estatal o local, por lo que no aplica el Criterio ecológico.
88	No se promoverá el desarrollo urbano, sólo se impulsarán aquellos usos y proyectos contemplados en el Decreto o el Programa de Conservación y Manejo y complementarios de las actividades recreativas, se considerará la autosuficiencia de agua y energía, así como la responsabilidad en el tratamiento y disposición final de desechos sólidos y líquidos.	El proyecto no se realizará dentro del polígono de ANP´s de administración federal, estatal o local, por lo que no aplica el Criterio ecológico.
89	Se promoverá la reforestación en aquellas zonas consideras como prioritarias para su restauración, así como en los predios donde se ha solicitado la implementación de un programa de reforestación.	El proyecto considera plantar árboles en las zonas marginales de los colectores.
90	Se evitara el libre pastoreo en zonas de reforestación.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
91	En las zonas con aprovechamiento forestal, se propiciará el uso integral de los recursos a través de técnicas de eco desarrollo que favorezcan los usos múltiples. En aprovechamientos autorizados, si no existen vías para la extracción del material cortado, se utilizarán animales de tiro y carga, por lo que queda prohibido el rodamiento de troncos.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico
92	En aprovechamientos autorizados, si no existen vías para la extracción del material cortado, se utilizarán animales de tiro y carga, por lo que queda prohibido el rodamiento de troncos.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico
93	En el caso de que existan caminos destinados a retirar el material, serán acondicionados en forma manual evitando la eliminación de la vegetación y la utilización de suelos susceptibles a la erosión.	El proyecto no se realizará dentro del polígono de ANP´s de administración federal, estatal o local, por lo que no aplica

NÚMERO	CRITERIO	APLICACIÓN
		el Criterio ecológico. Sin embargo, proyecto acondicionará y empleará los caminos y accesos de la zona para el transporte y movilización de vehículos y materiales.
94	En las áreas reforestadas, solamente se permite el uso de fertilizantes de origen orgánico, por lo que queda prohibida la introducción de cualquier producto inorgánico o tóxico dentro de estas zonas.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
95	Se prohíbe el derribo de árboles, la extracción de humus, mantillo y suelo vegetal sin la autorización previa competente.	En caso de que se requiera el derribo de árboles, el proyecto contará previamente con la autorización correspondiente. No se prevé la extracción de humus, matillo y suelo.
96	Se deberá mantener en buen estado la vegetación nativa y representativa de la zona.	En todo momento se tendrá cuidado de no afectar la vegetación ocupándose sólo las áreas previstas para la realización del proyecto.
97	En predios con pendientes altamente susceptibles a erosión hídrica y eólica, es necesaria la realización de trabajos de conservación y protección del suelo, por lo que solamente se podrá realizar cortas de selección, saneamiento y aclareo, de acuerdo al Programa de Conservación y Manejo.	Las obras se realizarán en áreas semiplanas por lo que no aplica el Criterio.
98	Se evitará la ampliación de la frontera agrícola.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.

NÚMERO	CRITERIO	APLICACIÓN
99	En el diseño de granjas acuícolas dentro de áreas naturales protegidas, deberá de apegarse a lo señalado en el Programa de Conservación y Manejo o Gaceta correspondiente.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
100	En las granjas acuícolas que operen dentro de áreas naturales protegidas se prohíbe la descarga directa de sus aguas residuales a ríos, lagos y lagunas, a fin de evitar la contaminación y eutrofización de las aguas.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
101	Considerar y mantener zonas de recarga de acuíferos para la conservación de la biodiversidad.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
102	No se permitirá la explotación de materiales pétreos y minerales	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
103	No deberán asentarse plantas de beneficio de mineral ni presas de jales, y se restringe el uso de explosivos	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
104	Se promoverá la conservación de las zonas de reserva y refugios silvestres de la mariposa monarca en particular: Cerro Pelón, Cerro Altamirano y Piedra Herrada.	El proyecto no se localizará la Zona Federa de Texcoco, por lo que no aplica el Criterio ecológico.
105	Se deberá elaborar un plan de señalamiento en los alrededores de los parques que presenten afluencia de visitantes o que su categoría y objeto de declaratoria requieran de especial cuidado.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
106	Se impulsará la delimitación física de las áreas naturales protegidas con mayor presión demográfica, como el parque Otomí - Mexica, Sierra Morelos y Sierra de Tepotzotlán, entre otros.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.

NÚMERO	CRITERIO	APLICACIÓN
107	En los anuncios promocionales deberán regirse por la Norma Técnica Estatal de Contaminación Visual.	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.
108	Se prohíbe la ubicación de confinamientos de residuos sólidos (municipales, industriales y peligrosos).	Por la naturaleza de infraestructura hidráulica del proyecto, no aplica el Criterio ecológico.

Vinculación:

El proyecto por su naturaleza le aplican los Criterios de regulación ecológica del MOET-EM: 8 y 27, relativos al desarrollo urbano y que, se relacionan con las obras hidráulicas que contempla el proyecto y tienen como propósito prevenir el control de avenidas e inundaciones en la zona federal y poblaciones cercanas.

Otros Criterios a considerar son el 174 y 178, donde se menciona protección al a fauna silvestre y con estatus de protección señalado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en este sentido dado que los márgenes de los ríos de oriente donde se llevaran a cabo las obras, son áreas perturbadas por asentamientos humanos, la presencia de fauna silvestre es escasa.

Por otro lado, el proyecto no considera actividades de aprovechamientos de tipo agrícola, forestal y de extracción para aprovechamiento de materiales, por lo que los Criterios de regulación ecológica no aplican.

Es importante señalar que el POET-EM no menciona la restricción o condicionamiento a las actividades de instalación de obras hidráulicas para contención de avenidas. Sin embargo para el desarrollo del proyecto cumplirá la normatividad aplicable en la materia.

III.1.8. Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

En el Estado de México se cuenta con 84 Áreas Naturales Protegidas (ANP). Es la entidad con el mayor número de ellas en el país. Suman un total de 922,300.17 ha, que representan aproximadamente el 42% del territorio estatal.

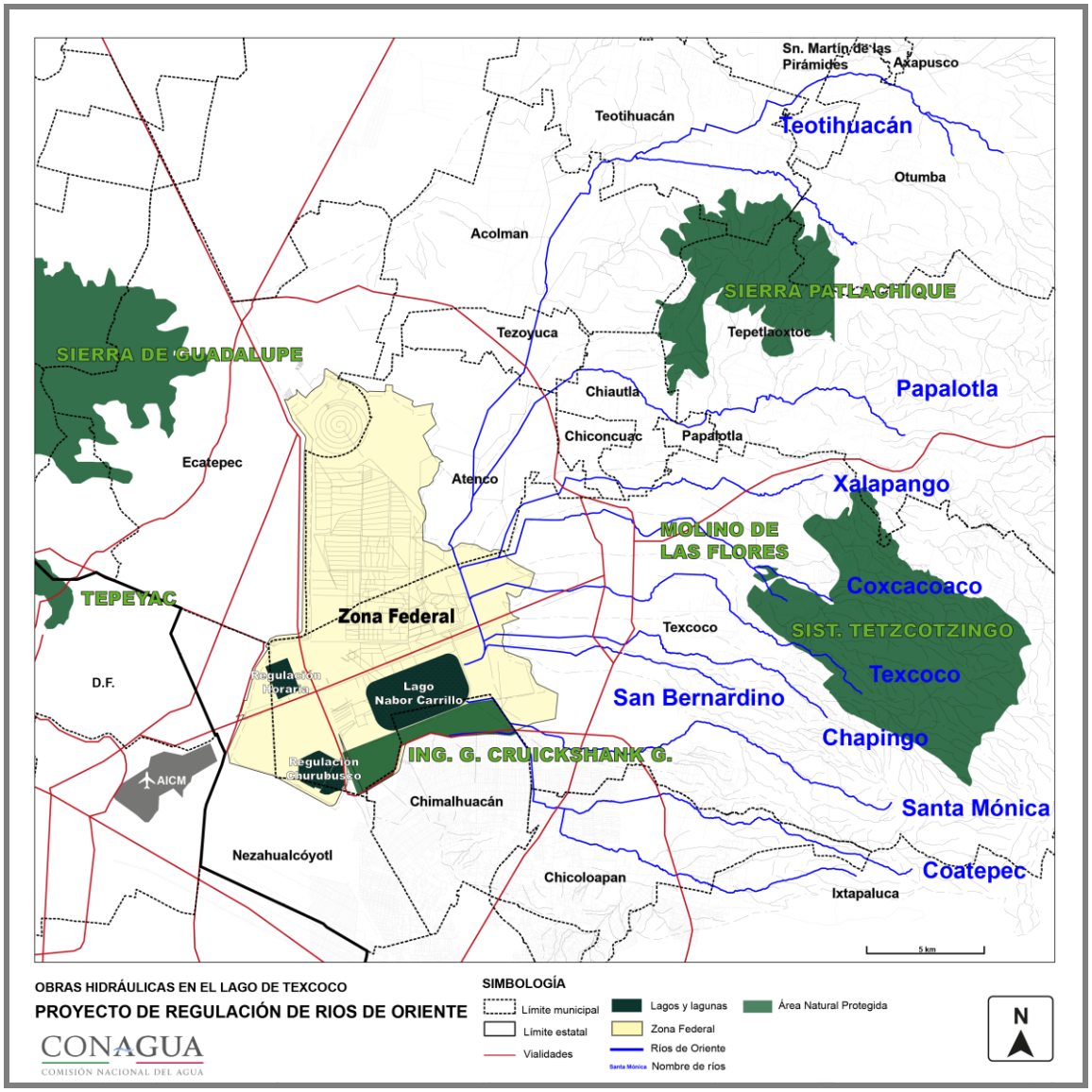
Vinculación:

*Particularmente y en relación al proyecto las Áreas Naturales Protegidas más cercanas e identificadas son dos Parques Nacionales, una Reserva Ecológica Estatal, y 3 Parques Estatales (*Figura III.17 y Tabla III.21).

Tabla III.21.- Áreas Naturales Protegidas cercanas al proyecto

NOMBRE	DECRETO	UBICACIÓN EN LA ENTIDAD	SUPERFICIE TOTAL (HAS)	ADMINISTRACIÓN
Parque Nacional "Zoquiapan y Anexas"	13-mar-37	Texcoco, Ixtapaluca, Chalco y Tlalmanalco	19,418.00	Federal
Parque Nacional "Molino de Flores Nezahualcóyotl"	05-Nov-37	Texcoco	50.22	Federal
Reserva Ecológica "Sistema Tetzcotzingo"	31-may-01	Texcoco	7,810.95	Estatal
Parque Estatal "Ing. Gerardo Cruickshank" García"	06-jun-01	Chimalhuacán	9, 454,092	Estatal
Parque Estatal "Sierra de Patlachique"	26-05-1997	Acolman, Tepetlaoxtoc y Chiautla	3,123	Estatal
Parque Estatal "Sierra de Guadalupe"	26-05-1997	Tlalnepantla, Ecatepec de Morelos, Coacalco y Tultitlán	6,322.50	Estatal

Fuente:http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/decretos/groups/public/documents/edomex_archivo/cepanaf_pdf_mapa_anps2013.pdf



Fuente:http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/decretos/groups/public/documents/edomex_archivo/cepanaf_pdf_mapa_anps2013.pdf.

Figura III.17.- Áreas Naturales Protegidas próximas al proyecto

El proyecto cruzará los polígono de dos ANP, una de carácter Federal Parque Nacional “Molino de Flores Nezahualcóyotl" y otra Estatal, "Reserva Ecológica “Sistema Tetzcotzingo”, sin embargo y debido a que las obras del proyecto se realizarán en sitios puntuales, sin rebasar las áreas específicamente destinadas para su desarrollo, no se prevé afectaciones importantes que alteren por lo que no se prevén impactos que alteren sus atributos naturales.

El Parque Estatal “Ing. Gerardo Cruickshank García” de acuerdo al decreto publicado en la Gaceta del Estado de México con fecha del 4 de junio del 2001, se localiza en los límites geográficos del municipio de Chimalhuacán y Texcoco. Esta ANP estatal es la más cercana a la zona Federal del Lago de Texcoco. Es importante mencionar que las obras de este proyecto no cruzarán el polígono de esta ANP, sin embargo es en el perímetro norte de esta zona donde desembocan los Ríos Santa Mónica y Coatepec por el dren Chimalhuacán I (Figura III.18).



Fuente: Gaceta del Estado de México del 2001.

Figura III.18.- Polígono del Parque Estatal “Ing. Gerardo Cruickshank García

Esta zona se encuentra destinada a la restauración, reforestación y conservación de la flora y fauna, recuperación de los mantos freáticos, preservación de los ecosistemas y de sus elementos, y la realización de actividades, turismo y educación ecológicos.

Debido a que se continuará con la preservación de fauna como es el caso de las aves, se considera que las obras del proyecto no se contraponen con los propósitos con los que fue creada esta ANP, cumpliendo así con los objetivos principales de conservación de la zona.

El ANP no cuenta con un programa de manejo y con ello con zonificación para usos de suelo.

III.1.9. Áreas de Importancia Ambiental

Se considerarán dentro del estudio como Áreas de Importancia Ambiental a las Regiones Prioritarias y las Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA) ambas reconocidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Particularmente y en el caso para este proyecto se identificaron una Región Hidrológica Prioritaria (RHP) y un Área de Importancia para la Conservación de la Aves (AICA), las cuales se describen en forma breve en las secciones siguientes.

III.1.9.1. Regiones Prioritarias

Región Prioritaria Hidrológica 68 “Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México

Se ubica en las entidades del Distrito Federal y Estado de México, de acuerdo a la CONABIO esta región cuenta con una extensión de 2,019.92 km^2 en una poligonal cuyas coordenadas geográficas son Latitud 19°54'00'' - 19°04'48'' N y Longitud 99°08'24'' - 98°45'36'' (Figura III.19)

Es forma específica con el sitio del proyecto, este se encuentra inmerso en esta RHP 68 “Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México".

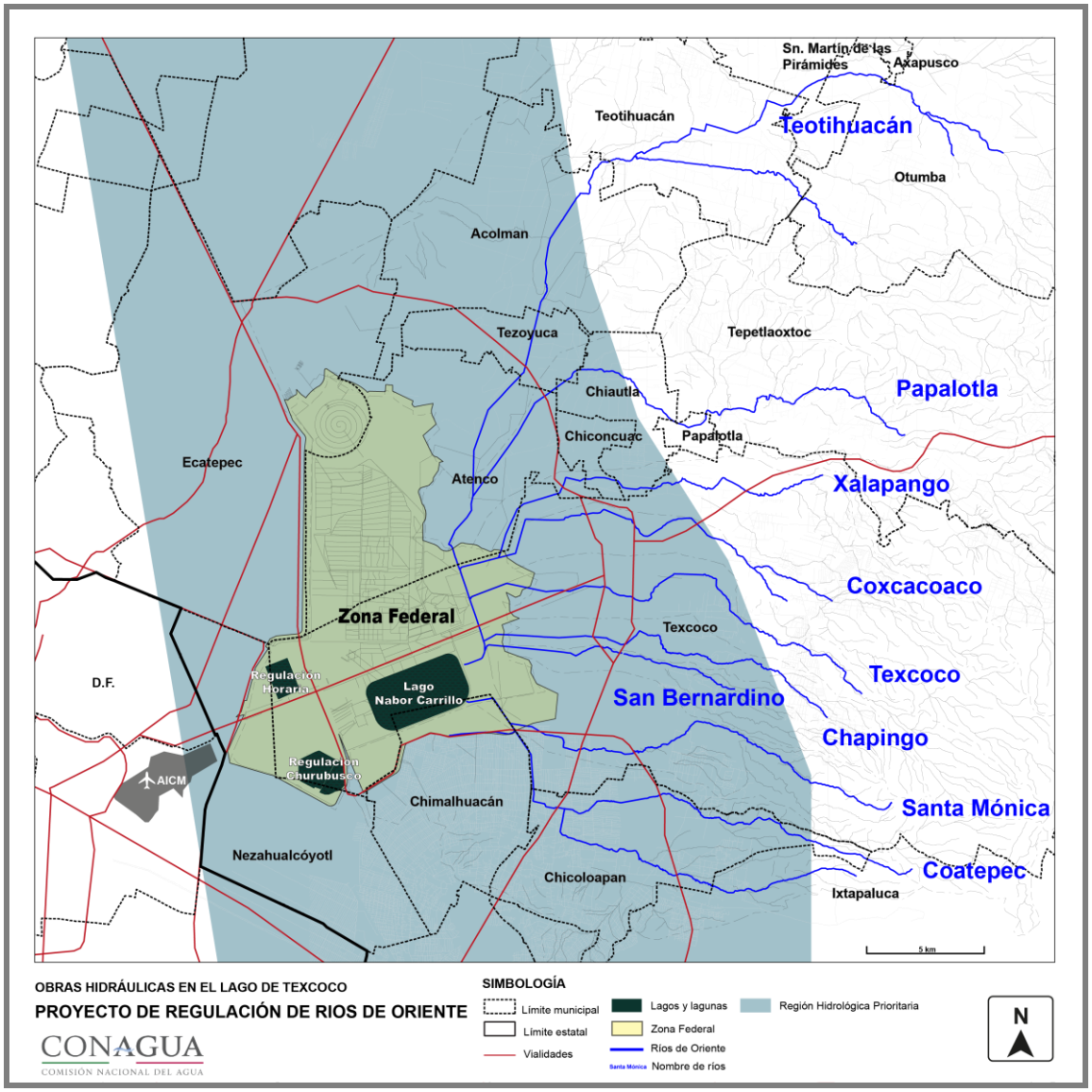


Figura III.19.- Región Prioritaria Hidrológica 68 "Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México

Medio Físico

De acuerdo con la ficha técnica de la Región Prioritaria 68 emitida por la CONABIO, los recursos hídricos principales son:

Lénticos: canales y lagos relictos de Xochimilco y Chalco, lagos de Texcoco y Zumpango, Ciénega de Tláhuac, vasos reguladores y de recreación.

Lóticos: ríos Magdalena, San Buenaventura, San Gregorio, Santiago, Texcoco y Ameca, arroyo San Borja aguas subterráneas del sistema acuífero del Valle de México.

Limnología básica: gasto del acuífero de 45 m^3/s.

Geología/Edafología: los suelos en la cuenca del Valle de México son ricos en materia orgánica y nutrientes tipo Feozem.

Características varias: clima templado subhúmedo y semiseco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual 2-12^oC. Precipitación total anual 1 200-2 000 mm.

Principales poblados: zona metropolitana Ciudad de México, Zumpango de Ocampo, Texcoco de Mora, Xochimilco, Tláhuac, Cd. Nezahualcóyotl, Chalco. Esta región está delimitada al Sur: Xochimilco, Tláhuac, Chalco. Este: Texcoco y Chiconautla. Oeste: Ciudad de México. Norte: Coyotepec, Tizayuca, Los Reyes

Actividad económica principal: 45% de la industria nacional y agricultura intensiva

Medio Biótico

Biodiversidad: hay lagos, presas, ríos y arroyos (muy alterados, en proceso de desaparición o remanentes), y es posible encontrar la vegetación y flora listada (Tabla III.22, Tabla III.23, Tabla III.24, Tabla III.25, Tabla III.26).

Tabla III.22.- Vegetación acuática de la RHP 68

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Isoetes spp	-	NO
Myríophyllum spp	Milenrama de agua	NO
Potamogeton spp	Espiga de agua	NO
Utricularia spp	-	NO

Fauna característica

- Invertebrados:

- Insectos *Nymphoides fallax,* coleópteros y dípteros (Hidrophilidae, Chironomidae, Sirfidae, Ephydridae)
- Crustáceos, existen nuevos registros para cladóceros y copépodos así como un nuevo género de cladócero para esta cuenca

A continuación se muestran en las siguientes tablas las especies reportadas en la RHP 68.

Tabla III.23.- Peces de la RHP 68

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÓUN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Chirostoma humboldtianum	Charal	NO
Girardinichthys multiradiatus	Mexcalpique	NO
G. viviparus	Mexcalpique	NO

Tabla III.24.- Anfibios de la RHP 68

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÓUN	NOM-059-	ENDÉMICA
Ambystoma altamirani	Siredón del Ajusco, ajolote, siredón de Zempoala	Amenazada (A),	SI
A. mexicanum	salamandra o ajolote	Protección ambiental (Pr),	SI
A rivularis	Siredón de Toluca, ajolote	Amenazada (A)	SI
A.velasci	Salamandra	NO	NO
Rana tlaloci	*Rana tláloc*	Peligro de extinción (P) endémica	SI

Tabla III.25.- Avifauna del Lago de Texcoco (RHP 68)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	ENDÉMICA
Anas acuta	Garceta	NO	NO

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	ENDÉMICA
A. americana	Garceta	NO	NO
Anas cyanoptera	Garceta de color café	NO	NO
Anas discors	Garcetas de alas azules	NO	NO
Anas platyrhynchos diazi	Pato mexicano	Amenazado (A)	SI
Asioflammeus	Búho cuerno corto	Protección especial (Pr)	NO
Buteo jamaicensis	Gavilán cola roja de Socorro, Aguililla cola roja de Socorro	Protección especial (Pr)	SI
Calidrisbairdii	Playero de Baird	NO	NO
C. minutilla	Patudo, correlimos, menudo o chichicuilote	NO	NO
Circuscyaneus	Aguilucho pálido o gavilán rastrero	Protección especial (Pr)	NO
Falco peregrinus	Halcón peregrino	Protección especial (Pr)	NO
Oxyura jamaicensis	Pato tepallate	NO	NO
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	NO	NO

Tabla III.26.- Avifauna de la Ciénega de Tláhuac (RHP 68)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	ENDÉMICA
Anas acuta	Garceta	NO	NO
Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	NO	NO
A. americana	Garceta	NO	NO
A. cyanoptera	Garceta de color café	NO	NO
A. discors	Garcetas de alas azules	NO	NO
Bubulcus ibis	Garcilla bueyera, garcilla ganadera	NO	NO
Calidrisbairdii	Playero de Baird	NO	NO
Egretta alba	Garza blanca o grande	NO	NO
E. tricolor	Garza tricolor	NO	NO
E. thula	Garza dedos dorados, garza chica o chusmita	NO	NO
Limnodromus scolopaceus	Agujeta escolopácea	NO	NO

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	ENDÉMICA
Oxyura jamaicensis	Pato zambullidor grande	NO	NO

Endemismos de las plantas *Nymphaea gracilis Amenazada (A) u endémica* y *Salix bonplandiana;* sin embargo en la actualidad el endemismo es bajo debido a la fuerte alteración de los ecosistemas.

La mayoría de estas especies se encuentran amenazadas por pérdida de hábitat, introducción de especies exóticas, sobreexplotación de los recursos hídricos y contaminación por materia orgánica e industrial.

Aspectos económicos: pesquería del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae,* charales, acociles y carpas; agricultura intensiva e industria. Abasto de agua a la Cd. de México.

Problemática

Modificación del entorno: desforestación, pérdida y erosión de suelos, desecación de lagos, pérdida de hábitats terrestres y acuáticos, sobreexplotación y agotamiento de acuíferos y cambios en el patrón hidrológico. Crecimiento urbano sin planificación.

Contaminación

Debido a la influencia de la zona urbana-industrial: metales pesados, nitratos y materia orgánica. Hay 5 sitios de confinamiento de desechos sólidos y sitios clandestinos. Entre 50 y 55 m^3/s de aguas residuales domésticas e industriales son exportadas sin tratamiento fuera de la cuenca. Los ríos Tula, Moctezuma y Pánuco reciben aguas residuales y urbanas altamente contaminadas. También existe contaminación por fertilizantes, biocidas, bacterias coliformes totales y coliformes fecales.

Uso de recursos:

Se extraen aproximadamente 45 m^3/s del sistema acuífero del Valle de México causando hundimientos del terreno. Para complementar el abasto se extrae y bombea agua de los ríos Lerma y Cutzmala, afectando cuencas externas. Las especies terrestres y acuáticas se encuentran amenazadas. Especies introducidas de carpa común *Cyprinus carpio,* charal prieto *Chirostoma attenuatum,* tilapias azul *Oreochromis aureus* y negra *O. mossambicus,* espada de Valles *Xiphophorus variatus.*

III.1.9.2. Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves

AICA 1 "Lago de Texcoco"

Medio Físico

Se ubica en el Estado de México, cuenta con una superficie de 15,106.30 ha (Figura III.20).

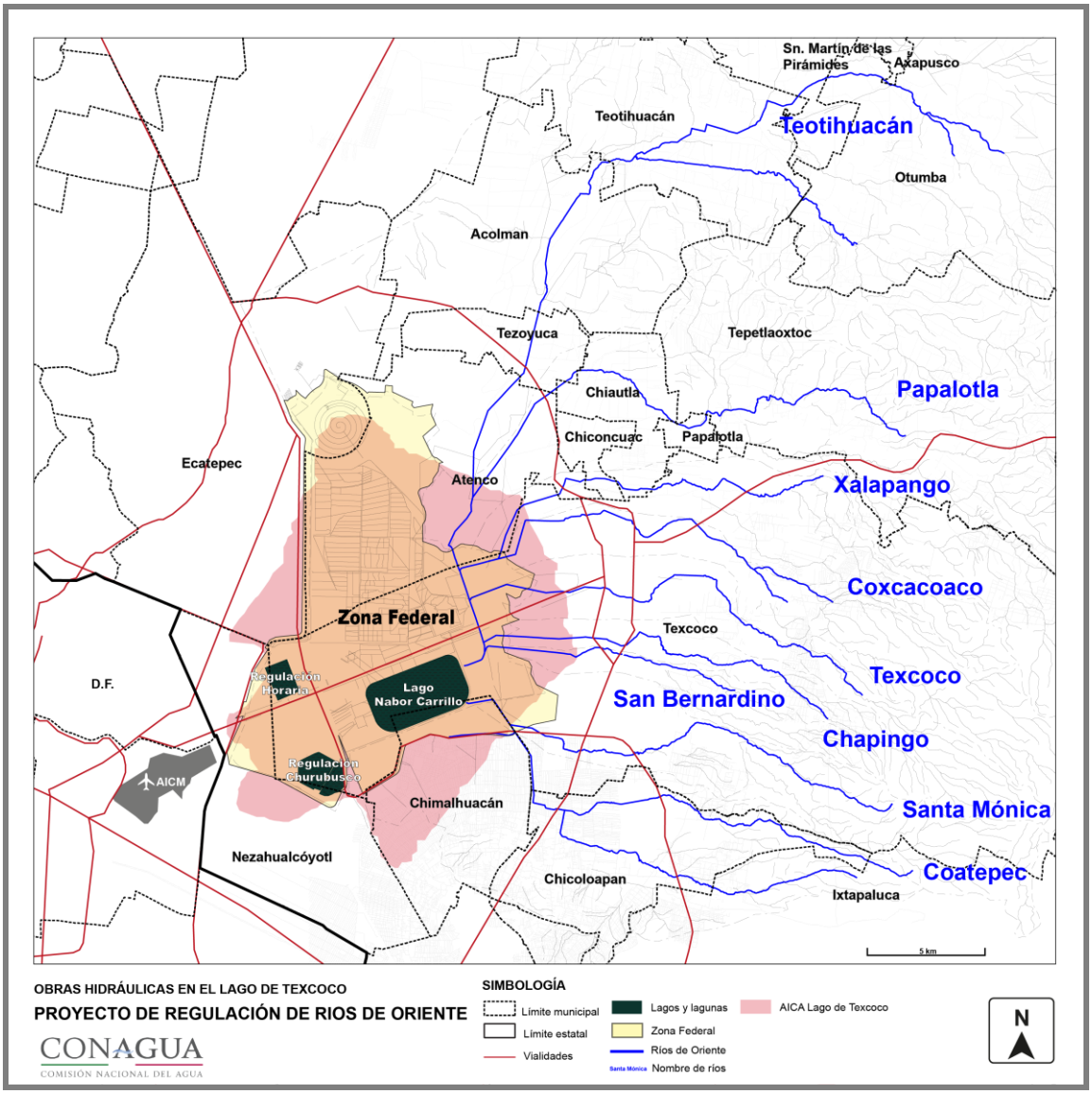


Figura III.20.- Ubicación del AICA 1 "Lago de Texcoco"

Tenencia

La tenencia de la Tierra es Federal, con usos de suelo forestal, de manejo hidráulico y ganadero.

Descripción

El AICA Lago de Texcoco representa un área de 1700 ha de lagos permanentes y 2,000 de charcas someras estacionales, lo cual favorece el establecimiento de

grandes colonias de anidación y reposo de aves acuáticas. Se constituye por cinco lagos artificiales permanentes con aportes de agua de los ríos Xalapango, Coxcacoaco, Texcoco, San Bernardino y Churubusco, así como por aportes de aguas negras provenientes del dren de la Ciudad de México. Existe un plan de manejo que no contempla de manera formal la conservación de la vida silvestre.

Medio Biótico

El sitio mantiene poblaciones de 100,000 o más aves acuáticas durante el invierno, siendo el área más importante de las dos o tres zonas de invernación de aves acuáticas del Valle de México.

Vegetación

Se caracteriza por la presencia de gramíneas halófitas en una extensión de aproximadamente 5,000 hectáreas y vegetación acuática.

Avifauna

Se han registrado 250 especies de aves, en cuanto al a su endemismo, 232 no son endémicas; 15 son semi endémicas y 3 son cuasi endémicas.

En cuanto las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 15 de estas se encuentran listada, 3 como amenazadas (A) y 12 sujetas a protección especial (PR) (Tabla III.27).

Es importante mencionar que en los recorridos de campo realizadas a los Ríos del Oriente, se hicieron a partir de la Carretera México-Texcoco hacia la Zona Federal a lo largo de los cauces de los ríos, no se observaron ni encontraron sitios de alimento, anidación, reproducción y descanso en los cauces de los ríos de oriente y sus áreas aledañas, se asume que esta situación es debido a que son áreas perturbadas por actividades predominantemente de tipo agrícola, con

asentamientos humanos y tránsito constante de personas las cueles en su conjunto son características que limitan el establecimiento de la fauna silvestre.

Tabla III.27.- Avifauna registrada en el AICA 1 Lago de Texcoco

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059[1]	ENDÉMICA
Botaurus lentiginosus	Avetoro Norteño	A	No endémica
Accipiter striatus	Gavilán Pecho Rufo	PR	No endémica
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	PR	No endémica
Parabuteo unicinctus	Aguililla Rojinegra	PR	No endémica
Buteo lineatus	Aguililla Pecho Rojo	PR	No endémica
Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	PR	No endémica
Buteo albicaudatus	Aguililla Cola Blanca	PR	No endémica
Buteo albonotatus	Aguililla Aura	PR	No endémica
Buteo regalis	Aguililla Real	PR	No endémica
Falco peregrinus	Halcón Peregrino	PR	No endémica
Ralluslimicola	Rascón Limícola	PR	No endémica
Ralluselegans	Rascón Real	PR	No endémica
Asioflammeus	Búho Cuerno Corto (Short Eared Owl)	PR	No endémica
Oporornistolmiei	Chipe de Tolmie	A	No endémica
Anas platyrhynchos diazi	Pato mexican	A	Endémico

III.1.10. Normas Oficiales Mexicanas

La Federación tiene entre sus atribuciones, el desarrollo y publicación de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuales proporcionan los límites máximos permisibles (LMP) de concentraciones de contaminantes que puede emitirse al medio ambiente (aire, suelo, agua), así como las especificaciones técnicas que se encuentran dentro las Normas Mexicanas (NMX), las cuales son de cumplimiento

[1]SC=*sin categoría en la NOM-059 A=amenazada PR=protección especial*

más detallado en relación con las disposiciones generales establecidas, bajo las leyes y disposiciones particulares establecidas en los reglamentos.

En materia ambiental, las NOM directamente vinculadas y/o aplicables al proyecto, se enlistan en la Tabla III.28.

Tabla III.28.- Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

NORMA OFICIAL MEXICANA	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM	APLICACIÓN AL PROYECTO
AGUA		
NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales. DOF 30/04/1997.	Esta norma tiene su aplicación debido a que se generarán aguas de tipo residual durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto. También tiene su aplicación debido a que al desecar las lagunas que son alimentadas por aguas tratadas provenientes de los ríos de oriente, previo su depósito o descarga a un cuerpo receptor, éstas deberán de cumplir con límites establecidos en esta NOM.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. DOF 21/09/1988.	El Lago Nabor Carrillo y lagunas de regulación del proyecto, serán llenadas con aguas residuales provenientes de los ríos de oriente, por lo que previo su ingreso a estos cuerpos de aguas y mediante plantas de tratamiento serán depuradas asegurándose cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en ésta NOM. En el caso de que las aguas de la desecación de lagunas sea otro cuerpo de agua natural o artificia, como otra laguna de Regulación, previo su ingreso a estos cuerpos de aguas se deberá de asegurar que cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en ésta NOM.
AIRE		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible DOF 06/03/2007.	Las actividades y obras del proyecto desde su etapa de preparación de sitio hasta su operación y mantenimiento, la maquinaria y equipo empleada generan gases de combustión y ruido,
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. DOF 13/01/1	

NORMA OFICIAL MEXICANA	ESPECIFICACIÓN DE LA NOM	APLICACIÓN AL PROYECTO
FLORA Y FAUNA		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección Ambiental-Especies Nativas de México De Flora y Fauna Silvestres-Categorías De Riesgo y Especificaciones Para Su Inclusión, Exclusión O Cambio-Lista De Especies En Riesgo. DOF 30/12/2010	En las actividades correspondientes al despalme y desmonte que se realizarán en los sitios del proyecto, se removerá vegetación de tipo pastizal. Sin embargo y atendiendo a lo establecido en esta NOM, tiene su aplicación a las especies de avifauna en caso de que se encuentren próximas a los sitios del proyecto y listadas en la NOM. Debido a que se realizará la desecación de lagunas de regulación donde habitan aves, es necesario de que en caso de que tenga reportada una especie listada en la NOM, se cuente con un proyecto de rescate o ubicación, que tendrá como propósito su conservación.
RESIDUOS PELIGROSOS, URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. DOF 23/06/2003.	En construcción y operación y mantenimiento de las PTAR y Tanque del tren de tratamiento de agua de los ríos de oriente, materiales como solventes y aceites, pinturas, entre otros y de acuerdo a la NOM se deberán de identificar los recipientes que los contienen.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. DOF 01/02/2013.	La operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua, canales interceptores y colectores marginales del proyecto, generarán lodos provenientes del proceso, por lo que en caso de estimar una generación anual a una cantidad igual o mayor a10 toneladas al año requieran un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.

Fuente: Elaboración propia con datos de las Normas Oficiales Mexicanas.

III.2. Conclusiones

De acuerdo con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se establece el derecho a contar con un ambiente sano, el proyecto de saneamiento de las aguas de los Ríos del Oriente es compatible con este derecho.

Es importante señalar que el POET-EM no se hace mención a la restricción o condicionamiento a las actividades de instalación de obras hidráulicas para contención de avenidas. Sin embargo para el desarrollo del proyecto cumplirá la normatividad aplicable en la materia.

Considerando que el proyecto se ubicará en su mayoría en UGA´s con usos agrícolas, política ambiental para la agricultura, y fragilidad ambiental mínima, el proyecto no ocasionará modificaciones ambientales importantes.

En el caso delos Municipios de Chimalhuacán, en donde se ubica el Parque Estatal "Ing. Gerardo Cruickshank García" localizado en la UGA An-5-610, y el Texcoco donde se encuentran el Parque Nacional “Molino de la Flores de Nezahualcóyotl y la Reserva Ecológica “Sistema Tetzcotzingo” con usos predominante de área natural protegida, política de protección y fragilidad ambiental máxima, se aplicará y vigilará en con mayor atención el cumplimiento de medidas de prevención y mitigación propuestas para reducir los impactos generados.

En materia de infraestructura hidráulica el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Texcoco, Estado de México, establece la importancia de la función de las PTAR´s e infraestructura sanitaria primeramente para evitar la contaminación de los ríos que en épocas de lluvias se desbordan provocando inundaciones en los municipios de Chimalhuacán, Ecatepec, Nezahualcóyotl y Texcoco, por lo que el proyecto al tener como objetivos infraestructura hidráulica encaminada al saneamiento de los dichos ríos, es compatible con el Plan Municipal mencionado.

Con respecto a las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, y próximas al sitio del proyecto, se cruzará con sus polígonos del Parque Nacional Molino de la Flores de Nezahualcóyotl, este no cuenta con programa de manejo o bien una zonificación para usos de suelo, no se tiene regulaciones en el tema que restrinja al proyecto.

El ANP Parque Estatal “Ing. Gerardo Cruickshank García”, no cuenta con un programa de manejo y con ello con zonificación para usos de suelo, por lo que no tiene regulaciones especificas en la materia, y que restrinjan el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, en el caso de las RHP 68 Remanentes del Complejo Lacustre de la Cuenca de México y el AICA 1 “Lago de Texcoco”, el proyecto y la Zona Federal del Lago de Texcoco se encuentran en su totalidad inmersas en ellas, por lo que se deberá de apegar los criterios establecidos en el Ordenamiento Ecológico y Territorial de Estado de México. En este aspecto y una vez realizada su vinculación se observó que el proyecto no se encuentra restringido por este Ordenamiento.

Es importante mencionar que durante los recorridos de campo realzados a lo largo de los ríos de oriente objeto de proyecto, no se observaron sitio de anidación, alimento y reproducción de aves residentes y migratorias.

Debido a que las obras hidráulicas del proyecto permitirán prevenir el control de avenidas y con ello el riesgo de inundación en la zona Federal del Lago de Texcoco y poblaciones aledañas, el proyecto se considera compatible con el Ordenamiento.

Con el propósito de dar cumplimiento a las regulaciones lineamientos establecidos en materia ambiental el proyecto se sujetará al proceso de evaluación de impacto ambiental como lo señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al

Ambiente y su Reglamento, a las Normas Oficiales Mexicanas mencionadas en este capítulo y legislación en materia ambiental aplicable.

Una vez por evaluado el proyecto por la autoridad competente y emitido el resolutivo en materia ambiental, el promovente deberá de acatar los términos y condicionantes en forma estricta para cumplimiento

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1. Delimitación del área de estudio y justificación del sistema ambiental regional donde pretende establecerse el proyecto

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) corresponde a definir la unidad geográfica y debe acotarse a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, esta acotación se puede dar por delimitaciones regionales concretas tales como cuenca hidrográfica, unidad de gestión ambiental, zona de atención prioritaria, entre otras.

Para este caso particular se decidió[2] delimitar el SAR mediante Microcuencas Hidrológicas, específicamente la Microcuenca Texcoco, la cual engloba a los nueve Ríos, las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, colectores marginales y canal interceptor para aguas pluviales.

La Microcuenca Texcoco como unidad geográfica tiene ventajas para observar la relación e incidencia del proyecto sobre áreas de importancia ecológica tales como: áreas naturales protegidas de administración federal, estatal y local; en regiones prioritarias terrestres (RPT), regiones prioritarias hidrológicas (RPH) y de conservación de aves (AICAS).

2En la delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto se analizaron los siguientes puntos: (i) reconocer las diversas regionalizaciones ya establecidas con objetivos de gestión administrativa, ambiental o territorial; (ii) contar con una suficiente caracterización ambiental de la región donde se localizará el proyecto; y (iii) disponer de información detallada del proyecto, sus características y el alcance potencial de sus impactos ambientales.

Esta Microcuenca se encuentra dentro de la Cuenca del Valle de México en la Región Hidrológica 26 (Pánuco) (Figura IV.1).

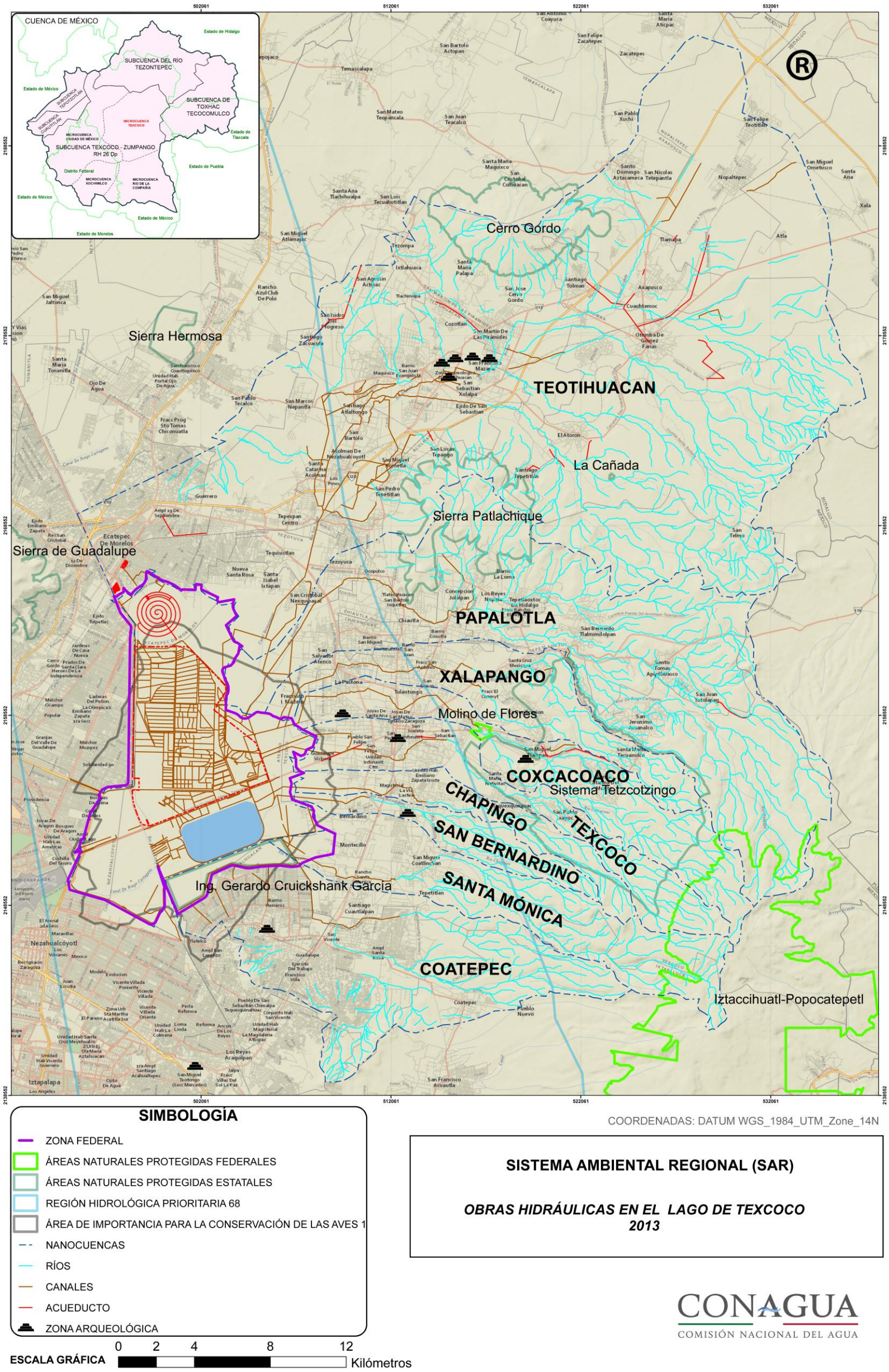


Figura IV.1.-Sistema Ambiental Regional

Los municipios incluidos en el SAR son 15 municipios se muestran a continuación (Tabla IV.1):

Tabla IV.1.- Municipios incluidos en el SAR

MICROCUENCA TEXCOCO			
1	Otumba	9	Chiconcuac
2	Axapusco	10	Papalotla
3	San Martín de las Pirámides	11	Tepetlaoxtoc
4	Teotihuacán	12	Texcoco
5	Acolman	13	Ixtapaluca
6	Tezoyuca	14	Chicoloapan
7	Atenco	15	Chimalhuacán
8	Chiautla		

Fuente: Elaboración Propia. Planeación, Sistemas y Control S.A. de C.V. 2013.con información de CONAGUA e INEGI

Los proyectos de infraestructura hidráulica que se pretende realizar se agrupan en:

- Construcción de colectores marginales a los nueve Ríos de Oriente.
- Revestimiento de los Ríos de Oriente a partir de la carretera federal 140 México-Texcoco hacia la Zona Federal del Lago de Texcoco.
- Construcción de 32 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Canal Interceptor para aguas pluviales.

Esta infraestructura se encuentra en el área de influencia de la zona Federal del Lago de Texcoco (Figura IV.2).y en los terrenos de propiedad social de los ejidos y comunidades y en la propiedad privada de los poblados y localidades de los municipios por las que atraviesan los nueve ríos.

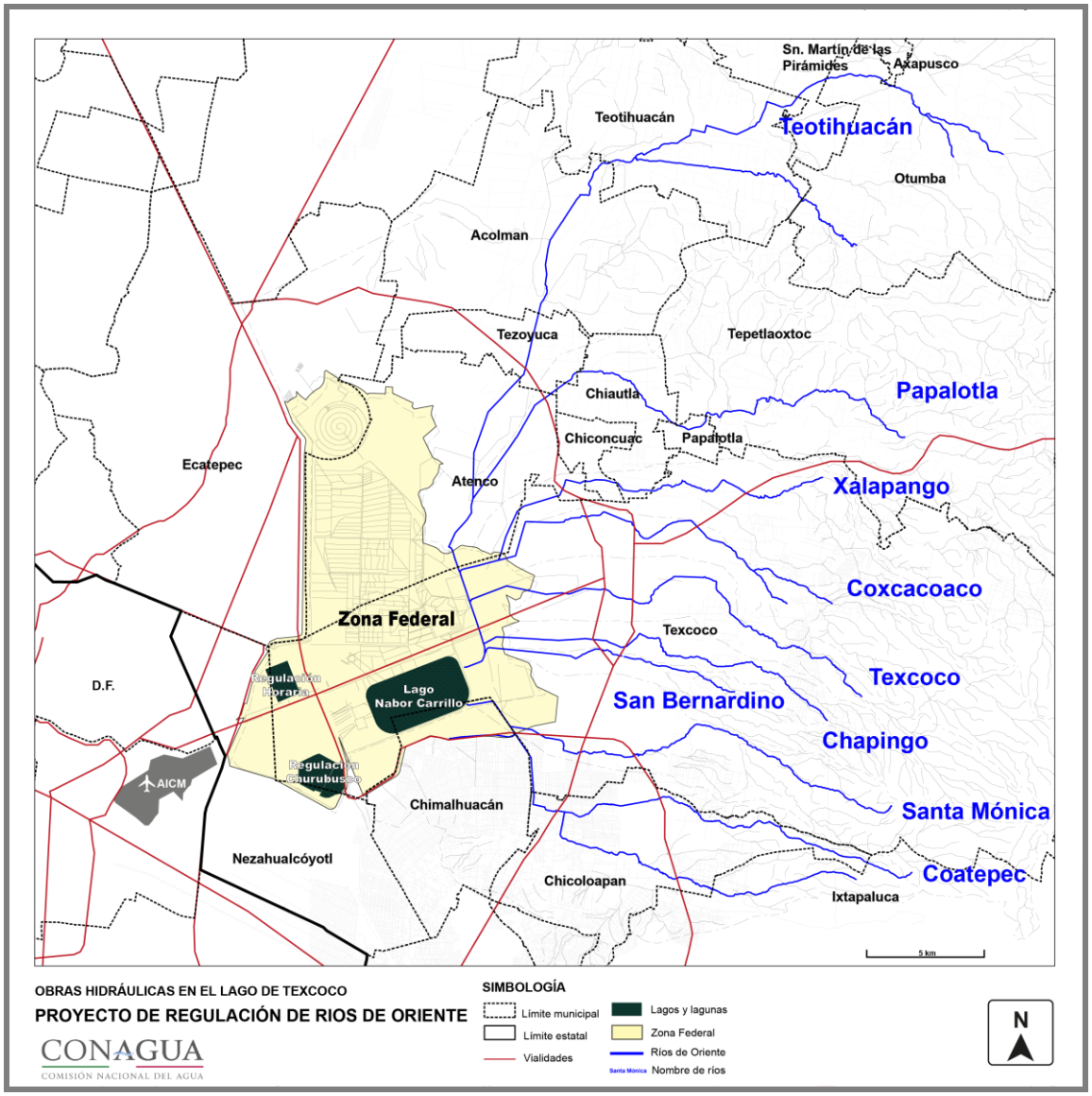


Figura IV.2.- Zona Federal del Lago de Texcoco y su área de influencia

Zona Federal del Lago de Texcoco (Área de Influencia)

La Zona Federal del Lago de Texcoco pertenece a la Cuenca del Valle de México, su superficie abarca principalmente parte de algunos municipios del Estado de México y colinda con la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Tabla IV.2)

Tabla IV.2.- Colindancias de la Zona Federal del Lago de Texcoco

MUNICIPIO	ENTIDAD	PORCENTAJE DE LA ZONA FEDERAL LAGO DE TEXCOCO QUE LE CORRESPONDE (%)	SUPERFICIE APROXIMADA (ha)
Texcoco	México	61.24	6,091.40
Atenco	México	27.62	2,747.50
Nezahualcóyotl	México	8.59	854.44
Ecatepec	México	2.46	244.84
Chimalhuacán	México	0.06	5.92
Venustiano Carranza	Distrito Federal	0.03	3.08

Fuente: Muciñio, 2001.

Entre la infraestructura e instalaciones que cuenta la Zona Federal del Lago de Texcoco están:

- Cauces rectificados para el control de las aguas residuales; las más importantes son: el Dren General del Valle de México, los dos Brazos del río Churubusco, y el río de la Compañía.

- Lagos de aguas residuales para control de picos de caudal; Recreativo, Nabor Carrillo, Churubusco, Regulación Horaria, El Fusil, Texcoco Norte y Xalapango.

- Plantas para el tratamiento de aguas negras.

- Drenes: Dren Chimalhuacán I y II, Texcoco Norte, Canal Colector, Xochiaca, y Perimetral.

- Planta de Bombeo y laguna "Casa Colorada".

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR)

Como se mencionó en el apartado IV.1 se considera a la Microcuenca de Texcoco como el SAR del proyecto, la cual se inserta en el sistema hidrográfico de la Cuenca del Valle de México y se caracteriza por presentar escurrimientos efímeros e intermitentes de carácter torrencial, con avenidas de corta duración y arroyos secos durante el estiaje. Esta Microcuenca se sitúa en el centro del Eje Neo volcánico que atraviesa el territorio nacional desde la costa del Pacífico hasta el Golfo de México.

La Microcuenca Texcoco se encuentra a cargo del Gobierno Federal, administrada por la Gerencia del Lago de Texcoco de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Dentro de la Microcuenca se localiza el Lago de Texcoco en él se localizarán las obras asociadas a este proyecto, en las cuales se almacenará el agua de los Ríos de Oriente que será tratada y conducida mediante las obras consideradas en este proyecto. El Lago de Texcoco pertenece, hidrológicamente, a la cuenca del Valle de México, que corresponde a la porción localizada en el extremo sur de la Región Hidrológica 26, Alto Pánuco. Del total de la superficie que comprende el lecho del Lago, 11,000 hectáreas están destinadas a la zona federal de rescate hidroecológico, el resto ha sido ocupado por el área urbana de la zona conurbada de la Ciudad de México.

De acuerdo con la información de Cruickshank (1998), las principales corrientes que alimentan el Lago de Texcoco por la zona oriente son los siguientes: Río Teotihuacán, Río Papalotla, Río Coxcacoaco, Río Texcoco, Río Xalapango, Río Chapingo, Río San Bernardino, Río Santa Mónica, Río Coatepec, (objeto de este proyecto) Río San Francisco, Río de la Compañía y Río Churubusco, (no considerados en esta MIA).

Actualmente y derivado de las acciones de manejo hidráulico el área está constituida por embalses y charcas temporales, principalmente: Lago Nabor Carrillo, Lago Recreativo, Laguna Xalapango, Texcoco norte, Casa Colorada, Cuatro Caminos, Charcas de Potreros y La Cruz. Se ubican en el Estado de México y ocupan porciones territoriales de los municipios de Atenco, Chimalhuacán, Texcoco y Nezahualcóyotl.

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental SAR

Para el análisis retrospectivo se tomó en cuenta el documento "Plan de Consolidación del Rescate Hidrológico de la Zona Federal del Ex Lago de Texcoco" emitido por la CONAGUA en 2004, el cual documenta que:

- La cuenca del Valle de México fue la zona de mayor importancia económica, política, social y cultural de Mesoamérica. En la actualidad es una de las mayores concentraciones humanas del mundo.

- El funcionamiento del lago de Texcoco, centro hidrológico de la cuenca del Valle de México, ha estado ligado íntimamente con el desarrollo social y urbano del valle donde se incluye el SAR.

De acuerdo con el documento "Plan de Consolidación del Rescate Hidrológico de la Zona Federal del Ex Lago de Texcoco" (CONAGUA 2004), expone que:

En la época prehispánica la zona lacustre llegó a cubrir hasta 2,000 km^2, aproximadamente 20% de la superficie total de la cuenca.

Desde la época de la colonia, debido al crecimiento urbano, se ha requerido la construcción de obras para el manejo de los excedentes de aguas pluviales y residuales, con la finalidad de evitar y aminorar las inundaciones. El crecimiento acelerado de la población generó mayor demanda de agua para diversos usos, lo cual entre otros factores provocó la desecación del lago.

La población fue invadiendo las zonas del lago que iban quedando expuestas. Por ello, la expansión de la mancha urbana e industrial y la proliferación de cinturones de miseria, incrementaron la contaminación de las aguas superficiales y de los acuíferos. Por otra parte, en la zona alta de la cuenca, la devastación de los bosques trajo como consecuencia la erosión de los suelos y la pérdida de las tierras de cultivo.

El incremento de la población trajo consigo mayores volúmenes de aguas residuales en los ríos Churubusco, Los Remedios y de la Compañía, los cuales descargaban sus aguas sobre la superficie desecada y salitrosa de lo que actualmente corresponde a la Zona Federal del Lago de Texcoco, y la tornaban cada vez más insalubre. En la época de los años 50, eran comunes las tolvaneras,

resultado de la frecuencia anual de los vientos del noreste, que levantaban no sólo polvo sino también detritus y gérmenes patógenos, y que provocaban graves problemas de salud pública en toda la zona metropolitana.

Las obras para desaguar artificialmente el Valle de México no sólo contribuyeron a disminuir las inundaciones de la Ciudad de México, sino también provocaron la desecación paulatina del sistema lacustre existente en la época prehispánica, siendo el último en desecarse el Lago de Texcoco.

Este Lago desde que se desecó parcialmente, se transformó en un ambiente pantanoso en la época de lluvias y desértico en la de estiaje por sus condiciones originales adversas de salinidad de sus aguas y de su lecho.

Desde principios del siglo XX se iniciaron algunos trabajos para bonificar y aprovechar muchas de las áreas desecadas del Lago, seleccionando por conveniencia a las zonas ribereñas que presentaban condiciones menos adversas, lo que permitió que algunas fueran ocupadas por colonias proletarias pero con urbanización deficiente, otras se recuperaron para fines agrícolas y años más tarde, otras se utilizaron para la explotación de álcali y espirulina.

Sin embargo, muchas de las áreas del lecho desecado del Lago se fueron quedando sin uso, debido a que sus suelos presentaban condiciones extremadamente adversas de salinidad y sodicidad, además de ser muy pantanosas. Estas condiciones desfavorables no permitieron el desarrollo natural de vegetación en la mayoría de las zonas que se fueron desecando en el Lago, pero además las hacían inutilizables para fines urbanos, por lo que no estuvieron sujetas a este tipo de procesos urbanos.

La falta de una cobertura vegetal aunado a que en los años 50’s y 60’s del siglo XX se desecó casi por completo el Lago, propició que en época de secas quedaran grandes áreas desnudas con tierra suelta y detritus, incrementándose la formación de grandes tolvaneras que se convirtieron en un grave problema

ambiental, repercutiendo de manera negativa en la salud de los habitantes del área metropolitana de la Ciudad de México, además de muchas otras consecuencias.

Al mismo tiempo, la sobre explotación de los acuíferos en el Valle provocaron el hundimiento de la Ciudad, por lo que la zona del Lago que casi no se hundía, dejó de ser el receptor natural que regulaba las aguas pluviales y residuales que ahí se almacenaban durante la época de lluvias, incrementándose el riesgo de inundaciones en la zona metropolitana.

Estos dos problemas motivaron que en 1965 varios científicos propusieran los estudios y proyectos que se tenían que realizar en el Lago para resolver la problemática que ahí se generaba.

Obras Hidráulicas para la Regulación Hidrológica y Control de Avenidas

El lago de Texcoco hasta por los años cincuenta del siglo XX, aún ocupaba la parte más baja del Valle de México y constituía el receptor natural de las excedencias de los otros lagos del Valle cuando existían, así como de los escurrimientos pluviales y de aguas residuales.

También cumplía la función de coadyuvar a resolver el problema de las inundaciones que se presentaban en el oriente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, debido a que se utilizaba como vaso regulador en época de lluvias debido a que el drenaje de la Ciudad de México era insuficiente, sin embargo, en 1971 cuando se inició el Plan Lago de Texcoco, los hundimientos provocados por la sobreexplotación de los acuíferos en el sur, norte y poniente del Valle de México, ya habían ocasionado que el nivel del vaso del lago estuviera varios metros por arriba que la Ciudad de México, condición que se incrementaba anualmente, lo que limitó la función de receptor natural de las aguas residuales y pluviales.

No obstante lo anterior, en 1971 el Lago de Texcoco continuaba dando este servicio de vaso regulador de las corrientes naturales y artificiales que en él confluían, pero ya se había tenido la necesidad de construir en sus linderos sur y norte varios cárcamos para rebombear las aguas hacia el lago, específicamente las provenientes en esa zona de la Ciudad de México y de los municipios colindantes del Estado de México.

Además, continuaba recibiendo los escurrimientos de los ríos de su cuenca tributaria, por lo que antes de la temporada de lluvias se procuraba mantener el vaso del lago en los niveles más bajos posibles, como una prevención para almacenar en éste las afluencias extraordinarias y regulándolas para descargarlas adecuadamente, por el Gran Canal del Desagüe.

Para cumplir con la función de regulación hidráulica y coadyuvar a resolver la problemática de las inundaciones en las zonas habitadas al oriente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, las primeras obras que la Comisión Lago de Texcoco programó ejecutar de acuerdo al Proyecto original, fueron las siguientes:

a. Encauzamiento del Dren General del Valle.
b. Encauzamiento del Río Churubusco.
c. Encauzamientos de los ríos de la cuenca tributaria en el oriente.
d. Lago Recreativo.
e. Lago Nabor Carrillo.
f. Lago Churubusco.
g. Lago de Regulación Horaria.
h. Lago Texcoco Norte.
i. Lago Desviación Combinada.
j. Laguna Xalapango.

Plantas de Tratamiento

Algunos de los aspectos que se tomaron en cuenta para definir lo relacionado con la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales en las propuestas presentadas en 1966 para resolver la problemática del Lago de Texcoco, fueron los siguientes:

a). Se consideró la experiencia de las plantas existentes en aquella época, especialmente sobre aspectos de la tecnología específica, de las características del efluente líquido y del manejo de materiales sedimentados, en razón de que desde 1954 el Departamento del Distrito Federal (DDF) había instalado varias en la Ciudad de México, entre ellas la del Bosque de Chapultepec y la de Xochimilco.

b). También se tomaron en cuenta las concesiones y compromisos que se tenían del agua que fluía en 1966 por el Gran Canal del Desagüe, concluyendo que en esa época se podía disponer o utilizar solamente de un caudal de 11 m^3/s.

c). Otro aspecto que se consideró fue la calidad del agua residual a tratar, la cual era diferente según el encauzamiento de donde se pensaba utilizar, seleccionando finalmente el agua del Río Churubusco por ser de mejor calidad que la del Río de la Compañía.

d). Por último, se analizaron los posibles destinos de las aguas tratadas, proponiendo que una mezcla de aguas pluviales con parte del gasto disponible de aguas negras tratadas, podría ofrecerse a cambio del agua subterránea que se extraía de la región oriente del Valle para el riego agrícola, además que las aguas tratadas podrían encontrar un mercado excelente en la Ciudad de México o en las nuevas poblaciones que se estaban formando dentro del Valle.

Esta propuesta implicaba la necesidad de construir un lago para regular y almacenar las corrientes pluviales del oriente y del poniente y las aguas negras

tratadas, así como la creación de un pequeño vaso de regulación para aguas negras que alimentaría a régimen constante, la planta de tratamiento respectiva.

Debido a que en 1966 los ríos Churubusco y de la Compañía llegaban al Lago de Texcoco con una mezcla de agua residual y pluvial que alcanzaba en promedio un gasto del orden de 16 m^3/s, se proyectaron un conjunto de plantas de tratamiento para aprovechar estas aguas para diversos usos, sobre todo en la agricultura, la industria y servicios municipales, reemplazando así el agua de los acuíferos que se destinaba en dichas actividades.

Tolvaneras

El desagüe artificial del Valle de México se intensificó a mediados del siglo XX, lo que disminuyó aún más el área de los lagos que estaba permanentemente inundada en épocas anteriores. En el caso especial del Lago de Texcoco, las condiciones extremadamente adversas de salinidad y sodicidad de los suelos de su lecho no permitieron que surgiera de manera natural una cubierta vegetal.

Por lo anterior, en los años 60's en el Lago de Texcoco se incrementaron durante las épocas de estiaje, las áreas desecadas en donde no prosperaba la vegetación, formando extensas áreas desnudas propicias para la formación de tolvaneras por los vientos rasantes y convectivos que ahí llegan, principalmente del noreste.

Fue en estos años 60's cuando en la Zona Federal se agravaron e intensificaron la formación de tolvaneras principalmente durante los primeros meses del año, con lo que se aumentó la contaminación ambiental de la Ciudad de México y su zona metropolitana (Figura IV.3) ya desde entonces deteriorada y que además afectó la salud de miles de sus habitantes.



Fuente: Ing. Manuel Aguirre Botello, http://www.mexicomagico.org/.

Figura IV.3.- Tolvaneras en la Ciudad de México

En el caso del problema de las tolvaneras, se decidió dotar de una cobertura vegetal a las áreas denudadas y establecer cortinas rompe vientos, para contrarrestar el efecto de las corrientes de aire que propiciaban la erosión eólica de los suelos, y además, para contribuir a mejorar las condiciones ambientales de la región.

En el estudio Agrológico, los géneros de las especies vegetales que recomiendan para cubrir el suelo en las zonas más afectadas por salinidad, son *Suaeda*o romerito, *Distichlis* o pasto salado, *Eragrostis*o zacahuistle, *Sesuvium*y *Atriplex*o chamizo y para cortinas rompe vientos el género *Tamarix* o abeto salado.

No fue sino hasta 1979 cuando se definió la alternativa más adecuada para colocar el pasto en los suelos, que consistía en prepararlos previamente con surcos construidos dentro de melgas con tractor agrícola y colocando los cepellones en el fondo del surco.

Con esta técnica, el agua de riego que se acumulaba en el fondo del surco favorecía el lavado de sales, propiciaba mejores condiciones de humedad al pasto

y que las sales se acumularan en la parte alta del surco, lo que permitió incrementar los porcentajes globales de prendimiento globales al 25%.

En 1979 se iniciaron los trabajos de pastización en las áreas más conflictivas al norte del canal Texcoco Norte, ya que los contenidos de salinidad de los suelos se incrementan de sur a norte hasta lo que se conoce como Cuatro Caminos a 3 km del Caracol, a partir de donde nuevamente empiezan a disminuir.

Para 1981, las condiciones de vegetación empezaron a cambiar y ya eran diferentes a las de 1971, como se puede confirmar con los datos obtenidos en el estudio de vegetación aparente que se realizó en 1981.

Para 1989 los avances eran evidentes, por lo que en esas fechas ya casi no se formaban tolvaneras en el Lago.

Se destaca la instalación de un sistema de riego presurizado que se hizo con el Programa de Mitigación de Partículas suspendidas, para eficientar y hacer un uso sustentable del agua, que además permitía lograr una mayor sobrevivencia y un mejor desarrollo de las especies de pasto y forestales a establecer y establecidas, que empezó a operar en el 2001.

Trabajos de Forestación

El segundo tipo de trabajo que en 1971 se programó para resolver el problema de las tolvaneras, fue el establecimiento de barreras arbóreas que sirvieran tanto para detener el polvo que se generaba en la zona, como el proveniente de las zonas aledañas.

El área responsable de iniciar estos trabajos en 1971 fue la Dirección General de Manejo y Protección de Suelos, empezando con investigaciones para determinar tanto las especies de *Tamarix* más adecuadas para la zona, como la metodología

con la cual se tuviera el mejor prendimiento y desarrollo de los árboles, llevando a cabo diferentes pruebas para el establecimiento de los árboles.

Finalmente para 1981, se determinó que la metodología más adecuada para establecer barreras de árboles de *Tamarix*, consistía en plantarlos sobre el talud interior de los bordos de los canales de riego construidos para aplicar agua al pasto salado, por lo siguiente:

a). Se aprovechaba un trabajo ya realizado de construcción de bordos que se efectúo para otro propósito y que no implicaba llevar a cabo ninguna inversión adicional.

b). A que el constante suministro de agua que conducían los canales propiciaba tanto un lavado de sales en los bordos que fueron formados con suelo natural salado del Lago, además que permitía mantenerlos con altos contenidos de humedad, con lo que se logró establecer barreras arboladas en áreas en donde no había sido posible el prendimiento y desarrollo de ningún árbol.

En la actualidad después de más de 30 años de trabajos continuos, el Proyecto Texcoco ha permitido revertir este grave proceso de desertificación, transformando lo que fue un lago natural de más de 60,000 ha en un nuevo ecosistema artificial de 10,000 ha, construido por el hombre para tratar de resarcir el deterioro ambiental que se estaba dando en el sitio y las áreas aledañas.

Este nuevo ecosistema que está formado principalmente por pastizales, árboles halófitos y lagos artificiales, presenta condiciones diferentes y mejores a las del inicio del Proyecto Texcoco, los trabajos realizados han permitido una restauración y recuperación ecológica ambiental del área degradada, convirtiéndose en un gran pulmón para toda la zona que convergen a su alrededor debido a los servicios ambientales que proporciona.

Asimismo, se han reproducido las condiciones para poder rescatar y preservar las aves migratorias de invierno, así como la fauna local y aves y especies acuáticas en extinción como el pato mexicano, los chichicuilotes, los acociles, el ahuehuete, el pescadito amarillo entre otras, además de que las nuevas condiciones han permitido la aparición de nuevas especies de flora y fauna silvestre, principalmente de las que ya existían en los alrededores.

IV.2.1.1. Medio abiótico

Clima

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmosfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Factores como la latitud, longitud, continentalidad, relieve, dirección de los vientos, también determinan el clima de una región (INEGI; 2013).

México presenta una gran variedad de climas; áridos en el norte del territorio, cálidos húmedos y subhúmedos en el sur, sureste y climas fríos o templados en las regiones geográficas elevadas. Útil para comprender la dinámica del clima a nivel global y regional, caracterizar regiones hidrológicas, delimitación de zonas de riesgo hidro meteorológico y planeación agrícola, entre otras aplicaciones (Martínez, *et al*., 1993).

La Cuenca de México está situada aproximadamente a 2240 msnm, en la parte centro-sur del país, con una posición geográfica de 19 ° N y 99 ° W. Se encuentra rodeada de importantes montañas entre las que destacan: al sur, la Sierra Chichinautzin y la Sierra del Ajusco; al suroeste, la Sierra de las Cruces, hacia el

norte, la Sierra de Guadalupe; Al oeste se encuentra el Valle de Toluca y al sureste los Volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl.

El relieve juega un papel importante como modulador de circulaciones atmosféricas en el Valle de México, por los que existen diversos climas en una región relativamente pequeña.

El clima de la región del Ex Lago de Texcoco, está determinado por los sistemas atmosféricos tropicales y extra-tropicales, distinguiéndose dos estaciones bien definidas, el semestre de seco concentrado en invierno (de noviembre a abril) y la estación lluviosa, que se presenta de mayo a octubre.

Las perturbaciones que viajan dentro de la corriente aérea del Oeste, en forma de ondulaciones o vaguadas, ocasionan una intensificación del viento a su paso por la cuenca, levantando en algunas ocasiones altas y densas cortinas de polvo, especialmente en la segunda mitad del período seco, es decir de febrero a abril. Las características físicas de la superficie terrestre influyen en el desplazamiento del flujo de viento. Los rasgos topográficos provocan turbulencia térmica o mecánica de la atmósfera. La turbulencia térmica se produce por el calentamiento diferencial de la superficie, es decir, los rasgos del terreno absorben y emiten calor a tasas distintas. En cambio, la turbulencia mecánica es causada por la rugosidad del terreno.

En este sentido los vientos que predominan en la zona de estudio son de tres tipos (Cruickshank, 1995):

- *Vientos de altura:* Provienen de la Sierra del Ajusco a una altura de 3,000 msnm.
- *Vientos rasantes:* Provienen del Noreste, Sureste, Norte y Noroeste. Los del Noroeste son vientos polares que entran al Lago de Texcoco; los del Sureste provienen del Antiguo Lago de Chalco; los del Norte son vientos

fríos que corren de Norte a Sur durante las noches y los Vientos del Noreste provienen de la Región de Pachuca.

- *Vientos conectivos:* Se producen durante las horas más calientes, provocando los remolinos que alcanzan grandes alturas, llevando en suspensión grandes cantidades de polvo.

Las áreas urbanas presentan accidentes topográficos y características térmicas propias debido a la presencia de elementos hechos por el hombre. La influencia térmica domina sobre la fricción debida a las edificaciones. Los materiales de construcción como el ladrillo y el concreto absorben y retienen el calor de manera más eficiente que el suelo y la vegetación. Cuando el sol se pone, el área urbana continúa irradiando calor desde los edificios y las superficies pavimentadas. El aire que éste complejo urbano calienta, asciende creando un domo sobre la ciudad conocido como *isla de calo*r. La ciudad emite calor durante toda la noche. Recién cuando el área urbana empieza a enfriarse, sale el sol y empieza a calentar el complejo urbano nuevamente.

En la zona del Lago de Texcoco se ubican dos estaciones climatológicas, la del Campamento Lago, al centro de la planicie y la de Sosa Texcoco. Además, existen los observatorios climatológicos: Aeropuerto al Poniente del lago y Chapingo al Oriente. Se han utilizado principalmente los datos de la estación Campamento Lago; cuando el tipo de información no se registra en ésta, se consideran los del Aeropuerto. La información reportada procede del Servicio Meteorológico Nacional de la CNA, de la Gerencia del Proyecto Lago de Texcoco, de donde se concluye que el clima predominante de la región es seco estepario frío, con lluvias en verano (BSK'w) (Figura IV.4).

Por lo que respecta a la temperatura, ésta alcanza de 30° a 32°C entre abril y junio. Al comenzar la estación de lluvias, la insolación disminuye, los días son más frescos y se mantienen temperaturas máximas entre 26 y 29°C de julio a octubre; mientras que en la estación fría, la temperatura máxima varía de 26 a 28°C.

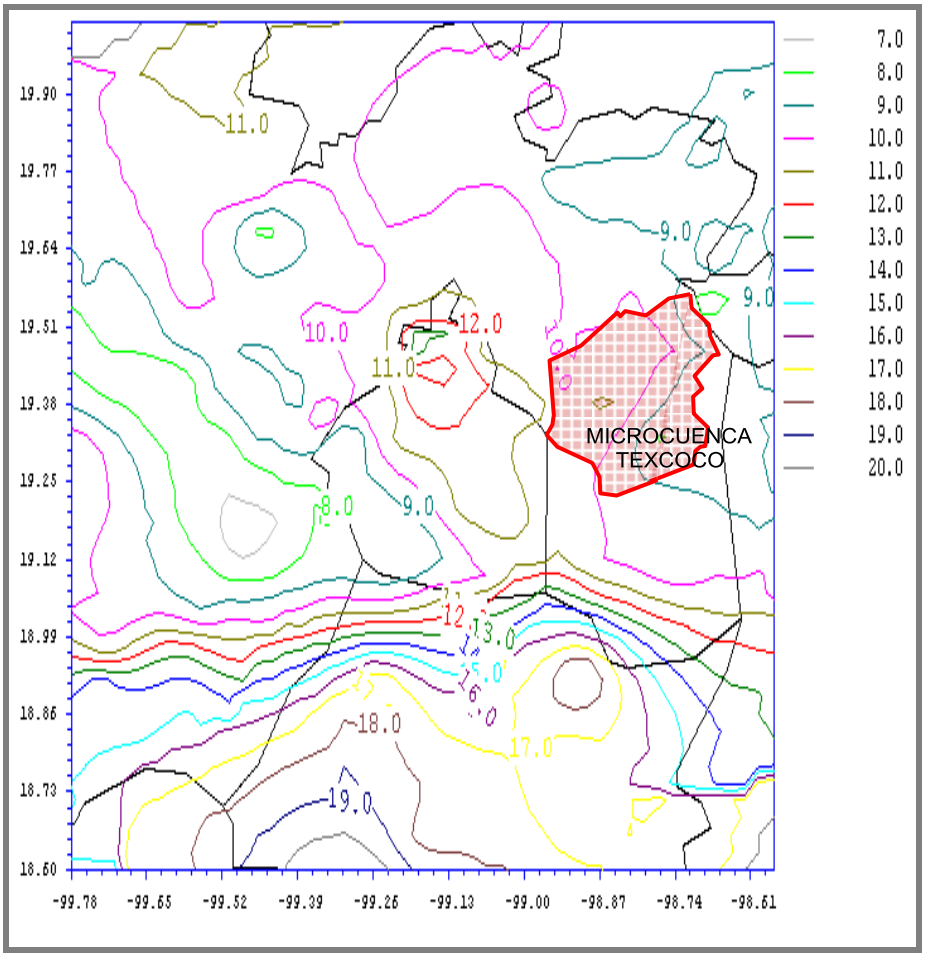


Figura IV.4.- Temperaturas promedios anuales

Durante la estación lluviosa, las temperaturas mínimas oscilan entre 7 y 10°C. La temperatura media anual es de 14 a 16°C (Cruickshank, 1995). Las temperaturas más bajas se presentan en invierno de 4 a 8°C en el centro de la Ciudad y de -3 a -5° C en el área del humedal. La temperatura media anual del decenio pasado fue de 15.3°C con una variación de 6.4°C, siendo el valor más bajo para el mes de enero de 11.6°C y la media más baja en junio con 18.0°C. Las temperaturas mínimas extremas tuvieron un promedio de 18°C, presentándose la más baja en enero con 10°C y la más alta en julio con 38°C. No obstante que se registran bajas temperaturas en el área, se observa la llegada de aves migratorias provenientes del Norte durante los meses invernales.

La estación pluviométrica que recibe menos lluvia, ubicada en el Caracol, dentro del Lago de Texcoco, registra un promedio de 460 mm; sin embargo se pueden alcanzar hasta los 600 mm, anuales, gracias a la cercanía de la isoyeta de 700 mm (Figura IV.5), que se encuentra bajo la influencia de la isoyeta de mayor precipitación de la Cuenca, que se presenta en la porción Sur y Suroeste con 1,100 mm al año.

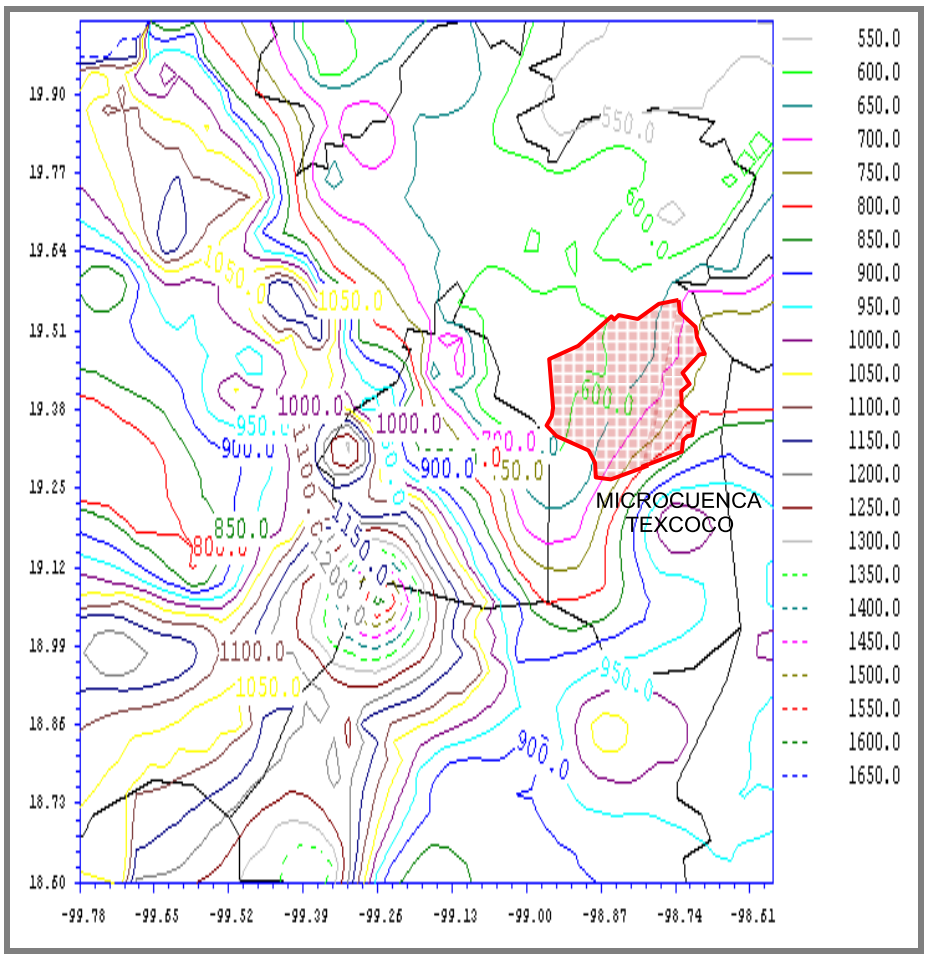


Figura IV.5.- Promedios de precipitación anual

También de acuerdo a la ubicación geográfica del territorio del Valle de México, el clima dominante debería ser tropical; sin embargo, las variaciones del relieve originan diversidad de climas. Existen los templados en los valles elevados; semi fríos y fríos en las montañas; semi secos en las zonas del noreste, semi cálidos y cálidos en las regiones del sur y suroeste. Según la clasificación de Köeppen,

modificada por Enriqueta García, el clima presente en el valle de México corresponde a dos tipos:

Templado-subhúmedo (C(w0) y C(w1)), con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 12 °C, una máxima de 18°C y la mínima de entre -3.4 y 18°C. Las lluvias acontecen generalmente en verano; la precipitación pluvial del mes más seco, menor de 40 mm, con lluvias en verano con índice P/T menor de 43.2% y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual; el promedio anual de lluvias es de 121 días. Las heladas son variables y cuando suceden es entre los meses de noviembre a febrero; los vientos se presentan en los meses de febrero y marzo, de norte a este, y durante la primavera de sur a norte. La altitud promedio es de 2,240 msnm en los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio se tienen cambios muy variables de temperatura, siendo la mínima de 7ºC en invierno.

Semiárido templado (BS1Kw), que tiene como características distintivas en estos lugares un rango de temperatura media anual de 14º a 18ºC y una precipitación con lluvias en verano y porcentaje de lluvia del 5% al 10.2% del total anual total anual de 500 a 600 mm y predomina en los municipios de Texcoco, Chimalhuacán, Nezahualcóyotl y Atenco, así como en la porción de la Laguna de Nabor Carrillo.

Humedad relativa y absoluta

La humedad relativa es un indicador de la cantidad de vapor de agua presente en un punto de la atmósfera en un tiempo determinado. La humedad relativa depende fuertemente de la temperatura del momento, por ello puede haber una gran variación espacial de este parámetro para un mismo instante. En el Valle de México, las variaciones de humedad relativa son grandes en un mismo día. Los valores más altos de humedad se registran cerca de la zona montañosa al suroeste a causa del flujo de aire y por la mayor cantidad de poca cubierta vegetal en dicha zona del proyecto.

Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración)

La mayor evapotranspiración ocurre en la porción norte del Valle de México, que de cierta forma son elementos que definen la prevalencia de una mayor aridez en la parte Noreste, cercana al Lago de Texcoco, asociado a la existencia de un ecosistema más árido, con vegetación xerófila, que aunado a la alta concentración de sales en el suelo, condiciona la existencia de vegetación halófila, que desarrolla una cobertura muy escasa y una talla mínima. A continuación se muestran la evaporación anual (Figura IV.6).

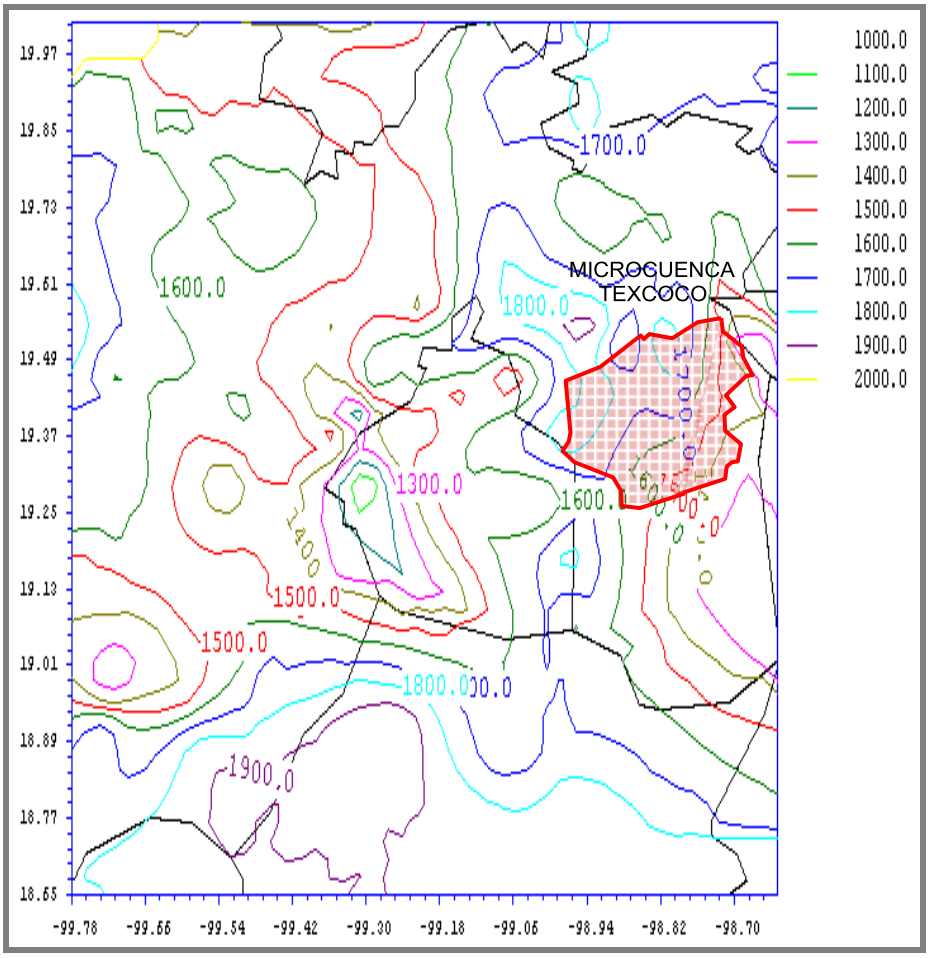


Figura IV.6.- Evaporación anual y mensual para el Valle de México

Geomorfología

Fisiografía y relieve

La Microcuenca de Texcoco, se encuentra enclavada la en el sistema orográfico de la provincia del Eje Volcánico Transversal y la sub provincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac. El relieve característico es montañoso y accidentado hacia el lado de la Sierra de Río Frío y la Sierra Patlachique; los lomeríos se ubican hacia las zonas bajas de estas sierras y las planicies en lo que fuera el Lago de Texcoco. En la porción norte de Tepetlaoxtoc, se localiza parte de la Sierra de Patlachique.

La Microcuenca de Texcoco se encuentra inmersa en la Región Administrativa XI "Texcoco" del Estado de México, por lo cual se toma como referencia para hacer mención a elevaciones más importantes de la Microcuenca Tabla IV.3.

Tabla IV.3.- Principales elevaciones de la Microcuenca Texcoco.

CERRO	UBICACIÓN	ALTITUD EN MSNM (METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR)	MUNICIPIO
Cerro El Mirador (Tláloc)	Sierra de Río Frío	4,140	Texcoco
Cerro Cepayaco	Sierra de Río Frío	3,800	Texcoco
Cerro Cuajio	Sierra Patlachique	2,700	Tepetlaoxtoc
Cerro Tezontlale	Sierra Patlachique	2,500	Tepetlaoxtoc

Fuente: Dirección de Diagnóstico Ambiental (1993).

Con relación al sitio del proyecto, la superficie que ocupará es semiplana con pendientes suaves.

Fallas y zonas de fracturas

De acuerdo al Atlas Nacional de México Instituto de Geografía (UNAM, 1990), los municipios del proyecto se encuentran en un área con agrietamientos y fallas inferidas, lo que hace a algunas zonas de los municipios susceptibles a deslizamientos del suelo.

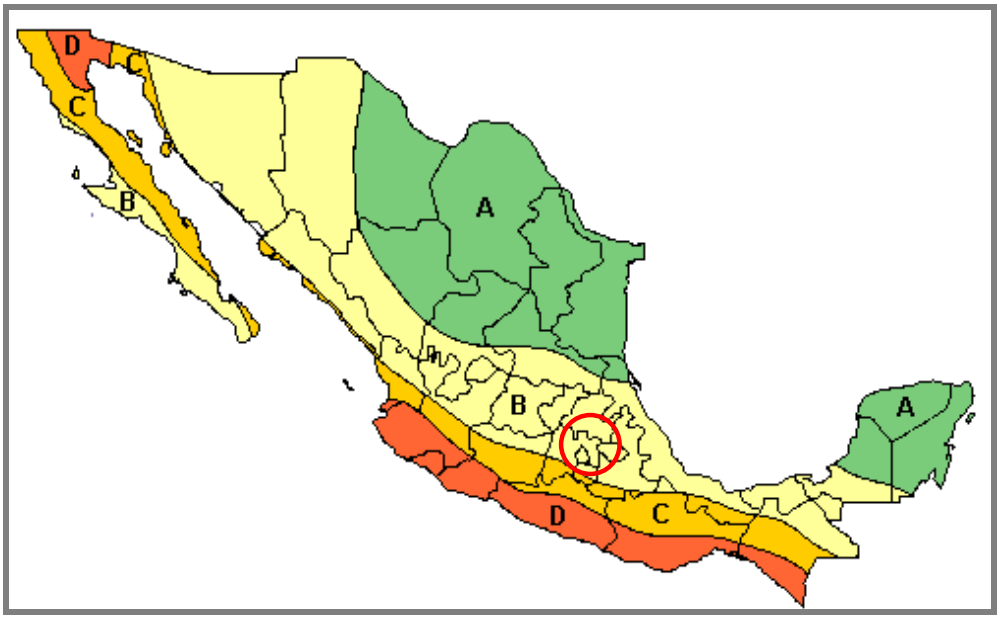
Inundaciones

De acuerdo al Atlas de Riesgos el Estado de México (CENAPRED, en línea), los municipios de Atenco, Ecatepec, Chimalhuacán, Chiautla, Tezouca y Texcoco, se encuentran en zonas susceptibles a inundaciones en la época de lluvias

Riesgo sísmico y volcánico

México se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas, estas zonas son un reflejo de la frecuencia de los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zonificación sísmica de la República Mexicana se muestra en la Figura IV.7.

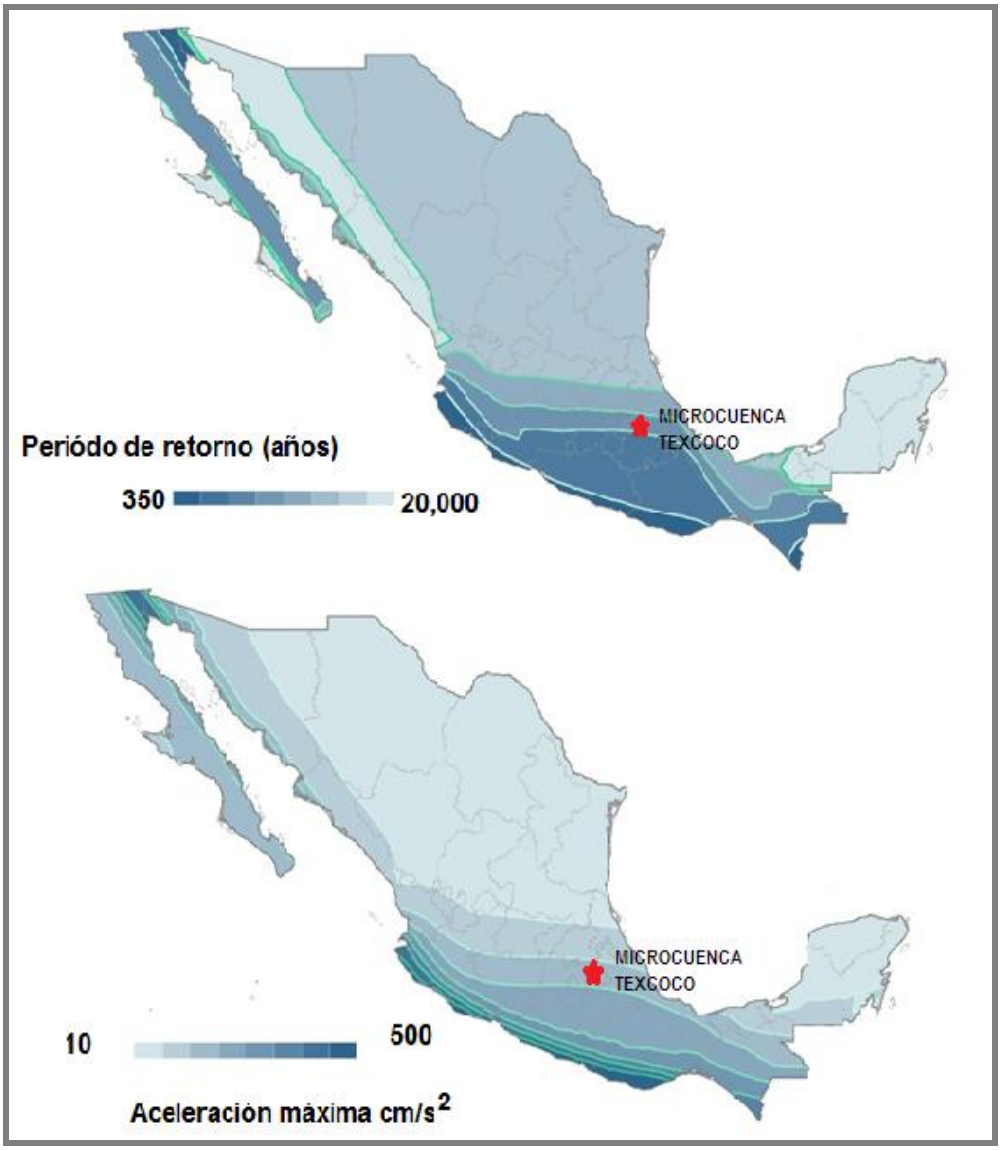


Fuente: CENAPRED en línea.

Figura IV.7.- Regiones sísmicas de México

De acuerdo a la zonificación mostrada en la Figura IV.7, particularmente la Microcuenca de Texcoco se localiza en la zona B la cual es intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. De acuerdo a dicha regionalización el registro de movimiento sísmico no es frecuente, por lo cual es el sitio no es susceptible a movimientos sísmicos fuertes y frecuentes.

En la zonificación sísmica que considera la estructura del suelo (CFE, 2008) elaborada a través de un espectro de diseño sísmico elaborado para los Estados Unidos Mexicanos, se ubica al proyecto en un área intermedia, donde la probabilidad de riesgo por movimientos telúricos es media (Figura IV.8).

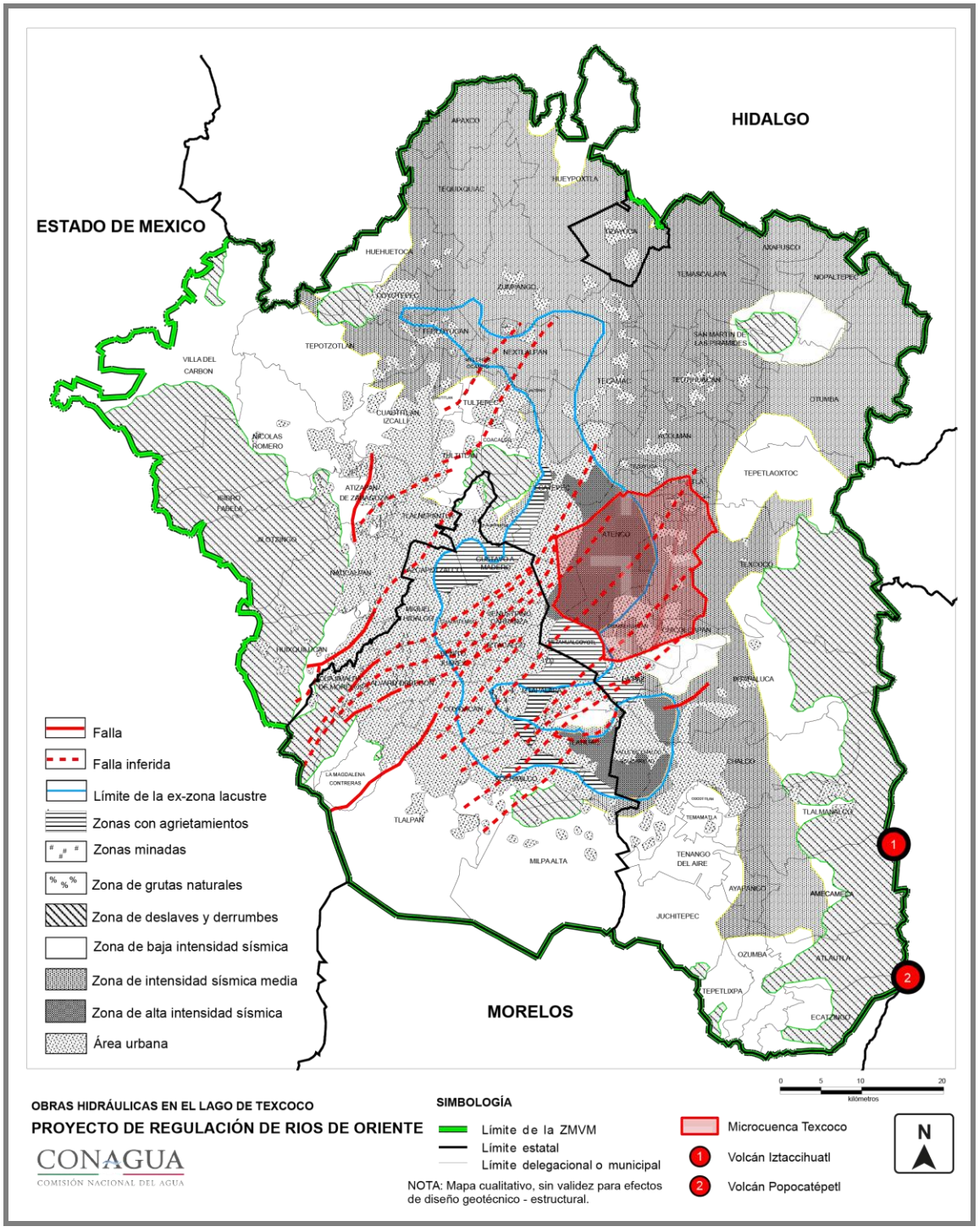


Fuente: CFE, 2008.

Figura IV.8.-Espectros de diseño sísmico para el territorio mexicano

Riesgo volcánico

El área del proyecto y su distancia con relación al Volcán Popocatépetl, no es susceptible a riesgo volcánico por corrientes de lava en caso de erupción, sin embargo, la zona es susceptible a movimientos símicos derivados de la actividad de este volcán (Figura IV.9).



Fuente: Elaboración propia con base en el Atlas Nacional de México Instituto de Geografía, UNAM, 1990. Zonificación del Subsuelo del Valle de México, Reglamento de Construcción DDF, 1987.

Figura IV.9.- Riesgos Geológicos

Geología

Las rocas más recientes de la cuenca de Texcoco, consisten en rocas ígneas o volcánicas de la época Plioceno-Holoceno de la era Cenozoica, con una edad de entre 37 y 10 millones de años de antigüedad, Este tipo de rocas son de composición clástica, andesítica y basáltica, con depósitos piroclásticos y sedimentos fluviales y lacustres producidos simultáneamente con el vulcanismo. Como ejemplos de este tipo de rocas están: andesita, tobas, brecha, basaltos, ríolitas y dacitas, mostradas algunas de ellas en la Figura IV.10. Los edificios volcánicos más notables que caracterizan a la provincia del eje Neovolcánico Transversal son los estratovolcanes ubicados en el complejo de la Sierra de Río Frío y constituyen algunos de los volcanes más altos del país.

Con relación a la minería, la zona de estudio pertenece al distrito minero de Texcoco-Ixtapaluca, en el cual destaca el municipio de Texcoco. Este distrito abastece de materiales pétreos a un importante mercado de la zona oriente del Distrito Federal y a municipios aledaños. Las sustancias minerales con que cuentan los municipios de la zona de estudio consisten en: arena, cantera, grava, tepetate y tezontle. Asimismo, existen 23 localidades de minerales no metálicos las cuales tienen diferentes grados de operación: unas están activas, otras inactivas, algunas son de explotación esporádica o bien no han sido explotadas.

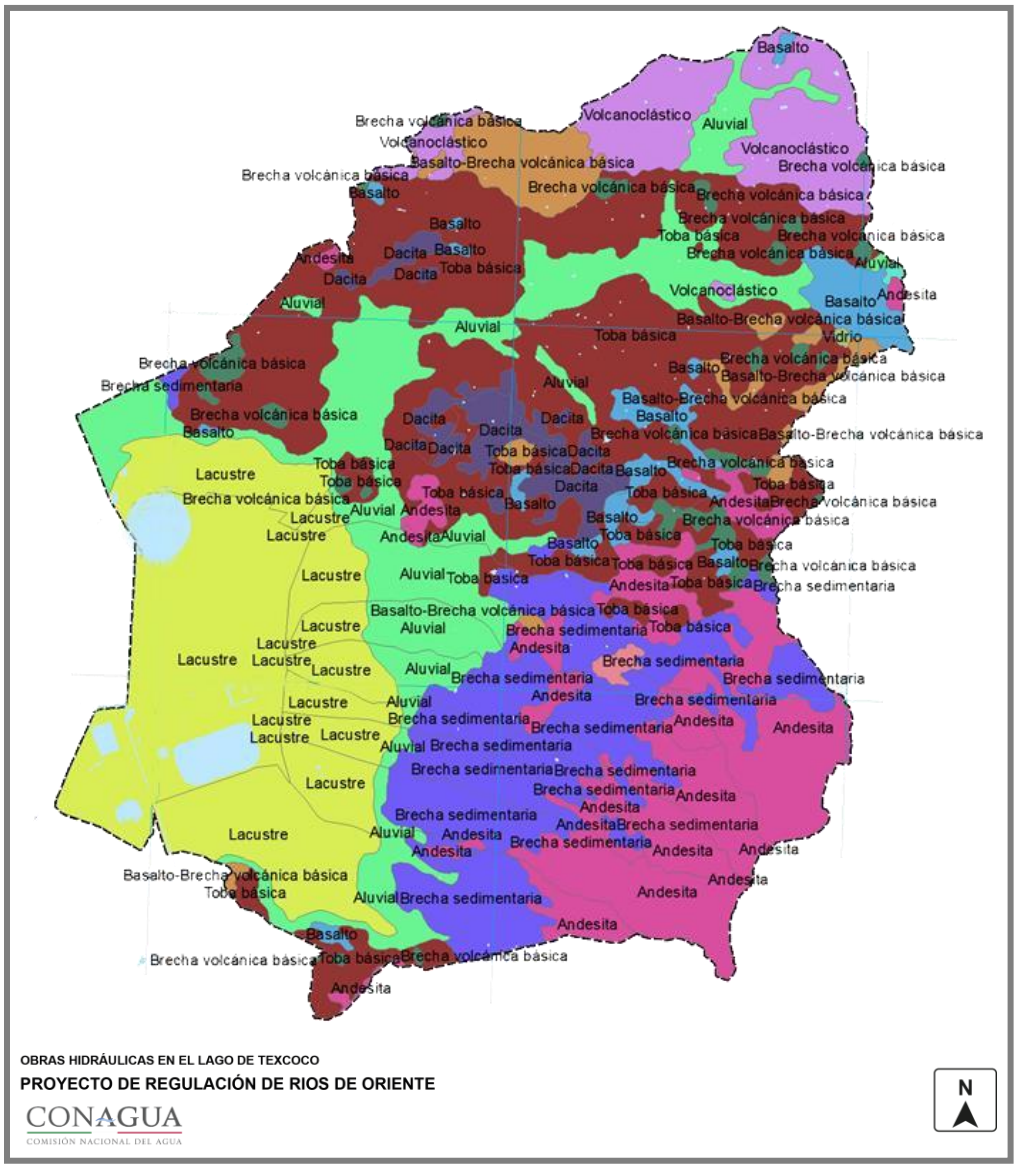


Figura IV.10.- Geología de la Microcuenca Texcoco

Edafología

En el Estado de México se localizan varios grupos edáficos de suelos. En la cuenca de Texcoco (Figura IV.11), se presentan 6 grupos principales de suelo entre éstos están: el vertisol, feozem, cambisol y solonchak, los cuales se distribuyen casi en la misma proporción, con menor cobertura están el leptosol y el andosol. Los suelos identificados forman un mosaico edafológico, cuyas características generales se describen a continuación.

Vertisol

Estos suelos presentan alto contenido de arcilla, con grietas anchas y profundas en la época de secas y pegajosos con la humedad; son poco adecuados para la agricultura de temporal pero aptos para la agricultura de riego y tecnificada; se encuentran en zonas bajas y de lomeríos; presentan problemas de inundación debido a su baja permeabilidad, asimismo se destacan por ser expansivos, lo que significa que al saturarse de agua provocan fuertes presiones de empuje o alzamiento, y al secarse se contraen y agrietan. Se presentan en Tezoyuca, Chiconcuac, Papalotla, Chiautla y Texcoco.

Feozem

Son suelos aptos para la agricultura en condiciones de clima templado; presentan una marcada acumulación de materia orgánica y nutrimentos; son de fácil manejo y alcanzan un alto grado de productividad agrícola; son susceptibles a la erosión moderada y alta; se encuentran en zonas de acumulación de materiales en áreas de poca pendiente. Están presentes en Texcoco y en la porción sur de Tepetlaoxtoc.

Cambisol

Son suelos jóvenes, de características poco definidas; se presentan en diferentes condiciones topográficas y climáticas; son moderadamente aptos para la agricultura; muestran una capa superficial de color claro, pobre en material orgánico y pueden presentar una ligera acumulación de arcillas y carbonatos. Están presentes en la parte oriente de Texcoco y Tepetlaoxtoc, particularmente en lo que corresponde a la Sierra de Río Frío.

Solonchak

Son suelos que acumulan sales en condiciones de aridez, lo que limita el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales; son de color claro y no son aptos para la agricultura; son propios de zonas que antiguamente fueron lagos y que han sido desecados. Se localizan en la parte oeste de Atenco y Texcoco, precisamente en la parte que corresponde a la zona federal del Ex Lago de Texcoco.

Leptosol

Están limitados en profundidad por una roca dura continua y por materiales altamente calcáreos; una capa continua cementada dentro de los 30 cm superficiales; son poco aptos para la agricultura y se encuentran en áreas de montaña y de lomeríos. Están ubicados en la parte centro y norte de Tepetlaoxtoc.

Andosol

Son suelos que se derivan de cenizas volcánicas, poseen gran capacidad de retención de humedad y fijación de fósforo, son susceptibles a erosionarse; son poco aptos para uso agrícola; se localizan en las áreas volcánicas. Se encuentran en una pequeña porción de la Sierra de Río Frío en el municipio de Tepetlaoxtoc.

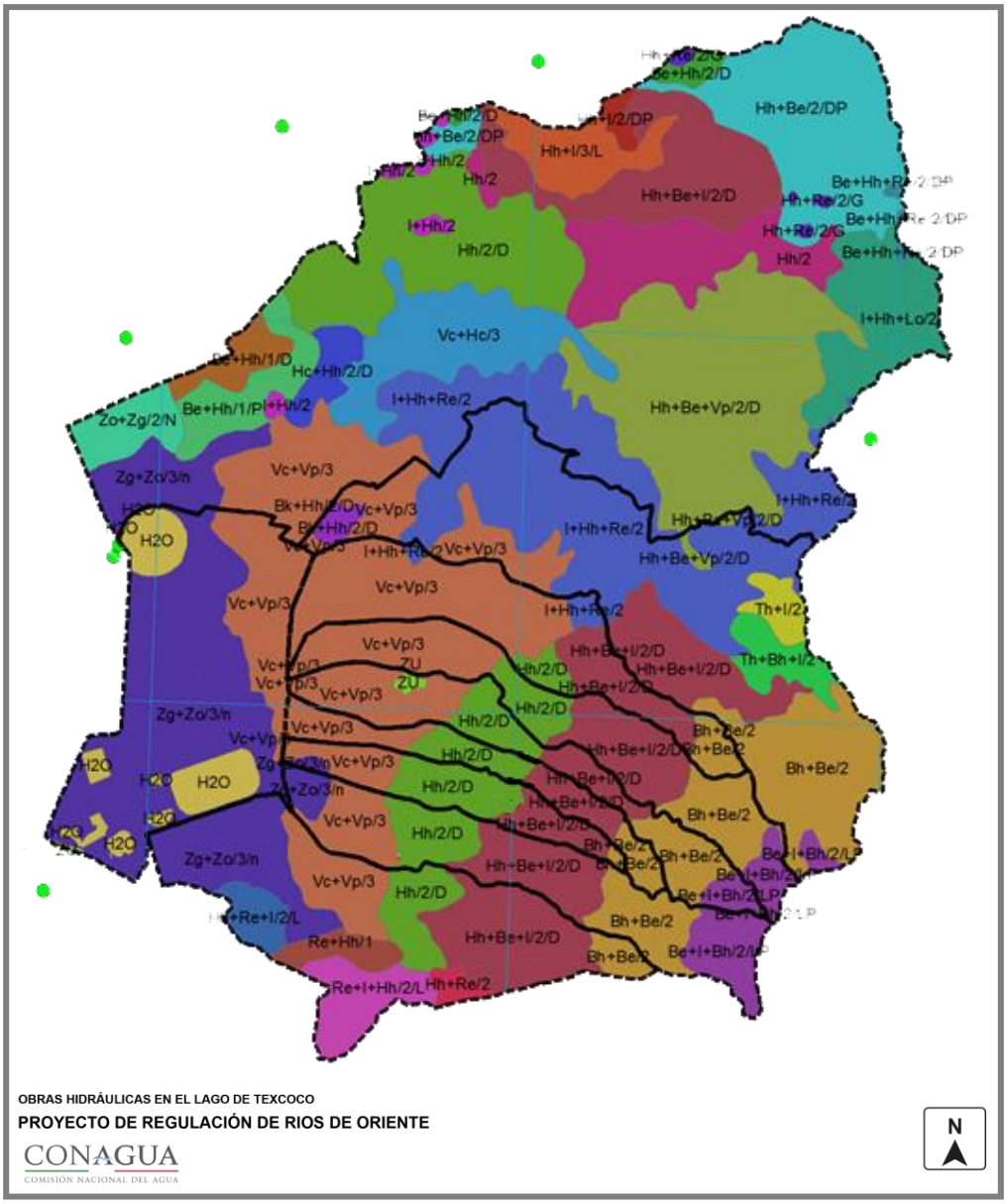


Figura IV.11. Edafología de la Microcuenca Texcoco

Las fases del suelo pueden presentar una limitación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales o urbanas. En Tepetlaoxtoc y Texcoco, están presente dos tipos de fases: lítica (somera y profunda) y dúrica. La fase lítica consiste en una capa de roca dura y continua, o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de raíces. La fase dúrica se caracteriza por tener una capa de tepetate duro cementado y endurecido con sílice.

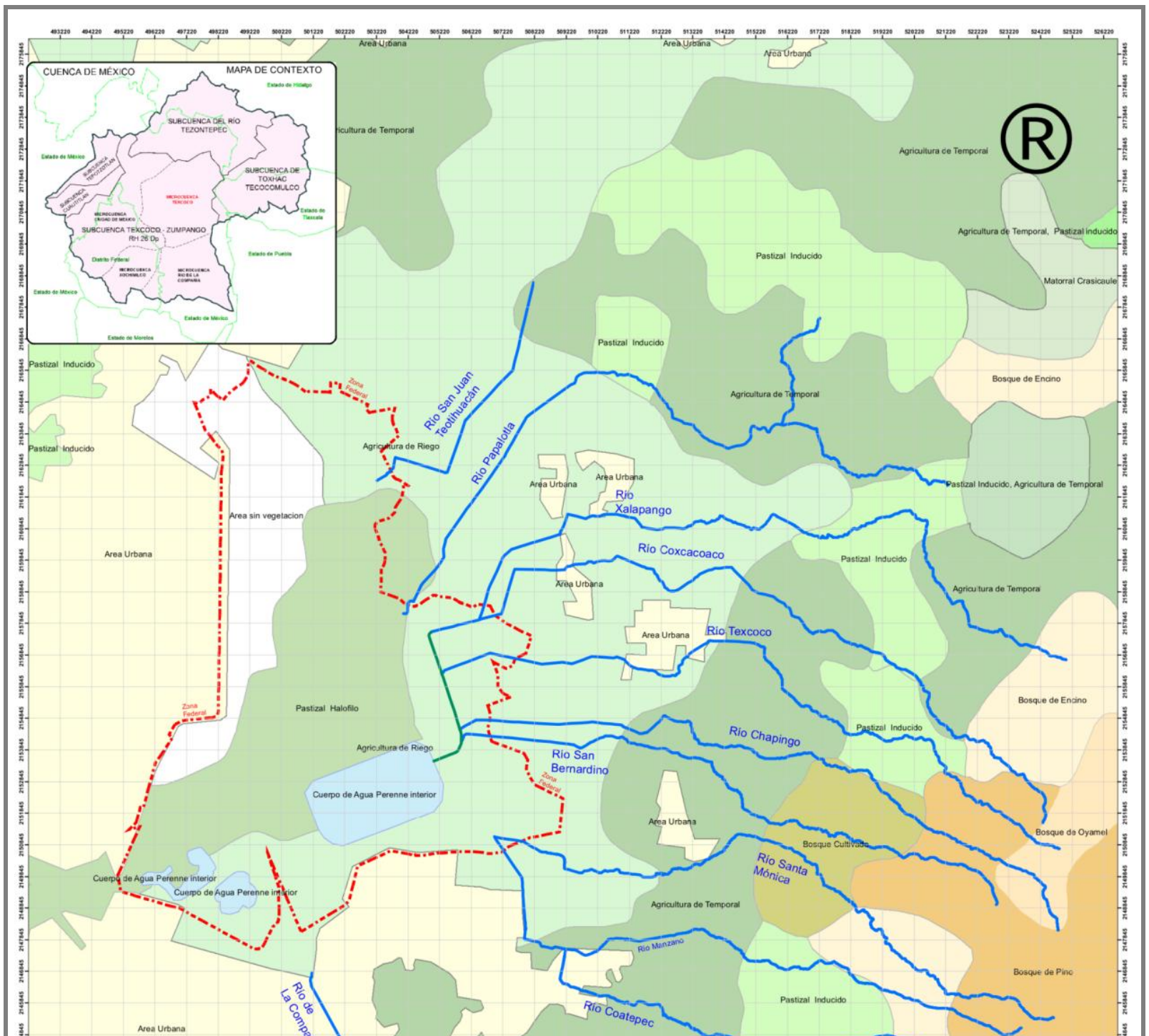
Usos del suelo

En cuanto a los usos de suelo para los municipios de interés se tienen establecidos los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, se identifican:

- Áreas para actividad agrícola,
- Áreas sin vegetación aparente,
- Áreas de pastizales y
- Cuerpos de Agua.

Los Planes Municipales de Desarrollo Urbano identifican también el área urbana actual y el área urbanizable en un horizonte de 30 años.

Particularmente en el área del proyecto los usos de suelo actual y que son predominantes son los de pastizal (halófito e inducido) y agricultura de temporal que se señalan en la figura (Figura IV.12). con base en el marco geoestadístico nacional 2010 versión 5.0 elaborado por el INEGI. En el plano se muestran los usos del suelo y vegetación INEGI SERIE IV. e identifica la superficie y el uso actual del área que ocupará cada uno de los componentes del proyecto de regulación y saneamiento de los ríos de oriente.



COORDENADAS: DATUM WGS_1984_UTM_Zone_14N

	CARTERA DE PROYECTOS	SUPERFICIE	INICIO DE OBRA	USO DEL SUELO ACTUAL	USO DEL SUELO PROPUESTO
1	**Proyectos de Regulación y Saneamiento de los Rios de Oriente**	**m²**	**año**	**Uso Actual**	**Uso Propuesto**
a.	Canal o conducto interceptor de ríos de Oriente para aguas pluviales	24,000	2015	CANAL	CANAL
b.	Canal o conducto interceptor de ríos de Oriente para aguas servidas	POR DEFINIR	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	CANAL
c.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río S Juan Teotihuacán; 49.6 Km	992,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
d.	PTAR No 4 S. Juan Teotihuacan	1,600	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
e.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río Papalotla; 38.5 km	770,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
f.	PTAR No 3 Papalotla	1,200	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
g.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río Xalapango;35 Km	700,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
h.	PTAR No 5 Xalapango	1,600	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
i.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río Coxcacoaco; 34 Km	680,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
j.	PTAR No 4 Coaxcacoaco	1,600	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
k.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río Texcoco	770,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
l.	PTAR Texcoco	1,600	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
m.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río Chapingo;	770,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
n.	PTAR No 2 Chapingo	400	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
o.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río San Bernardino; 17Km	340,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
p.	PTAR No 1 San Bernardino	400	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
q.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río Santa Mónica; 31 Km	620,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
r.	PTAR Santa Monica	1,200	-	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
s.	Colectores marginales para conducir las aguas residuales provenientes del Río Coatepec	580,000	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	COLECTOR
t.	PTAR No 6 Coatepec	400	2015	AREA AGRICOLA/URBANA	PTAR
u.	Plantas de tratamiento regionales.	POR DEFINIR			
v.	Construcción de la planta de tratamiento Teotihuacán- Papalotla	1,600	2015	AREA AGRICOLA	PTAR
w.	Construcción de la planta de tratamiento Atenco	1,600	2015	AREA AGRICOLA	PTAR
x.	Construcción de la planta de tratamiento Coatepec - Santa Mónica	1,600	2015	AREA AGRICOLA	PTAR
y.	Rehabilitación y/o reubicación de las plantas de tratamiento ubicadas en el Ex-Lago de Texcoco	POR DEFINIR	2015	PTAR	PTAR
	ÁREA TOTAL:	6,260,800			

PROYECTOS DE REGULACIÓN Y SANEAMIENTO DE LOS RÍOS DE ORIENTE
OBRAS HIDRÁULICAS EN EL LAGO DE TEXCOCO
2013

0 2,500 5,000 10,000 Metros

SIMBOLOGÍA

COLECTORES
- PRINCIPAL
- EN RÍOS

USO DE SUELO Y VEGETACÓN INEGI-SERIE IV
- Agricultura de Riego
- Agricultura de Temporal
- Agricultura de Temporal, Pastizal inducido
- Area Urbana
- Area sin vegetacion
- Bosque Cultivado
- Bosque de Encino
- Bosque de Oyamel
- Bosque de Pino
- Cuerpo de Agua Perenne interior
- Matorral Crasicaule
- Pastizal Halofilo
- Pastizal Inducido
- Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal

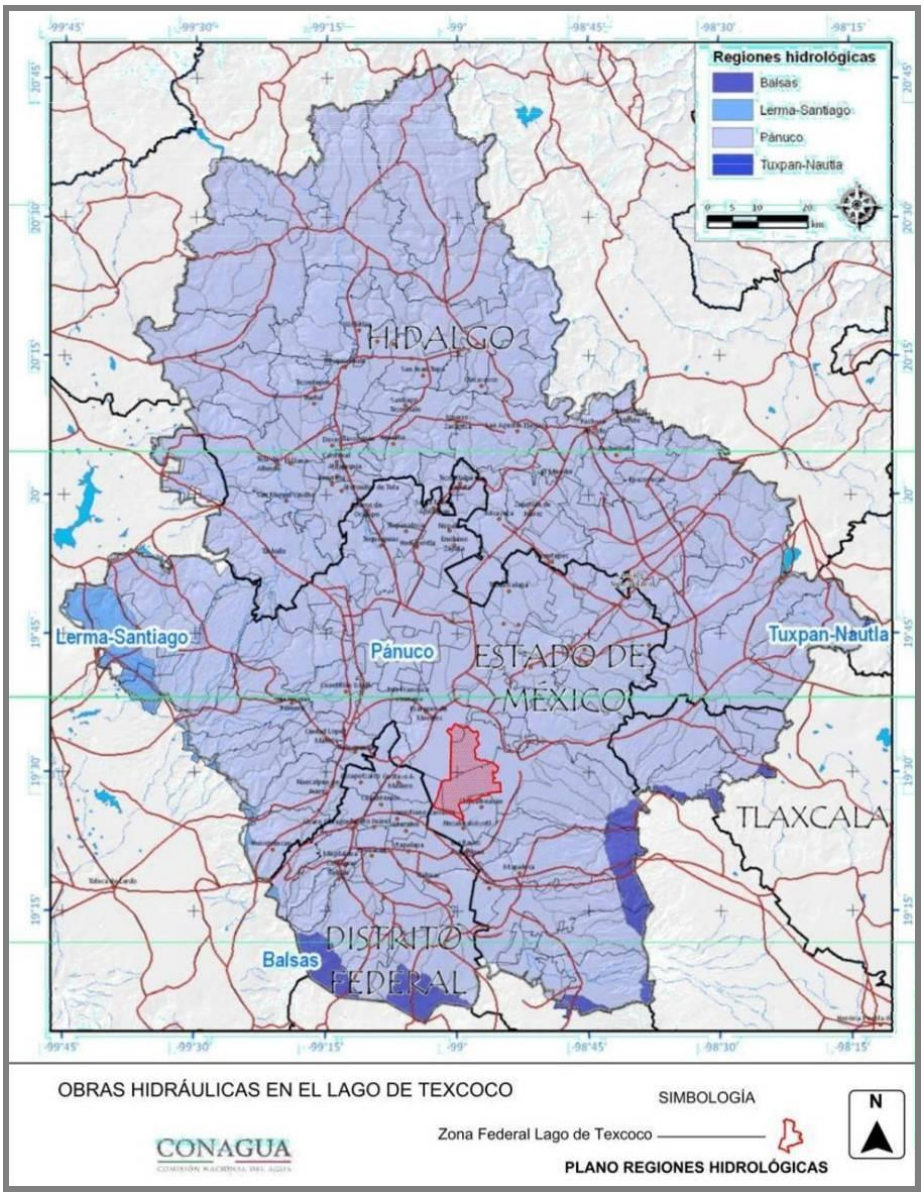
CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Elaboración propia, fuente de datos: INEGI, Marco Geoestadístico Nacional 2010, versión 5.0 Información Topográfica Digital. Carta de Uso de Suelo y Vegetación esc. 1:1, 000, 000.

Figura IV.12.- Uso de suelo del sitio del proyecto

Hidrología

La Microcuenca de Texcoco se ubica en el oriente del Estado de México, la cual aporta su producción hídrica al lago de Texcoco, situado en la Región Hidrológica 26 dependiente del río Pánuco, el cual desemboca en el Golfo de México (Figura IV.13).



Fuente: CONAGUA, FIRCO-SARGARPA

Figura IV.13.- Región Hidrológica del Pánuco

La Zona Federal del Lago de Texcoco recibe las descargas de los ríos ubicados al oriente de la zona federal. Estos ríos son: San Juan Teotihuacán Papalotla con sus dos brazos Santa Rosa y San Bartolo, Xalapango, Coxcacoaco, Texcoco, San Bernardino, Chapingo, Coatepec y Santa Mónica. También descargan los ríos de la Compañía y Churubusco, provenientes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

A continuación se mencionan las características generales de los ríos mencionados en el párrafo anterior.

Río Teotihuacán

Este río tiene una cuenca de 491 km^2, tiene un caudal aproximado de 0.170 m^3/s equivalente a un escurrimiento de 3,361 millones de m^3 al año. Nace en las laderas de los cerros Grande, Cuello y Jagüey, limitado al norte por la cuenca del Río de las Avenidas de Pachuca. La zona alta de la cuenca y la parte media son bastante permeables y están constituidas por basaltos fracturados y rellenos arcillo-arenosos. Este río produce escurrimientos superficiales bajos, pero al mismo tiempo y como consecuencia, en su subcuenca existen manantiales importantes y otros que se aprovechan en zonas ejidales contiguas.

Río Papalotla

Este río tiene una cuenca de 210 km^2, los datos hidrométricos colectados corresponden a la estación La Grande que se encuentra localizada 10m aguas arriba del puente de la carretera Texcoco-Tepexpan, nace en las laderas de los cerros Tláloc y está limitado al norte por la cuenca del Río San Juan Teotihuacán, al sur por la cuenca del Río Xalapango y al oriente por las cuencas de los ríos Tizar y Calpulalpan, tiene un caudal de 0.277 m^3/s y un escurrimiento anual de 8,735 millones de m^3. La parte alta de la cuenca está formada por macizos andesíticos de la sierra de Río Frío prácticamente impermeable, con abundante vegetación, fuertes pendientes y alta precipitación. La zona baja la constituyen

sedimentos lacustres, principalmente arcillas arenosas y arcillas limosas, medianamente permeables. Estas zonas son propias para la agricultura.

Río Coxcacoaco

Tiene una extensión de 61.5 km^2, tiene origen en las estribaciones noroccidentales del Cerro Tláloc, a 3,700 msnm. Esta limitado al norte por la cuenca del Río Papalotla. En su parte alta con dirección al noreste, a través de las cañadas de Cuaquia y Zocotamaltepec; pasa al sur de San Miguel Tlaixpan y después por Tlaminca. Tiene un caudal 0.103m^3/s equivalente a un escurrimiento anual de 3,248 millones de m^3. La parte alta de la cuenca está formada por macizos andesíticos impermeables de la sierra de Río Frío. Con vegetación abundante, fuertes pendientes y algunos manantiales pequeños, la parte media está formada por conos cineríticos y larvas basálticas de gran permeabilidad.

Río Texcoco

La extensión de su cuenca es de 31.2 km^2, se origina con la unión de los arroyos que descienden de las cañadas de San José Altica y Atlapulco, que forman parte del accidente orográfico conocido como cerro Tláloc, donde se asienta el parque Nacional de Zoquiapan. Al norte está limitado por la cuenca del Río Coxcacoaco y al sur por la cuenca del Río Chapingo. Actualmente funciona como drenaje sanitario de la zona conurbada de Texcoco. Tiene un caudal de 0.063m^3/s equivalente a un escurrimiento anual de 1, 987 millones de m^3. La parte alta de la cuenca está formada por macizos andesíticos, impermeables de la sierra de Río Frío con abundante vegetación y fuerte pendiente.

Río Xalapango

Este río tiene una cuenca de 59.1 km^2, es una de las corrientes que integran el conjunto de ríos del oriente. Nace en el cerro de Tláloc, denominándose en su origen arroyo Comunidad y está limitado al norte y al oriente por la cuenca del Río

Papalotla y al sur por la cuenca del Río Coxcacoaco. Tiene un caudal 0.079 m^3/s equivalente a un escurrimiento anual de 2,491 millones de m^3. La parte alta de la cuenca está formada por conos cineríticos y larvas basálticas de gran permeabilidad y escasa vegetación. En la parte alta sobresalen los cerros andesíticos de Purificación y Tlaixpan y se encuentran zonas de cultivo.

Río Chapingo

Se extiende 21.4 km^2, está limitado por la cuenca del Río Texcoco y al sur por las cuencas de los Ríos San Bernardino y Santa Mónica, tiene su origen en una serie de torrentes que, con dirección al norte, bajan de los cerros pertenecen al accidente orográfico denominado Sierra de Quetzaltepec. Río abajo cruza la carretera federal México – Texcoco, penetrando por una zona dedicada a la agricultura; en este tramo, su cauce se encuentra canalizado. Descarga en la zona del Lago de Texcoco, y funciona como desagüe de la zona de riego de San Bernardino. Tiene un caudal de 0.050m^3/s equivalente a un escurrimiento anual de 1,577 millones de m^3. La parte alta está formada por los cerros andesíticos de Chapingo, Texoltepec y Tecorral. Bastante impermeable.

Río San Bernardino

Tiene una extensión de 17 km^2, limita al norte por la cuenca del Río Chapingo y al sur por la cuenca del río Santa Mónica. Tiene un caudal de 0.057 m^3/s equivalente a un escurrimiento anual de 1,798 millones de m^3. La zona alta de la cuenca está constituida por una parte de las andesitas de que está formado el cerro Tecorral, de la Sierra de Río Frío, se caracteriza por lo accidentado del terreno y por la cubierta vegetal a base de bosque de pino, ailes y oyameles, que determinan que esta sea impermeable. Su cuenca media está constituida por abanicos de la Formación Tarango inferior, con escasa vegetación y con algunos sembradíos, permeabilidad media. La cuenca baja está formada por material fino, principalmente arcillas arenosas y constituye la parte de la cuenca con una permeabilidad reducida.

Río Santa Mónica

Abarca una superficie de 55.8 km^2. Se origina en las faldas de los cerros Tláloc y Telapón y está limitado al norte por la cuenca del Río San Bernardino y al sur por la cuenca del Río Coatepec. Tiene un caudal de 0.079 m^3/s equivalente a un escurrimiento anual de 2,491 millones de m^3. En la parte alta de la cuenca se encuentran formaciones de la sierra andesítica Tláloc y Telapón, bastante impermeables, por lo que constituye la principal área productora de escurrimientos, en la cuenca intermedia predominan los abanicos aluviales de la formación Tarango. La cuenca baja en la parte plana, está formada por arcillas arenosas que son de permeabilidad reducida.

Río Coatepec

Este río tiene una cuenca de 49.8km^2, está limitado al norte por la cuenca del Río Santa Mónica y al sur por la cuenca del Río San Francisco. Tiene caudal de 0,078 m^3/s equivalente a un escurrimiento anual de 2,460 millones de m^3. La parte alta de la cuenca la constituyen andesitas de la sierra Tláloc y Telapón de la Sierra de Río Frío, como en los cerros de Cullotepec y Cuachichiquil, de características notablemente impermeables; la parte media está formada por abanicos aluviales de la formación Tarango inferior, de permeabilidad media. En la parte baja de la cuenca se encuentran conos escoriacios y cineríticos como los cerros del Pino y Tejolote.

Río San Francisco

Este río tiene una cuenca de 151.5 km^2, nace en las laderas del cerro Telapón, estando limitado al norte por las cuencas del Río Coatepec y San Mónica, al sur por la cuenca del Río de la Compañía y al oriente por el parte aguas oriente de la cuenca. Tiene un caudal de 0,071 m^3/s equivalente a un escurrimiento anual de 2,239 millones de m^3. La parte alta de la cuenca está formada por andesitas de la sierra Tláloc y Telapón como los cerros de El Pastor, Cabeza de Toro, Tezoyo,

Torrecilla y Ventorrilo, de la Sierra de Río Frío, con bastante vegetación, la parte intermedia la constituyen terrenos de aluvión de la formación Tarango Inferior, de una permeabilidad media La parte baja recibe aportaciones provenientes de una área constituida por conos cineríticos, larvas basálticas, brechas y cenizas inter estratificadas pertenecientes a los cerros del Pino y Tejolote.

Río de la Compañía

Este río tiene una cuenca de 293.5 km^2, su nacimiento es en las laderas del Volcán Iztaccíhuatl y el cerro Tres Cruces y está limitado al norte por la cuenca del Río San Francisco, al sur por la cuenca del Río Ameca y al oriente por el parte aguas de la Sierra Nevada. Tiene un caudal de 0.178 m^3/s y un escurrimiento anual de 5,613 millones de m^3. En la parte alta y al sureste de la cuenca se encuentran andesitas de la sierra Iztaccíhuatl, impermeables y con abundante vegetación. Esta zona forma parte de la Sierra Nevada, una de las más importantes del Valle por su altura. La parte intermedia, constituida por abanicos aluviales de la formación Tarango, tiene una permeabilidad media. La parte baja está constituida por sedimentos aluviales lacustres, impermeables.

Río Churubusco

Es de tipo permanente, debido a que lleva agua residual a lo largo de todos los meses del año, los demás ríos son intermitentes y su cauce se reduce en las épocas de estiaje. De las corrientes de agua que alimentan al Lago este es el más importante debido a que además de permanente es también el más caudaloso del sistema. Sus aguas ingresan por diferentes sistemas de bombeo y proviene del sur y sureste de la Cuenca del Valle de México, aporta todo el volumen de aguas residuales y pluviales a la Laguna de Regulación “El Fusible”

Lagos de la cuenca de México

Las obras de control hidrológico del sistema lacustre del Valle de México comenzaron desde las épocas teotihuacana y tolteca, y fueron durante siglos objeto de conflicto incesante entre muchas de aquellas ciudades estado ribereñas prehispánicas.

La cultura hidráulica se consolidó a partir de las obras llevadas a cabo por los chalcas -llamados también toltecas del sur, desde luego mucho antes de la llegada de los mexicas al Valle de México, de tal forma que fueron responsables de establecer por primera vez un control centralizado de todo el sistema hidráulico del Valle de México, lo cual puede ser considerado como origen y consecuencia de su hegemonía político militar, que les permitió una intervención coordinada y sistemática sobre la hidrología superficial de la región (Tabla IV.4).

Lo anterior tiene una enorme relevancia al considerar que el sistema lacustre funcionaba como un sistema de vasos comunicantes y que no se podía alterar alguno de sus elementos y/o procesos en cualquier sitio del valle, sin que ello se tradujera en profundas consecuencias en otras áreas.

El sistema de obras hidráulicas existentes en el Valle del México Prehispánico, llegó a ser altamente sofisticado. Incluía una diversidad de elementos tanto elementos hidrológicos funcionales como agro-productivos, calzadas, diques, acueductos y albarradones, acequias, canales, ríos canalizados y chinampas, que influían en la dinámica de toda la superficie lacustre.

Tabla IV.4.- Embalses y Cuerpos de Agua de la región.

EMBALSE	CAPACIDAD MILLONES DE M^3	SUPERFICIE HA.	TIPO DE AGUA
Lago Nabor Carrillo	36.00	917.00	Tratadas y de lluvia
Lago de Regulación Horaria	4.50	150.00	Residuales

Lago Churubusco	5.00	267.00	Residuales
Lago Texcoco Norte	0.45	45.00	Residuales y de lluvia
Laguna Xalapango	4.80	214.00	De lluvia
Lago Recreativo	0.36	29.00	De pozo
Lagunas Facultativas	0.96	56.00	Residuales
Caracol Sosa Texcoco	10.80	900.00	Salmuera
Totales	**62.87**	**2,578.00**	

El Lago Nabor Carrillo, con capacidad de 36 millones m^3y una superficie de 917 ha, inició su operación en 1982; opera como regulador y almacenador de aguas residuales tratadas y de lluvia de los Ríos del Oriente; por la carga orgánica que recibe, se encuentra en avanzado proceso de eutrofización. El Lago Churubusco, con capacidad de 5 millones m^3en una superficie de 267 ha, regula y almacena aguas pluviales y residuales; el Lago de Regulación Horaria tiene una capacidad de 4.50 Mm^3en una superficie de 150 ha; el Lago Recreativo con capacidad de 0.36 Mm^3y superficie de 29 ha, funciona como un refugio de aves nativas y migratorias; la Laguna Xalapango regula y almacena las avenidas de la Cuenca oriental, con capacidad de 4.80 Mm^3en una superficie de 214 ha.

Existe también una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que funciona como laguna facultativa, con una capacidad de 500 l/s, la Planta de Tratamiento de Aireación y Contracorriente, con capacidad de 1,000 l/s y la Planta Experimental de Tratamiento Terciario con 50 l/s.

El Tanque de Evaporación Solar "El Caracol", con una capacidad de 10.80 Mm^3y una superficie de 900 ha, es una instalación industrial para concentrar sales de aguas subterráneas extraídas por bombeo y producir álcalis y productos industriales diversos.

Las condiciones de flujo en el subsuelo han sido estudiadas por diversos medios, principalmente del tipo geofísico, mediante prospecciones en la zona lacustre. Por

medio de refracción sísmica, se han registrado cuatro mantos sísmicos: el primero, con espesor de 30 m al centro del Lago.

El segundo estrato tiene una profundidad de 30 a 480m al centro de la región El tercer manto, está compuesto por las formaciones volcánicas del Oligoceno y Mioceno, con profundidad de 480 a 1,450m de profundidad al centro del Lago; Finalmente, el cuarto cuerpo tiene una profundidad de 700m al norte y a 1,450m hacia la zona central. Estos estudios sísmicos fueron realizados por Proyecto Texcoco (SHCO, 1969).

El agua se obtiene principalmente de pozos con una producción media de 25 litros por segundo; el volumen anual extraído se calcula en 56.119 miles de m^3. El uso del agua en miles de m^3en orden decreciente se calcula en: 47.739 para uso agrícola, 7.100 para uso doméstico y servicios públicos, 698 industrial y 502 pecuario. La calidad del agua es de regular a buena.

Desde 1972 está restringida la perforación de nuevos pozos para cualquier fin o uso, debido a la sobreexplotación de las aguas subterráneas y la reducción del nivel de los mantos acuíferos, sin embargo dentro de la Zona Federal existen más de 350 pozos, de los cuales algunos corresponden a los perforados por el Proyecto Texcoco de 1967 a 1969, y otros de ellos se encuentran cancelados y sellados, mientras que otros están obstruidos total o parcialmente y fuera de uso; algunos otros se encuentran en operación y abastecen con agua salobre a estanques piscícolas y al vivero forestal o al Lago Recreativo, para conservar el hábitat de especies animales de la región y la producción de peces.

Las aguas subterráneas (Comisión del Lago de Texcoco, 1982) son de tres tipos: aguas someras o de las capas superficiales, aguas de pozos someros y profundidad media y los mantos acuíferos profundos. Las aguas someras, presentan un elevado contenido de sales, el cual decrece con los diversos niveles de profundidad. Los mantos acuíferos profundos por sus características químicas son utilizados para fines de consumo.

Aire

Para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en 1988, se ejecutó un programa de obras con la finalidad de reducir la generación de partículas suspendidas en el Lago de Texcoco, con lo cual se ayudó a mantener la calidad del aire. Los trabajos ejecutados incluyeron actividades de conservación en la parte alta de la cuenca, mejoramiento de la infraestructura para sembrado de pasto y forestación en el Lago de Texcoco, y apoyo para concluir la construcción de dos módulos de la planta de aireación a contracorriente, para producir 500 l/s de agua tratada que se utilizarán en los programas de reforestación y para la zona ecológica del municipio de Nezahualcóyotl (Muciñio, 2001).

En el caso del área del proyecto, las fuentes de emisiones a la atmósfera por el desarrollo de tipo industria es escaso, los gases generados de combustión que pueden alterar la calidad del aire son principalmente vehículos automotores particulares.

Por su naturaleza de infraestructura hidráulica el proyecto, en ninguna de sus etapas de desarrollo generará emisiones al aire que afecten de manera significativa la calidad de aire de la zona que actualmente prevalece. Los efectos negativos que se presenten en el entorno serán temporales y puntuales, mismos desaparecerán una vez concluidas las obras del proyecto.

De acuerdo al Inventarío de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco, 2004, en los Municipios Conurbados del Valle de México, durante el año 2004 se emitieron 1’050,588.1 toneladas anuales de contaminantes a la atmósfera, de las cuales el 72.4% corresponde a las fuentes vehiculares, el 20.5% a las fuentes de área , el 4.0% a las fuentes erosivas y biogénicas y el 3.2% a las fuentes industriales.

En el caso de la Microcuenca en el año del 2004, las emisiones de tipo industrial fueron escasas debido al poco desarrollo de esta actividad productiva. Las emisiones de PM_{10} por erosión eólica fueron estimadas en 3,739.3 toneladas anuales; de las cuales las áreas agrícolas aportan el 65.8% de la emisión total y el 34.2% restante corresponde a otras fuentes de erosión. Los municipios con emisiones mayores a 200 toneladas fueron: Ixtapaluca, Chalco, Axapusco, Temascalapa, Nopaltepec, Amecameca y Juchitepec y en conjunto estos generan el 46.5% de las emisiones totales.

Vientos Dominantes

En Texcoco los vientos dominantes aunque tienen una dirección prevaleciente del N pueden soplar de otras direcciones como NE, E y S. Los vientos fuertes (mayores de 4 m/s) pueden soplar de N, NE y E.

Evolución diurna de los vientos

En un ciclo diurno los vientos son débiles (de 1 a 2 m/s) durante la segunda mitad de la noche y hasta después del mediodía comienzan a tomar velocidad, a partir de las 15 horas se aceleran alcanzando su máximo (de 6 a 8 m/s) al caer la tarde, entre las 5 y 7 p.m.

Rachas de Viento

Durante las horas de la tarde y hasta el anochecer el viento viene acompañado de aceleraciones instantáneas (del orden de segundos) que pueden alcanzar entre 10 y 18 m/s (36 a 65 km/h). Estos vientos arrachados originan durante la estación seca (noviembre a abril) la erosión de los suelos desnudos de vegetación natural o aquellos en barbecho.

IV.2.1.2. Medio biótico

Vegetación

Debido al tipo de clima, variedad de suelos, al relieve y las actividades humanas, los tipos de vegetación principales que se desarrollan en la Región están representados por bosque de encino, bosque de pino, bosque de oyamel y bosque mixto los cuales se localizan en la Sierra de Río Frío; el matorral crasicaule y pastizal inducido se sitúan en la Sierra de Patlachique; y la vegetación acuática del tipo halófita se desarrolla en los humedales del Lago de Texcoco. Derivado de las actividades de reforestación también existen bosques cultivados.

Bosque de pino

Se desarrolla en las partes altas de la Sierra de Río Frío. Entre las especies arbóreas dominantes de pinos están: *Pinus hartweggi*, *P. rudis, P. montezume y P. teocote,* asimismo, en el estrato arbustivo los géneros más comunes son: *Eupoatorium, Senecio, Arctostaphylos, Baccharis, Stevia*y *Buddleia*. En el estrato herbáceo destacan las especies leguminosas *Lupinus exscelsa* y *Lupinus montana* y de gramíneas como *Festuca tolucensis.*

Bosque de oyamel

Se presenta principalmente en lugares de clima frío, en los lugares más altos de la Sierra de Río Frío. Esta comunidad vegetal presenta un ecotono con el bosque de pino, por lo que es común encontrar cinturones donde las especies de *Pinus* se encuentran mezcladas con las de oyamel. La especie dominante en esta comunidad es *Abies religiosa*. Donde las condiciones lumínicas lo permiten, existe un estrato arbóreo inferior formado por *Garrya ovata*, *Buddleia sp* e individuos juveniles de *Abies religiosa*. Dentro del estrato herbáceo, las familias mejor representadas son *Asteraceae* y *Gramineae*.

Bosque de encino

Su estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 15 y 25 metros, las especies dominantes pertenecen a *Quercus rugosa, Q. laeta*y *Q. mexicana* y suelen ir acompañadas por especies de los géneros *Arbutus, Buddleia, Alnus*y *Cupressus*. El estrato arbustivo está constituido por distintas especies de las familias *Compositae*, *Labeate*, *Gramineae* y *Leguminosae* que resultan ser las más importantes.

Matorral crasicaule

Se desarrolla en la Sierra de Patlachique, donde es frecuente encontrar especies de la familia de las cactáceas como los nopales (*Opuntia streptacantha, O. tunicata, O. robusta* y *O. tomentosa*), así como uña de gato (*Mimosa biuncifera y M. aculeaticarpa*), huizaches (*Acacia schaffneri*), cenicilla (*Zaluzania augusta*) y palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*).

En ciertas áreas con altos índices de perturbación y que fueron reforestadas se encuentran bosques cultivados los cuales no presentan una estructura claramente definida, ni una fase de crecimiento dominante. En éstos se pueden observar especies de pino, cedro, fresno, álamo y otras especies exóticas como el eucalipto, la casuarina y la jacaranda. Este tipo de plantaciones pueden observarse en los municipios de Tepetlaoxtoc y Texcoco.

Vegetación Halófila.

La constituyen comunidades vegetales arbustivas o herbáceas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales, en partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas, cerca de lagunas costeras, área de marismas, etcétera. Esta comunidad se caracteriza por especies de baja altura y por la dominancia de pastos rizomatosos y tallos rígidos, además de una escaza cobertura de especies arbustivas. Se desarrolla en partes bajas de

las cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas, en donde los factores climáticos y geológicos dieron origen áreas salinas. Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex spp*.), romerito (*Suaeda spp.),* vidrillo (*Batis maritima*), hierba reuma (*Frankenia spp.),* alfombrilla (*Abronia maritima*) y lavanda (*Limonium spp*.). Otras especies capaces de soportar estas condiciones son verdolaga (*Sesuvium spp*.), zacate toboso (*Hilaria spp*.), zacate (*Eragrostis obtusiflora*), entre varias más.

El uso principal de algunas especies de esta comunidad son alimento para el ganado bovino, tal es el caso del chamizo (*Atriplex spp*.) y algunas especies de pastos como zacate toboso (Hilaria sp.) y zacate (*Eragrostis obtusiflora*). Son comunes las asociaciones de *Atriplex spp., Suaeda spp., Batis maritima, Abronia maritima, Frankenia spp*., entre otras.

La Vegetación Halófila, característica de suelos con alto contenido de sales solubles puede asumir formas diversas, florística, fisonómica y ecológicamente diferentes, pues pueden dominar en ellas formas herbáceas, arbustivas y aun arbóreas. Tal hecho se debe, al menos en parte, a que los suelo salinos se presentan en condiciones climáticas variadas y además, a que también las características edáficas varían tanto en lo que concierne a la cantidad y tipos de sales, como a la reacción pH, textura, permeabilidad, cantidad de agua disponible, etcétera.

Los suelos con exceso de sales son particularmente frecuentes en los lugares cercanos a la costa y en las regiones de clima árido, aunque también existen en otras partes. Fuera del ambiente litoral, son comunes en las partes bajas de las cuencas endorreicas. Salvo muy raras excepciones, se trata de suelos profundos, de origen aluvial, que varían desde muy arcillosos, como es el caso de la mayor parte de los fondos de antiguos lagos, hasta arenas sueltas, que abundan principalmente en los litorales. Los suelos salinos rara vez se presentan en México en altitudes superiores a 2 500 msnm, pero aun así están sujetos a condiciones climáticas muy diversas.

Los climas varían también de muy extremosos a francamente isotérmicos. Con respecto a la composición florística de las comunidades halófilas, es interesante señalar que al mismo tiempo que incluyen géneros y especies de distribución muy vasta, algunos casi cosmopolitas, tampoco son raros en ellas los endemismos, tanto en el litoral, como en condiciones continentales. Las familias mejor representadas son Gramineae y Chenopodiaceae, mereciendo mención especial las Frankeniaceae, cuyos miembros llegan a ser muy importantes en el noroeste de México. La suculencia es una característica frecuente en las halófitas de familias diferentes, así como la reproducción vegetativa y la alta presión osmótica.

Pastizal inducido

Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar.

Como ya se señaló con anterioridad, los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. De esta manera se tiene la

categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de Pinus y de Quercus, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares al Pastizal de Alta Montaña, formado por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa* y *Calama-grostis*son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo período de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses. Las dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua, Cathestecum, Hilaria, Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas.

Agricultura de temporal

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por períodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un

mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

Agricultura de riego

Estos agrosistemas utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, por ejemplo la aspersión, goteo, o cualquier otra técnica, es el caso del agua rodada (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta), por bombeo desde la fuente de suministro.

Vegetación en los márgenes de los ríos

De acuerdo a lo observado, en los márgenes de los ríos se encuentra vegetación de tipo secundaria, encontrando principalmente Casuarina (*Casuarinaceae sp*), eucalipto (*Eucalyptus sp*), pirul (*Schinus molle*) e higuerilla (*Ricinus communis L.*), todas ellas no son nativas de nuestro país. La presencia de esta especies han causado efectos adversos a la vegetación nativa del área de influencia del proyecto, derivado de una mala planeación en la reforestación.

El área aledaña a los Ríos de Oriente presenta principalmente una vocación agropecuaria, lo cual ha originado un desplazamiento de la fauna y erradicado la flora original en una gran extensión del territorio municipal por donde atraviesa cada río. La práctica extensiva de la agricultura así como los viejos métodos de dejar libre al ganado en el monte a libre pastoreo, han desplazado a la flora silvestre de su hábitat natural. Así mismo la introducción de la fauna doméstica como gatos, perros y ganado, ha causado una merma importante en estos recursos florísticos.

Dado el valor ambiental de la vegetación, así como por su enorme potencial económico, los invaluables servicios que presta y por razones estéticas, la

biodiversidad florística de este lugar debió ser considerada como un recurso de gran valor para la población que originalmente habitó estos lugares. Sin embargo y al paso del tiempo, los pobladores actuales así como diversos factores sociales como lo es la explosión demográfica y la marginación, que han originado la pérdida de la vegetación original y sus elementos faunísticos sean la consecuencia de una falta de conservación que día a día se incrementó hasta llegar a ser lo que es hoy, modificando dramáticamente el entorno y provocando la degradación de los cuerpos de agua, con residuos sólidos en su cauce y en su talud, olores nauseabundos que derivan en problemas ambientales de gran magnitud. A esto se adiciona que el agua representa un vector importante que afecta la salud de las poblaciones aledañas, debido a que es utilizada en gran medida para el riego agrícola. En este sentido no existirá remoción vegetal natural, sin embargo con las medidas de compensación propuestas en el capítulo VI de este documento, la vegetación nativa se verá incrementada. Por lo anterior es factible considerar el desarrollo del proyecto como una opción viable puesto que el saneamiento de los ríos y las medidas de compensación en materia de reforestación brindarán una mejor condición ambiental que la actual.

Fauna

En el Estado de México están presentes dos zonas biogeográficas: la neotropical y la neártica. La primera abarca la depresión del Río Balsas hacia el sur, y la segunda abarca las sierras montañosas y lomeríos de la porción centro y norte de la entidad. Por tanto, las especies de fauna silvestre de la Microcuenca Texcoco, son características de la zona neártica. La fauna silvestre está representada por distintas especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios restringidos en las áreas no perturbadas de los bosques existentes.

Biodiversidad del Estado de México

El Estado de México por su situación geográfica, variado relieve y diversidad de áreas climáticas es una entidad con gran biodiversidad. Los registros establecen

que dentro del Estado existen al menos 3,524 especies de plantas y 125 especies de mamíferos y 490 de aves (Ceballos, 2009).

Parte importante de la biodiversidad existente en el Estado de México son las especies endémicas, es decir, aquellas especies que se adaptan a condiciones específicas. En el territorio mexiquense se tienen registradas las siguientes diez especies con endemismo, que incluyen a peces, anfibios y aves (Tabla IV.5).

Tabla IV.5.- Número de vertebrados por clase zoológica, endémicos en el Estado de México

STATUS	PECES	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS	TOTAL
Endémicos en el Estado de México	4	5	0	1	0	10

Fuente: Flores, V. O. y P. Geres, Biodiversidad y Conservación en México. Vertebrados, vegetación y uso del suelo.

Entre la fauna silvestre característica de la entidad, existen especies endémicas y migratorias, dependiendo de que vivan en el lugar de manera constante o temporal. Destaca entre ellas la abundancia de aves migratorias, procedentes del norte del continente americano. De acuerdo con algunos autores, existen en la entidad más de 600 especies de fauna silvestre, considerando únicamente a los vertebrados (mamíferos, reptiles, aves, peces y anfibios).

En las porciones montañosas donde existe un mayor porcentaje de especies neárticas, las comunidades faunísticas de los bosques templados (coníferas y latifoliadas) se distribuyen hacia el centro, este y norte del estado.

Estas comunidades están caracterizadas por mamíferos de talla pequeña como el conejo castellano y de monte, ardillas grises (*Sciurus aureogaster)*, rojas (*Sciurus oculatus tolucae)* y negras (*Sciurus sp.*), ardillón (*Spermophilus mexicanus)*, topos (*Pappogeomys merriami),* ratas y ratones de los volcanes (*Neotomodon alstoni)*, comadrejas (*Mustela frenata)*, zorrillos (*Conepatus mosoleucus)*, zorras (*Urocyon cinereoargenteus)*, murciélagos de varias especies (*Anoura geofroyi, Leptonycteries sauborni, Plecotus mexicanus)* y tejones .

Las aves de los bosques templados ocupan un estrato preferente, mientras algunas especies viven en el sotobosque, otras realizan su mayor actividad en el estrato arbóreo. Las aves rapaces, del orden de los falconiformes, construyen sus nidos en las zonas más altas de las montañas; otras, como los zopilotes (*Coragyps atratus)*, cumplen una función dentro de la cadena trófica pues se alimentan de carroña. Las aves de canto melodioso son utilizadas como especies domésticas, entre ellas el clarín, el jilguero (*Carduelis sp.)* y el zenzontle (*Mimus polyglottos)*.

Son también notables los carpinteros (*Melanerpes sp.),* los trepadores (*Lepidocolaptes sp*.), los colibríes (*Amazilia beryllina, Hylocharis leucotis),* los azulejos, los tordos, los búhos, las codornices y las gallinas de monte (*Dendrortyx macroura)*, también algunos depredadores como la aguililla de cola roja (*Buteo jamaicensis),* las cercetas (*Anas cyanoptera)*, los gavilanes (*Buteo albonotatus)*, los zopilotes (*Coragyps atratus)* y los cuervos (*Corvus corax)*, estos últimos son especies migratorias. Estas comunidades viven o habitan en los cuerpos de agua estancados o en ríos.

Entre los anfibios y reptiles puede mencionarse a las salamandras, (*Pseudoeurycea sp*), lagartijas (*Sceloporus sp*.), culebras (*Pituophis d. deppei*) y víboras de cascabel (*Crotalus sp*).

En los grandes volcanes de la entidad (Nevado de Toluca, Popocatépetl e Iztaccíhuatl) existe una comunidad faunística denominada de “ambientes alpinos”, que guarda estrecha relación con la del bosque templado, y a pesar de compartir varias de sus especies con éste, se le considera como una unidad aparte por el hecho de presentar organismos que viven solamente en zacatonales alpinos; tal es el caso del zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*), especie endémica localizada en las partes elevadas del Popocatépetl e Iztaccíhuatl, principalmente.

En la región de las selvas cálido-secas se localizan especies con mayor afinidad neotropical; Allí se encuentran las comunidades faunísticas correspondientes a las

selvas bajas caducifolias. La fauna más representativa está formada por mamíferos como el coatí (*Nassua nassua*), el tlacuache (*Didelphis virginiana*), el armadillo (*Dasypus novemcintus*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), el murciélago (*Myotis velifer*, *Plecotus mexicanus*) y algunos jabalís.

Entre los reptiles y anfibios cabe mencionar a las iguanas (*Iguanide sp*.), las víboras, las culebras (*Pituophis sp*.), y las ranas (*Hyla smaragdina*). Con respecto a las aves, abundan las codornices (*Cyrtonyx montezumae*), las chachalacas (*Ortali sp*.), los periquitos (*Aratinga nana* y *A. canuloria*), las cotorras (*Rhynchopsitta sp*.) y las palomas (*Columba sp*), así como también se encuentran algunas aves depredadoras y migratorias como los gavilanes (*Accipiter sp*.), los halcones (*Falco sp*.), las águilas (*Buteo ceneatus*, *B. swainsoni*), los quebrantahuesos (*Cathartes aura*) y los zopilotes (*Coragyps atratus*), todos ellos escasos hoy en día.

Atención especial merece el caso del vampiro (*Desmodus rotundus*), especie que afecta sensiblemente la actividad ganadera del sureste y suroeste del estado, pues esta especie es transmisora de la rabia bovina.

La fauna propia de los matorrales xerófilos, ubicada al norte y noreste de la entidad en las porciones semisecas, se compone principalmente de liebres (*Lepus californicus*), conejos (*Sylvilagus floridanus*), ratones de campo (*Peromyscus melanotis*) y coyotes (*Canis latrans*) entre los mamíferos; éstos tienen algunos visitantes eventuales de otras comunidades, fenómeno observado sobre todo en las proximidades con otros tipos de vegetación.

Entre los anfibios y reptiles presentes se cuentan los sapos (*Bufo sp*.), camaleones (*Phrynosoma orbiculare*), lagartijas (*Sceloporus splas*), culebras (*Pituophis d. deppei*) y víboras de cascabel (*Crotalus sp*.). Las aves de rapiña como los gavilanes coliblancos, búhos (*Stirix sp*.), lechuzas (*Tito alba*), halcones y aguilillas (*Falco sp*.), son de vital importancia para evitar la excesiva proliferación de ratones y demás roedores perjudiciales para la agricultura.

La fauna de ciénegas y cuerpos de agua está compuesta por especies típicas de estos ambientes como el pescado blanco del Lerma, charales (*Chirostoma sp*) y jumiles, además de anfibios como ajolotes (*Ambystoma lacustris, A. lermaense*) y acociles (crustáceos), consideradas de suma importancia debido al hecho de ser especies endémicas restringidas a la porción central de la República Mexicana. También se encuentran tortugas (*Kinosternon integrum*), culebras (*Thamnophis sp.*) y aves como el pato altiplanero (*Anas platyrhynchos diazi*).

Otro grupo es la fauna antropógena, la cual se entremezcla con el resto de las comunidades naturales en aquellos sitios donde existe degradación o modificación del ambiente natural debido a las actividades humanas (por ejemplo, los campos agrícolas, los bosques de coníferas perturbados; o bien, los asentamientos humanos); está conformada por mamíferos tales como ratas, ratones, tuzas, tlacuaches y hasta coyotes; por algunas lagartijas como parte de los reptiles, y algunas especies de aves adaptables a los humanos, como el caso de los gorriones, primaveras, saltaparedes y palomas.

Rutas migratorias

Las aves migratorias que llegan a invernar al Estado de México proceden de Canadá, de Alaska y del norte de Estados Unidos. Los patos y, en menor escala, los gansos cruzan la altiplanicie mexicana siguiendo la ruta central; pueden tomar dos direcciones, una hacia el centro de la república y otra que los conduce hacia Veracruz y Tabasco. Las aves se distribuyen en todo el territorio estatal, en los lugares donde existen zonas lacustres, cubiertas por tulares.

Entre los patos migratorios que llegan a la entidad tenemos la cerceta de alas azules (*Anas cyanoptera* y *A.discors*), el pato golondrino (*A. acuta*), el pato pinto (*A. strepera*) y el pato cuaresmeño (*Spatula clypeata*), entre otros.

Poco conocida, pero de gran importancia, es la inmigración de murciélagos procedentes de Norteamérica, que ocurre durante el invierno. Se reportan varias

docenas de especies que realizan estos movimientos migratorios. Por sus hábitos alimenticios (insectívoros), coadyuvan al mantenimiento de bajos niveles de poblaciones de insectos que, de no existir este tipo de fauna, podrían llegar a convertirse en plaga.

Especies con estatus

Con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se han identificado 50 especies consideradas con estatus, 10 de flora y 40 de fauna. Del total de las especies registradas, seis se encuentran en peligro de extinción y 18 están amenazadas. Si atendemos a los dos grupos mencionados, flora y fauna, se tiene que el 1.1% de las especies del Estado de México se encuentran en riesgo de desaparecer, como se observa en la Tabla IV.6. Hasta la fecha se tiene el registro de la extinción de una sola especie: el zanate de Lerma (*Quiscalus palustris*), ave endémica y restringida a la ciénaga de Lerma.

Tabla IV.6.-Especies con estatus en el Estado de México.

ESPECIE	ESTATUS (3)	NOMBRE COMÚN
FAUNA		
MAMÍFEROS		
Dipodomys phillipsii	Rara *	Rata canguro
Felis yagouaroundi	Amenazada	Leoncillo
Glaucomys volans	Amenazada	Ardilla voladora
Leptonycteris sanborni	Amenazada	Murciélago
Taxidea taxus	Amenazada	Tlacoyote
AVES		
Buteo jamaicensis	Protección especial	Aguililla colirrufa
Crax rubra	Amenazada	Hocofaisán
Cyanolyca nana	En peligro *	Chara enana
Dendrortyx macroura	Protección especial	Perdiz
Falco peregrinus	Amenazada	Halcón peregrino

Vireo atricapillus	Amenazada	Vireo gorrinegro
REPTILES		
Barisia imbricata	Rara *	Escorpión
Barisia rudicollis	Rara *	Escorpión
Crotalus polystictus	Protección especial *	Víbora de cascabel
Crotalus transversus	En peligro *	Víbora de cascabel
Eumeces copei	Rara *	Lagartija azul
Eumeces lynxe	Rara *	Lagartija
Gerrhonotus liocephalus	Rara	Lagartija
Heloderma horridum	Amenazada *	Monstruo de gila
Kinosternon herrerai	Protección especial *	Tortuga de lodo
Kinosternon hirtipes	Protección especial	Tortuga de lodo
Lampropeltis mexicana	Amenazada *	Falsa coralillo
Phrynosoma orbiculare	Amenazada *	Lagartija cornuda
Salvadora bairdi	Rara *	Culebrita
Sistrurus ravus	Protección especial *	Víbora de cascabel
ANFIBIOS		
Ambystoma bombypellum	Protección especial *	Ajolote
Ambystoma granulosum	Protección especial *	Ajolote
Ambystoma lermaensis	Protección especial *	Ajolote
Ambystoma mexicanum	Protección especial *	Ajolote
Chiropterotriton chiropterus	Rara *	Ajolote
Hyla bistincta	Rara *	Rana arborícola
Hyla plicata	Amenazada *	Ranita verde
Pseudoeurycea altamontana	Rara *	Salamandra
Pseudoeurycea belli	Amenazada*	Salamandra
Pseudoeurycea leprosa	Amenazada *	Salamandra
Pseudoeurycea longicauda	Rara *	Salamandra
Pseudoeurycea robertsi	Amenazada *	Rana leopardo
Rana montezumae	Protección especial *	Salamandra
Rhyacosiredon leorae	Amenazada *	Salamandra

Rhyacosiredon zempoalensis	Amenazada *	Salamandra

Fuente: 1) Atlas General del Estado de México. 1993. IIIGECEM; 2) Flores, V. O. y P. Jerez, Biodiversidad y Conservación en México; 3) Norma Oficial Mexicana NOM 059-SEMARNAT-2002.

Cabe mencionar que ninguna de estas especies se encuentra en la parte de afectación del proyecto. Por lo que sólo se mencionan por ser especies de importancia en el estado.

Composición de las comunidades de fauna presentes en el área de estudio

Durante la prospección de campo se encontró la evidencia de 9 especies de fauna silvestre, dentro las áreas de cuerpos de agua. Las aves registradas se observaron mediante el método de observación directa. La única especie de mamífero (conejo) fue registrado por parte de las excretas encontradas en la prospección del área de estudio. No se observaron especies de anfibios y reptiles.

Para el registro de aves, se utilizó la observación directa, toma fotográfica. Esta identificación de las aves se efectuó con ayuda de binoculares de 7X25mm marca Bruntton. Y el apoyo de las guías de campo (*National Geographic Society*, 2006; Peterson y Chalíf, 1989); durante el desarrollo de los censos se tomaron los siguientes datos: especie, número de individuos, hora, y otras observaciones de utilidad, con esos datos se realizó el inventarío de especies. En cuanto al registro de mamíferos, sólo se encontró sobre el camino, excretas de conejo.

Durante la prospección de campo se obtuvo el registro de 8 aves que descansaban, nadaban volaban por el lago de Nabor Carrillo, así como la evidencia (excreta) de la especie reportada. La presencia de fauna silvestre en el sitio se considera del proyecto es baja y por lo que se reitera que no se afectara en alguna forma.

La delimitación de una región con base en la cubierta vegetal y el clima, no siempre es fácil y clara, ya que los límites de distribución geográfica y altitudinal de

las especies, son independientes entre sí y graduales en relación con los parámetros ambientales (Puig, 1991). Del mismo modo el aspecto faunístico de los municipios involucrados en el estado de México es poco conocido, ya que existen pocas referencias sobre estudios particulares de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos); sin embargo, se cuenta con trabajos muy generales en los que se reportan especies típicas de esta localidad.

De acuerdo a la revisión bibliográfica y la prospección de campo, las especies encontradas no se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla IV.7).

Cabe aclarar que estas especies fueron observadas dentro del área federal del Lago de Texcoco y de manera específica en la Laguna Nabor Carrillo, es preciso aclarar que dada la mala calidad de agua de los 9 Ríos por contaminación con agua residual descargadas en sus cauces no existe presencia de fauna silvestre acuática en los mismos, mientras que en sus márgenes no se detectó la presencia de fauna silvestre debido a la alta actividad antropogénica que se realiza en la zona, aunado a esto la mala calidad del agua por su alto grado de contaminación no es un fuente de abastecimiento para esta fauna silvestre.

Tabla IV.7.- Especies observadas en áreas aledañas donde desembocan los ríos.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	EVIDENCIA
AVES			
Anas cyanoptera	Cerceta canela		Visual
Anas clypeata	Pato cuchara		Visual
Fulica americana	Gallareta americana		Visual
Ardea alba	Garza blanca		Visual
Himontopus mexicanus	Avoceta de pico		Visual

	recto		
Phoenicopterus ruber	Flamingo		Visual
Recurvirostra americana	Avoceta americana		
Passer domesticus	Gorrión común		
MAMÍFEROS			
Sylvilagus sp	Conejo		excreta

La Figura IV.14 muestra las diferentes especies observadas durante los recorridos de campo.



Cerceta canela (*Anas cyanoptera*)



Pato cuchara (*Anas clypeata*)





Galletera americana (*Fulica americana*)



Avoceta de pico recto (*Himontopus mexicanus*)



Flamingo (*Phoenicopterus ruber*)



Garza blanca (*Ardea alba*)



Avoceta americana (*Recurvirostra americana*)

Gorrión común (*Passer domesticus*)



ENTREGA

Figura IV.14.- Especies halladas durante los recorridos en campo

Mediante la observación directa se observaron, 8 especies de aves y evidencia de la presencia de un mamífero, donde se encontró sólo las excretas en una parte del trazo.

Es importante destacar que el efecto adverso sobre la fauna silvestre en esta zona será muy reducido, debido a la naturaleza del proyecto que trata de una obra puntual, debido a las actividades humanas en los márgenes de la carretera y las áreas aledañas y que el trabajo se llevara en temporada de estiaje. Se espera que una vez concluido el proyecto, el ecosistema no se afectara considerablemente y las condiciones ambientales para la fauna presente retornarán sin mayor incidencia.

Consecuentemente, no se afectarán posibles rutas o corredores biológicos, ni se fragmentará el ecosistema existente que interfiera con la distribución y desplazamiento de fauna silvestre en la zona del proyecto. Los efectos a la presencia y desplazamiento de la avifauna serán temporales y puntuales, toda vez que terminado el proyecto los patrones de desplazamiento, de existir alguno, retornarán sin provocar mayor afectación.

IV.2.1.3. Medio Socioeconómico

Como se mencionó con anterioridad, el área de estudio corresponde a la Microcuenca Texcoco, por lo que el análisis socioeconómico corresponde a los municipios que la integran. Sin embargo el proyecto afectará de manera distinta a sus habitantes dependiendo de la cercanía a las obras, por lo que el análisis distingue a 9 municipios cuyos habitantes tendrán un impacto más significativo con las obras propuestas (Tabla IV.8).

Tabla IV.8.- Municipios directamente relacionados con el proyecto

MUNICIPIOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL PROYECTO
Atenco
Texcoco
Chimalhuacán
Nezahualcóyotl
Ecatepec de Morelos
San Martín de Las Pirámides
Otumba
Acolman
Tepetlaoxtoc

En estos municipios, los Planes Municipales de Desarrollo Urbano identifican como principales usos de suelo a la actividad agrícola y los asentamientos humanos, por lo que se hará especial énfasis en estas actividades y en cómo se verán afectados por los proyectos de regulación de avenidas en el vaso de Texcoco.

Dinámica poblacional

El total de población de los nueve municipios relacionados con el proyecto es de 3.8 millones de personas, aunque en los tres municipios con una relación más estrecha con la zona sólo hay 0.9 millones. De estos tres municipios, el que concentra el 68% de la población es Chimalhuacán, seguido por Texcoco con un 26% (Tabla IV.9).

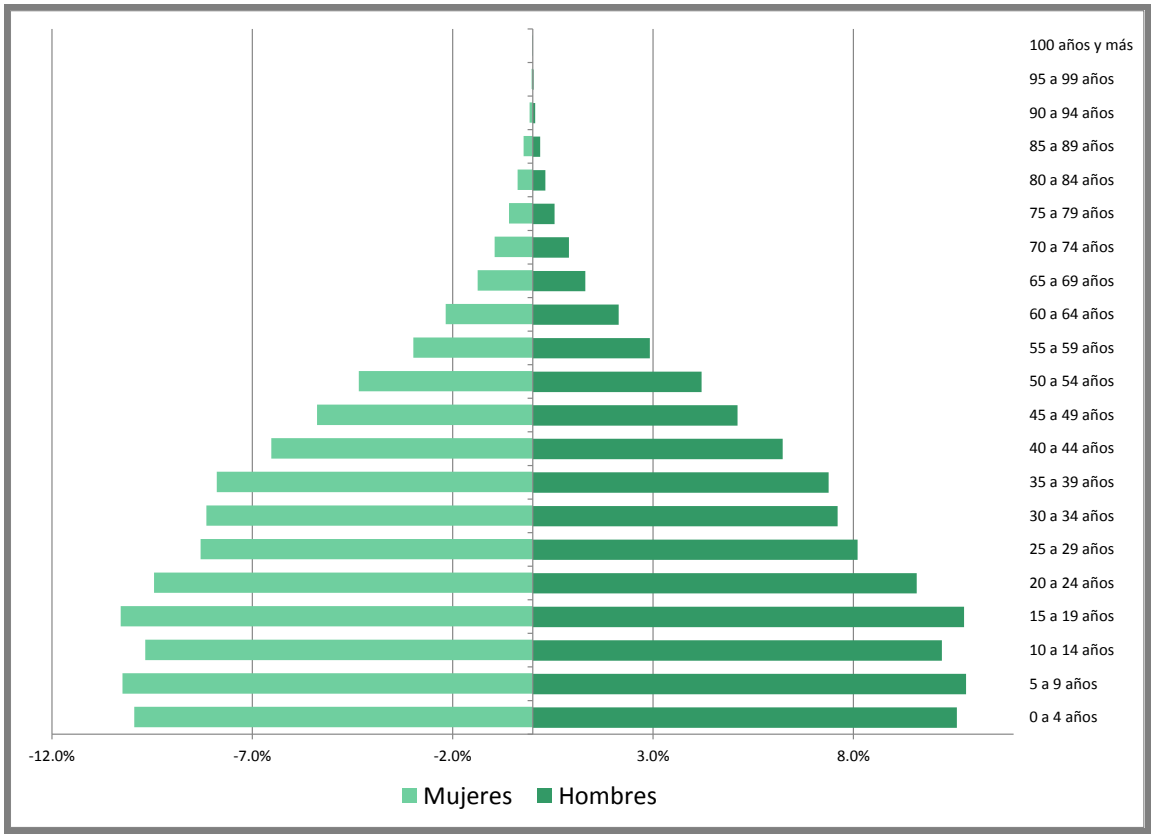
Tabla IV.9.- Población de los municipios relacionados con el proyecto

POBLACIÓN DE LOS MUNICIPIOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO					
MUNICIPIOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Municipio	Hombres	Mujeres	Total	% de población relacionada
	Atenco	27,933	28,310	56,243	6%
	Texcoco	115,648	119,503	235,151	26%
	Chimalhuacán	302,297	312,156	614,453	68%
MUNICIPIOS MENOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Acolman	68,392	68,166	136,558	5%
	Ecatepec de Morelos	806,443	849,664	1,656,107	55%
	Nezahualcóyotl	536,943	573,622	1,110,565	37%
	Otumba	17,330	16,902	34,232	1%
	San Martín de las Pirámides	12,278	12,573	24,851	1%
	Tepetlaoxtoc	13,714	14,230	27,944	1%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

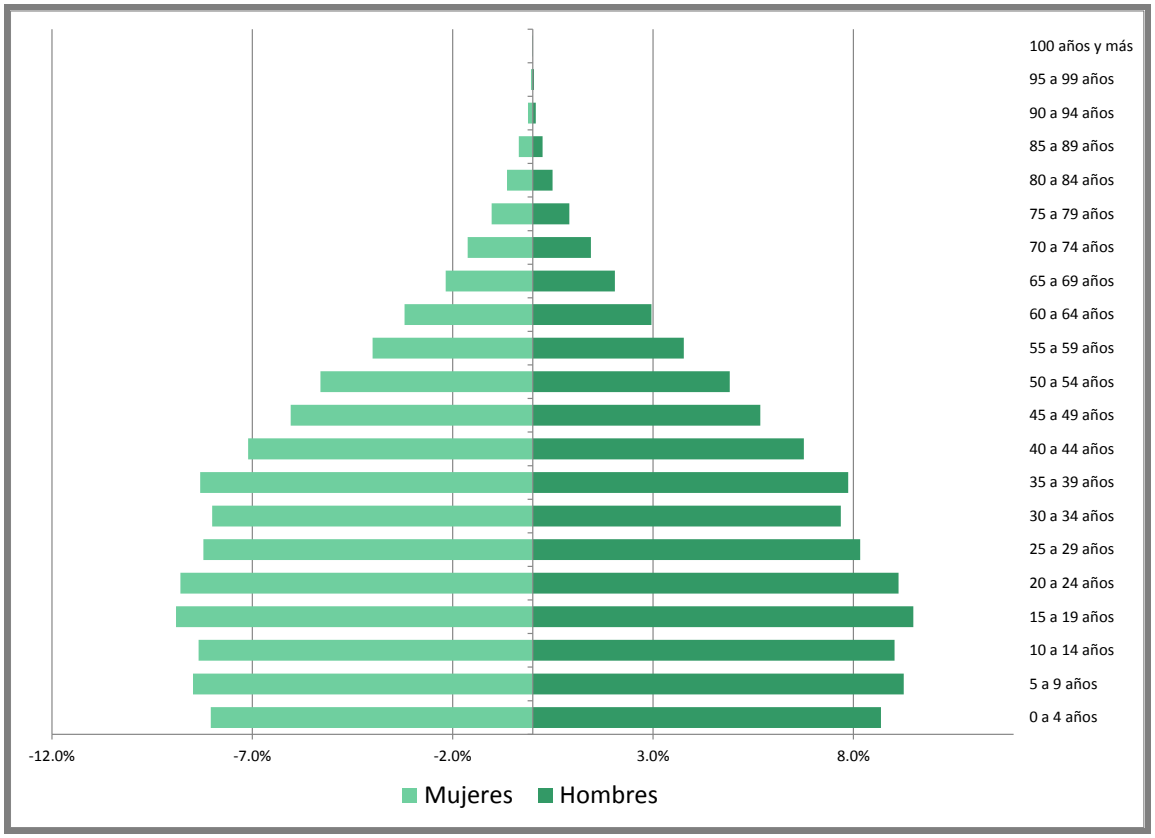
Al analizar la estructura por edad de la población tanto en los municipios con mayor cercanía a la zona del proyecto como en los más lejanos, pueden observarse diferencias significativas. Mientras que en los municipios más relacionados con el proyecto la población es más joven, en el segundo grupo de municipios la transición demográfica está más avanzada (más personas en edad madura y menos niños) y se asemeja más a la dinámica nacional, lo cual se debe principalmente a los municipios de Ecatepec y Nezahualcóyotl que forman parte de la zona conurbada del Distrito Federal. En cambio, los municipios de Atenco, Texcoco y Chimalhuacán tienen una estructura demográfica característica de zonas semiurbanas, donde la presencia de niños es similar a la de los jóvenes. La población de la Microcuenca de Texcoco es relativamente joven, en relación con la

población de todo el Estado de México, destaca la cantidad de niños entre 5 y 9 años de edad, y la jóvenes entre 15 y 19 años de edad (Figura IV.15 y Figura IV.16).



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

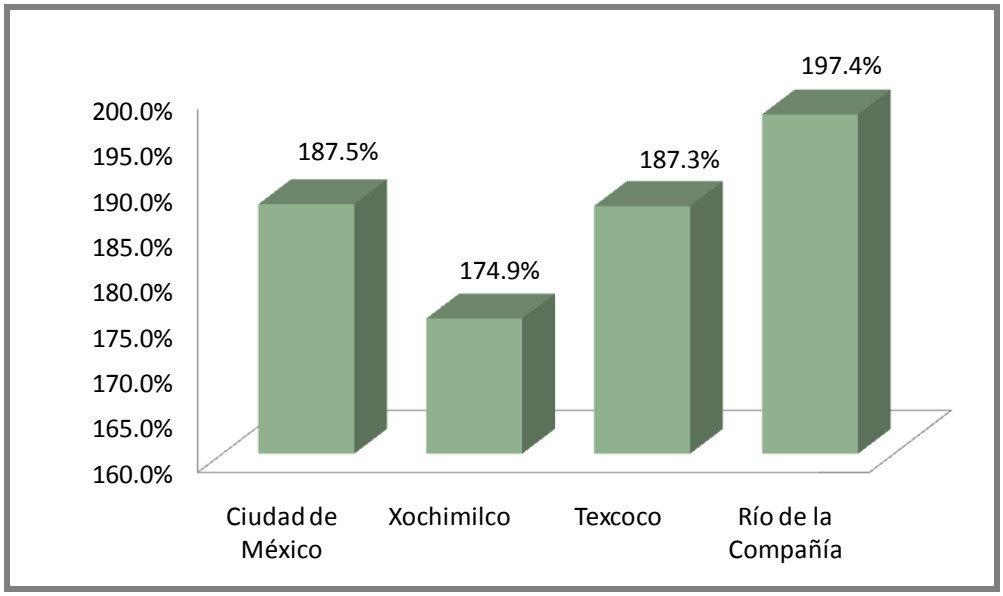
Figura IV.15.- Relación poblacional por edad y género en los municipios directamente relacionados con el proyecto



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura IV.16.- Relación poblacional por edad y género en los municipios menos relacionados con el proyecto

Las condiciones de vida en la Microcuenca de Texcoco son comparables a las de la Ciudad de México, ya que el porcentaje de hijos nacidos vivos de la población femenina de 12 años o más es de 187.3%, mientras que este porcentaje, en los municipios que componen la Microcuenca de la Ciudad de México, alcanza 187.5%. Este indicador es un resumen de las condiciones sociales que prevalecen en un territorio. Llama la atención el hecho de que el porcentaje de hijos nacidos vivos de la población femenina de 12 años o más es de 197.4% en los municipios que componen la Microcuenca del Río de la Compañía (Figura IV.17), lo que nos habla de mejores condiciones de vida en esta región, al menos para una parte de la población, lo que incide en el indicador promedio.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura IV.17.- Porcentaje de hijos nacidos vivos de la población de 12 años o más de los municipios de las microcuencas

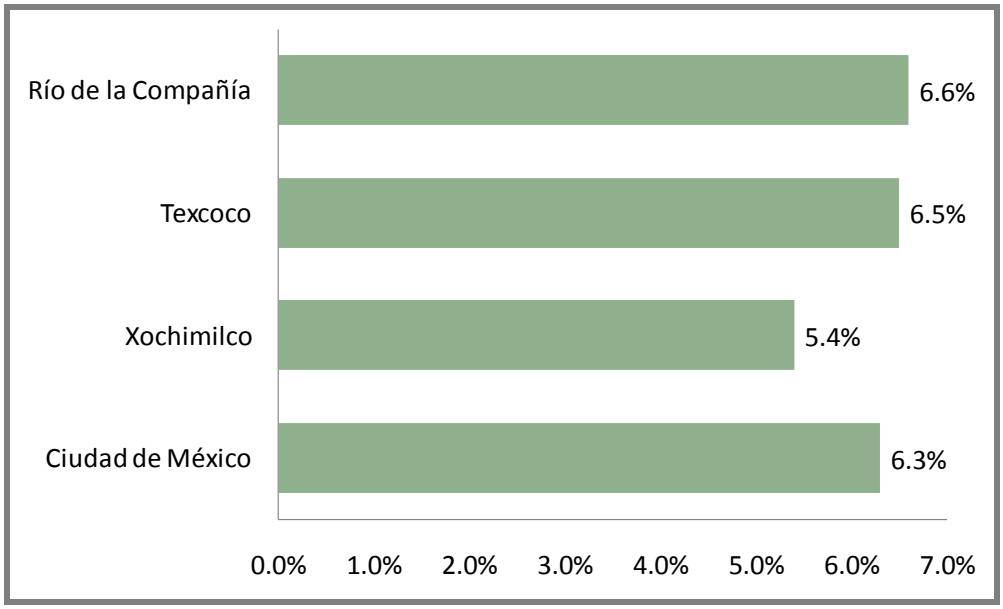
La tasa de fecundidad de los municipios de la Microcuenca de Texcoco de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 es en promedio de 2.13 hijos por mujer, siendo ligeramente menor a la registrada a nivel nacional (2.3). La tasa de crecimiento promedio de estos municipios es en promedio de 1.50 para los próximos 20 años, lo cual significa que en 2030 los nueve municipios de la Microcuenca tendrán una población de 5.0 millones de habitantes, mientras que en los tres municipios directamente relacionados con el proyecto existirán 1.2 millones de personas (Tabla IV.10).

Tabla IV.10.- Población estimada en 2030 en los municipios relacionados con el proyecto

NÚMERO DE PERSONAS ESTIMADAS EN 2030		
MUNICIPIOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Atenco	83,897
	Chimalhuacán	875,798
	Texcoco	317,032
MUNICIPIOS MENOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Acolman	234,007
	Ecatepec de Morelos	2,039,602
	Nezahualcóyotl	1,334,201
	Otumba	46,723
	San Martín de las Pirámides	34,247
	Tepetlaoxtoc	37,241

Fuente: CONAPO, Proyecciones de la población de los municipios de México 2010-2030.

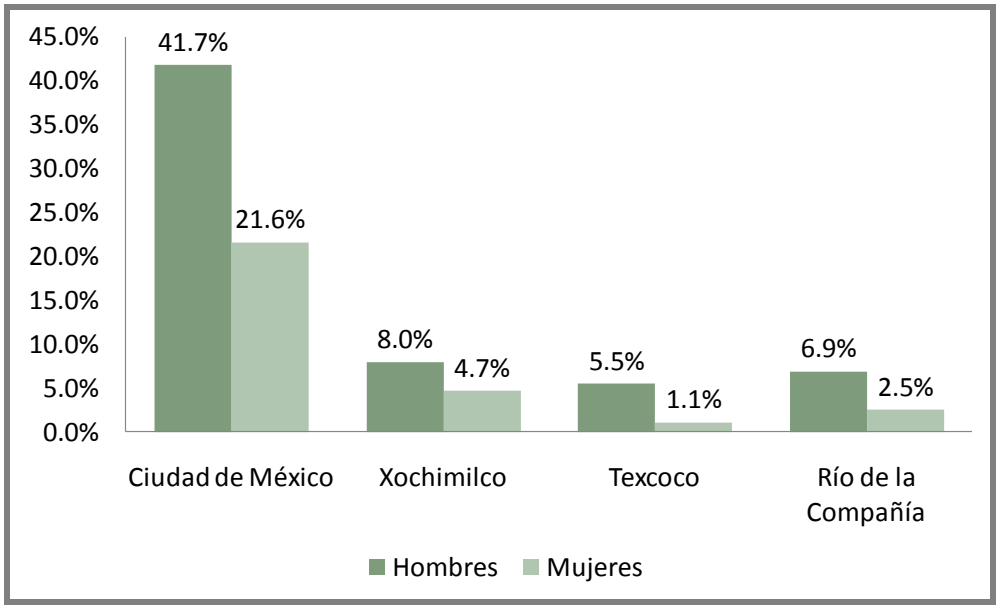
Otro indicador de la calidad de vida de la población de una región es el que hace referencia al porcentaje de hijos fallecidos de la población femenina de 12 años o más. La gráfica presenta el valor de este indicador para los municipios de cuatro diferentes microcuencas (Figura IV.18). Como la gráfica lo muestra, en la microcuenca de Texcoco este valor es de 6.5%, comparable con el valor correspondiente a los municipios que componen la microcuenca de la Ciudad de México (6.6%), lo que nos sugiere también un nivel de vida aceptable en esta región del Estado de México.



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura IV.18.- Porcentaje de hijos fallecidos de la población fémina de 12 años o más de los municipios de las microcuencas

En cuanto a la relación migratoria con Estados Unidos, estos estados presentan un grado de intensidad migratoria de bajo a muy bajo, de acuerdo a la clasificación de CONAPO, por lo que un bajo porcentaje de las viviendas reciben remesas provenientes del exterior (1.48%). De acuerdo con los datos de la gráfica, entre 2005 y 2010 salieron de los municipios de la Microcuenca de Texcoco, con destino a otro país, un total de 5,600 hombres y 1,100 mujeres. Esto implica que por cada mujer migrante internacional hay 5.1 hombres. Esta tasa de emigración masculina es mucho mayor que la que se presenta en la Microcuenca de la Ciudad de México, la cual asciende a 1.9 hombres migrantes por cada mujer (Figura IV.19).



Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura IV.19.- Migrantes internacionales de las Microcuencas según sexo

Sin embargo, la migración interna es significativa y distinta entre el grupo de municipios directamente relacionados con el proyecto y los que tienen menor relación. En el primer caso, el saldo migratorio es positivo, siendo el municipio de Chimalhuacán el que atrae a mayor número de habitantes adicionales. En cambio, en el grupo de municipios más alejados, el saldo migratorio es negativo puesto que los municipios de Nezahualcóyotl y Ecatepec de Morelos son grandes expulsores de población, aunque la población migrante sólo representa entre el 5% y 7% de su población. Es significativo el caso del municipio de Acolman que se ha convertido en un importante atractor de personas en la zona, recibiendo alrededor el 34% de su población total (Tabla IV.11).

Tabla IV.11.- Migración interna de los municipios relacionados al proyecto

MIGRACIÓN INTERNA					
MUNICIPIOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Municipio	Población total	Inmigrantes totales	Emigrantes	Saldo Neto Migratorio
	Atenco	49,850	7,810	1,545	6,265
	Chimalhuacán	544,910	85,595	29,394	56,201
	Texcoco	209,583	15,343	19,642	-4,299
Subtotal		**804,343**	**108,748**	**50,581**	**58,167**
MUNICIPIOS MENOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Acolman	119,805	44,015	3,383	40,632
	Ecatepec de Morelos	1,515,879	93,806	176,218	-82,412
	Nezahualcóyotl	1,020,792	56,731	124,761	-68,030
	Otumba	30,255	1,833	3,930	-2,097
	San Martín de las Pirámides	22,460	3,382	581	2,801
	Tepetlaoxtoc	24,207	1,451	745	706
Subtotal		**2,733,398**	**201,218**	**309,618**	**-108,400**
TOTAL		**3,537,741**	**309,966**	**360,199**	**50,233**

Fuente: Estimaciones con base en el INEGI, *Censo de Población y Vivienda 2010.*

Análisis socioeconómico

Los municipios de la Microcuenca de Texcoco son de baja y muy baja marginación de acuerdo a la clasificación de CONAPO. En ellos, el porcentaje de población analfabeta es en promedio 3.7%, siendo Otumba y Tepetlaoxtoc los que tienen mayor número de habitantes con dicha condición. El porcentaje de población sin primaria completa en estos municipios es mayor que el promedio nacional (8.86%), lo cual se aúna al alto porcentaje de población que tiene ingresos

menores a 2 salarios mínimos. De hecho, los municipios directamente relacionados con el proyecto son los que tienen mayor porcentaje de su población con ingresos bajos (Figura IV.20).

	VARIABLES SOCIOECONÓMICAS					
	Nombre del Municipio	% de Población de 15 años o más analfabeta	% de Población de 15 años o más sin primaria completa	% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	% Población con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	Grado de marginación (CONAPO)
MUNICIPIOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Atenco	3.46	13.35	48.34	40.64	Bajo
	Chimalhuacán	4.54	16.83	54.21	40.20	Bajo
	Texcoco	3.18	11.49	35.50	34.27	Muy bajo
MUNICIPIOS MENOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Acolman	2.90	11.78	43.71	31.21	Muy bajo
	Ecatepec de Morelos	2.71	11.01	33.87	37.29	Muy bajo
	Nezahualcóyotl	2.74	11.50	36.28	31.12	Muy bajo
	Otumba	5.74	18.95	45.67	45.92	Bajo
	San Martín de las Pirámides	3.95	15.16	41.71	39.80	Bajo
	Tepetlaoxtoc	4.25	16.04	44.80	31.68	Bajo

Fuente: CONAPO, índice de marginación por entidad federativa y municipio, 2010

Figura IV.20.-Variables socioeconómicas por municipio relacionado con el proyecto

Por otra parte, el nivel de hacinamiento de las viviendas es alto, principalmente en los municipios directamente relacionados con el proyecto (Atenco y Chimalhuacán), que reflejan las características de las viviendas de las zonas conurbadas del Valle de México. Las carencias dentro de la vivienda, en la mayoría de los municipios son menores al promedio nacional, prácticamente la totalidad tienen drenaje y excusado, energía eléctrica y agua entubada. Sin embargo, destaca el porcentaje de personas sin agua entubada en Texcoco (10.18%), Chimalhuacán (8,77%) y en Acolman (20.18%),(Figura IV.21).

		ACCESO A SERVICIOS EN LA VIVIENDA				
	Nombre del Municipio	% personas sin drenaje ni excusado	% personas sin energía eléctrica	% personas sin agua entubada	% personas con piso de tierra	% Población en localidades rurales y semiurbanas
MUNICIPIOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Atenco	0.55	0.74	5.74	5.56	38.23
	Chimalhuacán	0.12	0.46	8.77	5.97	0.34
	Texcoco	1.68	0.35	10.18	2.98	10.57
MUNICIPIOS MENOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Acolman	0.38	0.35	20.18	3.89	13.26
	Ecatepec de Morelos	0.05	0.10	2.38	1.98	0.07
	Nezahualcóyotl	0.04	0.08	0.48	1.22	0.54
	Otumba	4.66	0.75	3.26	4.85	70.50
	San Martín de las Pirámides	1.74	0.65	4.37	3.33	48.44
	Tepetlaoxtoc	4.00	0.95	5.74	4.37	57.47

Fuente: CONAPO, índice de marginación por entidad federativa y municipio, 2010

Figura IV.21.- Acceso a servicios en la vivienda por municipio relacionado con el proyecto

Los municipios de la Microcuenca de Texcoco pertenecen tanto a localidades urbanas como rurales. Por un lado, Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl son principalmente urbanos y, por otro, los municipios de Otumba, Tepetlaoxtoc, San Martín de las Pirámides y Atenco tienen un alto porcentaje de su población en zonas rurales y semiurbanas. Lo anterior genera que la actividad productiva en la zona sea muy variada y que exista mano de obra para distintas actividades relacionadas con el proyecto.

Los municipios que tienen mayor porcentaje de su población económicamente activa dedicada al sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca) son Otumba, San Martín de las Pirámides y Tepetlaoxtoc, seguidos de Texcoco y Atenco. Estas actividades están íntimamente relacionadas con el agua, por lo que obras relacionadas con la conducción de ríos y escurrimientos de agua así como el tratamiento de aguas residuales resulta muy importante para preservar sus sistemas de riego así como el mantenimiento del agua en el subsuelo.

Dentro del sector secundario se encuentra la construcción, sector que se verá ampliamente beneficiado con las obras para la regulación de avenidas en el vaso de Texcoco. Este sector en la región alcanza niveles cercanos al 30%, siendo los

municipios de Tepetlaoxtoc, Atenco, San Martín de las Pirámides y Acolman quienes mayor porcentaje de su población aportan a las actividades secundarias. Sin embargo, si se considera el número total de personas involucradas en estas actividades, los municipios de Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl y Chimalhuacán son quienes más mano de obra aportan para estas actividades, aportando 15.9, 8.8 y 6.2 millones de personas respectivamente (Figura IV.22).

PORCENTAJE DE LA PEA POR ACTIVIDAD ECONÓMICA						
		Primario[1]	Secundario[2]	Comercio	Servicios[3]	No especificado
MUNICIPIOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS	Atenco	3.80	34.36	20.88	40.40	0.56
	Chimalhuacán	0.45	27.83	27.23	43.61	0.88
	Texcoco	5.85	24.93	23.30	45.56	0.35
	Promedio	**3.37**	**29.04**	**23.80**	**43.19**	**0.60**
MUNICIPIOS MENOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Acolman	1.82	31.34	23.08	42.54	1.23
	Ecatepec de Morelos	0.17	23.46	25.35	48.88	2.15
	Nezahualcóyotl	2.37	19.13	25.76	51.39	1.34
	Otumba	18.75	24.98	19.76	36.25	0.26
	San Martín de las Pirámides	11.75	32.49	15.78	39.39	0.59
	Tepetlaoxtoc	10.21	36.63	19.42	31.89	1.85
	Promedio	**7.51**	**28.00**	**21.52**	**41.72**	**1.24**

1/ Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca.
2/ Minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción.
3/ Transporte, gobierno y otros servicios.

Fuente: CONAPO, índice de marginación por entidad federativa y municipio, 2010

Figura IV.22.- Porcentaje de la PEA por actividad económica por municipios relacionados con el proyecto

La población económicamente activa en la microcuenca de Texcoco se concentra en los municipios de Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl, seguidos por Texcoco y Acolman. La participación laboral de las mujeres en la zona es de alrededor de 30%, los municipios urbanos de Nezahualcóyotl y Ecatepec de Morelos son los que tienen mayor participación y resalta Texcoco donde la presencia de las mujeres en el trabajo es importante. Por su parte, el porcentaje de personas desocupadas es similar al nacional, siendo los municipios de Otumba y San Martín de las Pirámides los que presentan menores índices de desempleo.

Esta población tiene bajos índices de educación post-básica; los municipios de Nezahualcóyotl, Texcoco y Ecatepec son los que tienen mayores porcentajes de población con educación con preparatoria o más (Figura IV.23).

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA						
	Municipio	Población economica-mente activa	% de PEA con educación postbásica	% de PEA desocupada	% Mujeres	% de la PEA entre 15 y 65 años
MUNICIPIOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS	Atenco	21,731	33%	4.9%	30%	97%
	Chimalhuacán	246,100	26%	5.7%	31%	97%
	Texcoco	94,024	46%	4.3%	35%	96%
MUNICIPIOS MENOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO	Acolman	51,556	39%	5.2%	32%	97%
	Ecatepec de Morelos	699,245	45%	5.4%	35%	97%
	Nezahualcóyotl	480,547	47%	4.8%	37%	96%
	Otumba	12,926	29%	3.2%	30%	95%
	San Martín de las Pirámides	9,788	34%	3.2%	30%	96%
	Tepetlaoxtoc	10,925	32%	4.8%	31%	96%

Fuente: Estimaciones con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Figura IV.23.- Características de la Población Económicamente Activa por municipio relacionado con el proyecto

Factores socioculturales

La zona de Texcoco históricamente ha sido muy importante para el desarrollo nacional, especialmente por su vinculación con la Ciudad de México. El pueblo de Texcoco se fundó en el siglo XII como estado nahua independiente y perteneciente a la triple alianza Tenochtitlan-Tlacopán-Tetzcoco. Se constituyó como la segunda ciudad más importante del imperio azteca correspondiéndole hasta dos quintas partes de los impuestos recaudados por el imperio. El lago de Texcoco comunicaba a la Gran Tenochtitlán con el pueblo de Texcoco y a partir de él se desarrollaba tanto el intercambio comercial como cultural de la zona. Por ello, no es extraño que se hayan encontrado restos arqueológicos en la región e incluso en lo que fue el lago.

Actualmente, el crecimiento de la Ciudad de México ha llegado hasta Texcoco, convirtiéndose en parte de la zona conurbada del Valle de México. Los municipios de Nezahualcóyotl, Ecatepec de Morelos y Chimalhuacán, como se ha mencionado, son los más poblados de la zona y los que mayores índices de

hacinamiento tienen en la zona. Sin embargo, conviven con otros municipios rurales y semiurbanos con mayor presencia indígena, con usos y costumbres arraigados.

Las características del uso, así como la conservación de los recursos naturales, son experimentadas día con día por la población que habita en estos municipios de la zona oriente del Valle de México; las tasas de migración campo-ciudad así como la puesta en marcha de modelos de "desarrollo" o "crecimiento económico", son algunos puntos que se observan en los municipios de esta zona (según estudios de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de la Ciudad de México, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Posgraduados y otros organismos nacionales).

La relación de los habitantes de la microcuenca de Texcoco con el proyecto depende tanto del grado de urbanización de la zona como de las actividades productivas que llevan a cabo. De esta manera, se pueden dividir los municipios en aquellos donde la agricultura es una actividad importante y aquellos altamente urbanizados, donde la necesidad de saneamiento de las aguas residuales y de obras para evitar las inundaciones en época de lluvia es grande.

Dentro de los municipios donde la agricultura es una actividad importante se encuentran Otumba, San Martín de las Pirámides, Tepetlaoxtoc, Texcoco y Atenco. Estos municipios utilizan tanto sistemas de riego vinculados a los escurrimientos naturales de agua como pozos que extraen agua del subsuelo para llevar a cabo sus actividades. Para ellos, el agua es el recurso fundamental de su actividad productiva y valoran tanto su pureza como abundancia. El abastecimiento de agua no será afectado por el proyecto, por lo que podrán continuar realizando las mismas acciones. Para ellos, las plantas de tratamiento de aguas residuales y las lagunas de regulación representan una oportunidad para preservar los acuíferos y continuar llevando a cabo sus actividades. En un estudio de SEMARNAT y la Universidad de Chapingo se establece que la contaminación por aguas negras y la demanda por el uso de éstas para mejorar los terrenos

salitrosos y para riego de alfalfa representan una necesidad prioritaria para la región.

Por otra parte, se encuentran los municipios eminentemente urbanos, con altos índices de saturación urbana y hacinamiento donde la relación con el agua va principalmente en dos sentidos, el de abastecimiento y descarga de agua para consumo humano y el de evitar las inundaciones en época de lluvias. Principalmente el municipio de Chimalhuacán será beneficiado por las obras hidráulicas que se propone llevar a cabo.

El proyecto se desarrolla en áreas de propiedad federal por lo que no se han afectado intereses particulares en la zona y, en los casos donde los terrenos federales se utilizaban para esparcimiento se ha buscado mantener ese uso y ajustar el proyecto para no afectar los intereses sociales de la población que habita alrededor de la microcuenca de Texcoco.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta que los ejidos y comunidades agrarios generalmente manejan directamente la distribución del agua, especialmente la de riego. En principio, el proyecto no afectará estas disposiciones puesto que sólo busca reencauzar la desembocadura de los escurrimientos de aguas hacia las plantas de tratamiento y las lagunas de regulación. Sin embargo, es necesario comunicar adecuadamente el alcance de los proyectos y escuchar las inquietudes que pudieran surgir relacionadas con el manejo del agua para riego.

IV.2.1.4. Paisaje

En la Microcuenca Texcoco, el paisaje natural se ha transformado de manera importante por el desarrollo de actividades humanas principalmente por las de tipo agropecuario y de aprovechamiento forestal. Al oriente de la Microcuenca se localiza el Lago de Texcoco, el cual estuvo expuesto a la tala inmoderada de sus bosques, al sobre pastoreo y al uso agrícola inadecuado de terrenos con

pendientes pronunciadas. Esto propició la pérdida de la capa fértil de suelo al ser arrastrada hacia las partes bajas, lo cual provocó además el azolve de las obras hidráulicas.

Por otro lado, el afloramiento del tepetate en miles de hectáreas, con la pérdida total de la vegetación, incrementó el efecto torrencial de las corrientes, aumentaron los picos de las avenidas y redujo la infiltración del agua en el terreno, además de disminuir la recarga de los acuíferos.

Dichas situaciones han promovido que se observe en el sitio del proyecto un ambiente rural y urbano, con escasas características del ecosistema natural original.

En el caso del proyecto, el paisaje actual se continúa manteniendo en las zonas con asentamientos humanos.

Visibilidad

Las obras del proyecto en sus etapas de preparación y construcción cualitativamente, no generarán obstrucciones que afecten la visibilidad del entorno actual, esto es debido a que no se levantarán estructuras como edificaciones o armazones, que obstruyan la visibilidad en el horizonte.

Calidad paisajística

En cuanto a este parámetro, debido a que se las obras del proyecto se instalarán en áreas previamente perturbadas por actividades humanas con la consecuente pérdida de sus características de ecosistema natural, en forma cualitativa el proyecto no incidirá en la de vegetación y fauna silvestre, como tampoco en cambios de relieve de manera significativa, por lo que su calidad paisajística se conservará en las condiciones que actualmente prevalecen.

Fragilidad

Reiterado que la visibilidad y calidad paisajística no serán afectadas en forma importante por el proyecto, el escenario ambiental y urbano que prevalece no es susceptible de modificarse de manera adversa, lo cual se asume por el hecho de que al sanear y regular las aguas de los ríos del oriente de la Microcuenca, favorecerán el establecimiento de un ambiente limpio, promoviendo la disminución y propagación de enfermedades por aguas contaminadas.

IV.3. Diagnóstico ambiental

En la Microcuenca de Texcoco los factores como son el clima, relieve, y el aire no se verán afectados por las obras y actividades del proyecto de manera permanente, cabe señalar que las afectaciones se darán durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción donde se presentan impactos que son de tipo Reversible y se dan de manera temporal. Continuarán conservando las características ambientales que presentan en la actualidad.

El factor agua, (hidrología superficial) considerando que involucra a los ríos de oriente los cuales enfrentan una problemática de contaminación por aguas residuales provenientes de los drenajes de la poblaciones aledañas, de acumulación de residuos de tipo doméstico y azolve, una vez tratadas las aguas residuales mediante plantas de tratamiento y la separación de las mismas por medio de los colectores marginales, se verá mejorada su calidad y con ello la calidad de las lagunas de regulación y el Lago Nabor Carrillo.

Uno de los aspectos más relevantes en la afectación del suelo fue la erosión en las zonas lacustres desecadas del municipio de Texcoco, debido a la introducción de vegetación, las tolvaneras en la época seca del año han sido controladas. Se han habilitado áreas que funcionan como refugio de aves migratorias, también se ha promovido la disminución de la erosión eólica del suelo, y el mejoramiento de suelos.

El factor vegetación y fauna silvestre en el sitio del proyecto es escasa, debido a que los asentamientos humanos y actividades principalmente de tipo agrícola redujeron su hábitat ocasionado y su desplazamiento. Ante esta situación y que en las visitas de campo no se observaron especies de flora y fauna propias de un ecosistema natural, por lo que no se afectará a estos factores bióticos más allá de lo que actualmente presenta.

En el tema de los aspectos socioeconómicos, el proyecto por sus dimensiones en sus diferentes etapas de ejecución, generará empleos temporales, donde la mano de obra no calificada recibirá el mayor impacto. Debido a esta condición el requerimiento de servicios también será temporal y no aumentará en forma significativa su demanda.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades productivas, que permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. Tiene sus bases jurídicas en las disposiciones que al respecto establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) la cual considera como instrumentos de la política ambiental a los siguientes:

- Planeación ambiental.
- Ordenamiento ecológico del territorio.
- Instrumentos económicos.
- Regulación ambiental de los asentamientos humanos.
- Evaluación del impacto ambiental.
- Normas oficiales mexicanas en materia ambiental.
- Autorregulación y auditorías ambientales.
- Investigación y educación ecológicas.

Entre las principales características de la evaluación del impacto ambiental, están las siguientes:

- Es un instrumento que tiene un carácter preventivo.
- Se aplica en obras o actividades humanas.
- Su objetivo es prevenir los efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente que pudieran derivarse del desarrollo de una obra o actividad.
- Basa su efectividad en un análisis prospectivo-predictivo.

- Establece regulaciones a las obras o actividades sujetas a evaluación.

V.1.1. Identificación de impactos

Se entiende por impacto ambiental a la modificación de ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (LGEEPA, 2013). Los impactos pueden ser positivos o negativos, siendo los primeros los que mejoren o restituyan una área natural o que coadyuven a mejorar la calidad de vida de los moradores de un área natural, rural o urbana, y los impactos negativos serán aquellos que destruyan o deterioren un ecosistema o afecten la calidad de vida de los moradores de un área natural, rural o urbana.

El análisis de impactos tiene por objeto, dejar cubiertas todas las áreas de interacción del ambiente. Este análisis está fundamentado en el aseguramiento de que todos los factores ambientales necesarios sean incluidos en el análisis, dado que el ambiente es un sistema complejo de elementos bióticos, abióticos, culturales y socioeconómicos, que al final en conjunto conforman un ecosistema. Este mismo análisis determinará las deficiencias de datos en términos de descripción del ambiente, factores asociados con las acciones propuestas y tecnología disponible para la predicción y valoración de impactos, con base en los objetivos del presente documento, los cuales se encuentran en el capítulo II.

Al menos cuatro aspectos básicos del análisis del impacto ambiental juegan un papel fundamental, estos son:

- Identificación de impactos
- Medición de impactos
- Interpretación de impactos
- Comunicación de resultados

En la actualidad se han desarrollado diversas técnicas para el análisis de impactos, sin embargo no existe una que se adecúe o que pueda aplicarse a todos

los tipos de proyectos. En ese sentido, cada metodología debe ser específica para cada proyecto en particular, dadas las características propias con que cuentan y los factores ambientales prevalecientes del sitio donde se pretendan llevar a cabo.

En particular para esta serie de proyectos se desarrollaron, las siguientes técnicas:

- Listados de chequeo o de verificación
- Matriz de Leopold Modificada (1971)

A continuación se describen estos métodos de forma general.

V.1.2. Lista de chequeo o lista de verificación

Es un método de identificación simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares, al identificar impactos importantes que puedan tener lugar como consecuencia de la realización del proyecto.

Las listas de chequeo son una ayuda estructurada para establecer los componentes y factores ambientales a considerar en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), asegurando que este incluya todas las áreas potencialmente impactadas.

Su principal ventaja estriba en que pueden ser modificadas fácilmente (agregando o quitando elementos) para hacerlas más apropiadas a un proyecto en particular.

En este caso en estas listas se detallaran las etapas del proyecto, actividades, impacto generado y factor ambiental afectado.

V.1.2.1. Matriz de Leopold Modificada

La matriz de Leopold es una herramienta diseñada para evaluar impactos asociados a los proyectos, que incluyen información cualitativa en relaciones causa y efecto. Esta consiste en una matriz con actividades del proyecto que

causan impactos al ambiente ubicadas en columnas y en las filas se ubican los aspectos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán valorados según sea el caso.

Para el caso particular de esta MIA se utilizó una variante de la matriz de Leopold o matriz modificada, donde se determinó la magnitud de cada impacto tomando en cuenta su naturaleza, magnitud, duración, reversibilidad e importancia, donde las actividades se colocaron en las filas y los factores ambientales en las columnas.

V.2. Caracterización de los impactos

Los Criterios y técnicas de evaluación del impacto ambiental se definen como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos Criterios permiten analizar la importancia de los impactos producidos, mientras que las técnicas de evaluación valoran conjuntamente el impacto global de la obra.

La evaluación se efectúa asignando Criterios de significancia en función de la adversidad o beneficio que el proyecto representa para el ambiente en sus diferentes subsistemas (abiótico, biótico y socioeconómico).

V.2.1. Criterios de clasificación

Los parámetros o Criterios en que se basó la evaluación de los impactos son los siguientes:

Naturaleza del impacto.

Aquellos cuyo efecto se traduce en una pérdida o ganancia de valor natural, estético o paisajístico entre otros, donde se le asignan valores negativos si son adversos (-) y positivos (+) si su efecto es benéfico al ambiente o socioeconómicamente.

Magnitud del impacto

Indica la dimensión físico-espacial que resulta afectada por el desarrollo de las actividades, para lo cual se consideraron tres niveles:

Puntual (P): cuando el impacto ocurre solamente en el sitio donde se realiza la actividad.

Local (L): alrededor de la obra que produce el impacto.

Regional (R): cuando afecta el Sistema Ambiental Regional.

Duración del impacto

Se refiere a la permanencia (tiempo) que tiene el impacto dentro del sitio del proyecto, por lo que se clasifica en:

Temporal (T): queda en el ambiente por un tiempo aún después de concluir la acción, pero su duración está esencialmente restringida a un corto período.

Permanente (PE): permanece en el ambiente después de concluir la acción del proyecto.

Reversibilidad

Bajo este Criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.

Reversibles (R): es cuando las condiciones que existían antes de efectuar la actividad que causó el impacto se restablecen una vez que dicha actividad se suspende.

Irreversibles (IRR): es cuando las condiciones que existían antes de efectuar la actividad que causó el impacto no se restablecen una vez que dicha actividad se suspende.

Importancia

Se refiere a lo trascendental de las alteraciones al ambiente, para lo cual se tomaron en consideración cuatro valores. Los impactos adversos son aquellos calificados con números negativos, mientras que los impactos benéficos son positivos (Tabla V.1).

No significativo (-1)

Poco significativo (-2)

Significativo (-3)

Positivo (+1 y +2)

Tabla V.1.- Importancia de los impactos

IMPORTANCIA	CRITERIO
-3	Significativo
-2	Poco Significativo
-1	No significativo
+1 y *2	Positivo
Blanco	No aplica

La Tabla V.2 presenta de forma resumida la simbología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales.

Tabla V.2.- Simbología utilizada para la elaboración de la matriz de Leopold modificada

SIMBOLOGÍA	
NATURALEZA DEL IMPACTO	
Positivo	(+)
Adverso	(-)
MAGNITUD DEL IMPACTO	
Puntual	(P)
Local	(L)
Regional	(R)
DURACIÓN DEL IMPACTO	
Temporal	(T)
Permanente	(PE)
REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO	
Reversible	(R)
Irreversible	(IRR)
IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
No significativo	(1)
Poco significativo	(2)
Significativo	(3)
Positivo	(1)

Para la valoración de los impactos se utilizó la matriz de Leopold modificada donde en las filas de esta se hace mención de las actividades que comprenden cada una de las etapas durante la instalación de los colectores marginales de aguas residuales, PTAR, rectificación y revestimiento de canales y canal interceptor de aguas pluviales en los Ríos de Oriente y en las columnas se evalúan los factores ambientales que serán impactados, para la identificación de impactos se emplearon listas de chequeo en las cuales se citan las etapas de proyecto, actividades asociadas, impacto generado y factor ambiental afectado, ambas se muestran a continuación.

Tabla V.3.- Listas de chequeo o verificación para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente, etapa Preparación del Sitio.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL O SOCIOECONÓMICO
PREPARACIÓN DEL SITIO	Despalme y desmonte	Alteración a la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración a la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración a la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	Aire
		Alteración al suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración al suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico
		Reducción en la vegetación por su remoción	Vegetación
		Alteración de la calidad visual	Paisaje

Tabla V.4.- Listas de chequeo o verificación para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente, etapa Construcción.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL O SOCIOECONÓMICO
CONSTRUCCIÓN	Excavaciones de zanjas a cielo abierto	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras, acarreo de arena y circulación vehicular. Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por colocación de arena o tezontle a los costados del tubo. Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por la construcción de pozos de visita. Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal. Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (mezcla de cemento y rebabas de materiales de construcción). Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por personal.	Suelo

		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico
	Instalación de tuberías en el fondo de la zanja sobre plantilla de arena apisonada	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras, acarreo de arena y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico

	Acostillado con arena o tezontle a los costados del tubo y a 30 cm sobre el lomo de éste	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por colocación de arena o tezontle a los costados del tubo, y circulación vehicular por el acarreo de arena Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico
	Relleno	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por colocación de relleno Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria	Aire

		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (mezcla de cemento y sobrantes de materiales de construcción)	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico
	Construcción de pozos de visita en deflexiones o entramos a cada 100 m.	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por la construcción de pozos de visita. Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria	Aire

		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (mezcla de cemento y sobrantes de materiales de construcción)	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico

Tabla V.5.- Listas de chequeo o verificación para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente, etapa Operación y Mantenimiento.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL O SOCIOECONÓMICO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento	Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de lodos derivados del mantenimiento	Suelo

		Alteración en los niveles de ruido ocasionando molestias a la población por el incremento sonoro generado por vehículos y maquinaria	Social

Tabla V.6.- Listas de chequeo o verificación para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente, etapa de Preparación de Sitio.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
PREPARACIÓN DEL SITIO	Limpieza de Ríos	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	Suelo
		Reducción en la vegetación por su remoción	Vegetación
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
		Alteración de la calidad visual	Paisaje

Tabla V.7.- Listas de chequeo o verificación para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente, etapa de Construcción.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
CONSTRUCCIÓN	Nivelación del fondo de los Ríos y afine de taludes	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de excedentes de tierra	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
	Colocación malla electrosoldada	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (recortes de malla)	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional	Socioeconómico
	Colado de base y taludes del Río	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por circulación vehicular que transporta el concreto Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y vehículos Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (concretos)	Suelo

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico

Tabla V.8.- Listas de chequeo o verificación para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente, etapa de Operación y Mantenimiento.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento a infraestructura	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por circulación de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y vehículos	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos debido al mantenimiento Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (lodos)	Suelo
		Alteración en los niveles de ruido ocasionando molestias a la población por el incremento sonoro generado por vehículos y maquinaria	Social

Tabla V.9.- Listas de chequeo o verificación para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, etapa Preparación del Sitio (aplica sólo para las PTAR¨ con caudales mayores a 40 l/s).

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL O SOCIOECONÓMICO
PREPARACIÓN DEL SITIO	Despalme y desmonte	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por personal	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico
		Reducción en la vegetación por su remoción	Vegetación
		Alteración de la calidad visual	Paisaje

Tabla V.10.- Listas de chequeo o verificación para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, etapa Construcción (aplica sólo para las PTAR¨ con caudales mayores a 40 l/s).

.ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL O SOCIOECONÓMICO
CONSTRUCCIÓN	Nivelación del Sitio	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario Alteración en la calidad del suelo por la generación de excedentes de tierra Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos peligrosos derivados de la instalación (estopas con grasas y pintura, botes de pintura).	Suelo

		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico
	Excavación para cimentaciones	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal. Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de excedentes de tierra	Suelo

		Generación de empleos Economía local Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico
	Armado de cárcamos y tanques.	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por circulación vehicular. Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria.	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal. Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (escombros de construcción).	Suelo

		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	Socioeconómico
	Instalación de equipo, bombas e instrumentación	Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria.	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos peligrosos derivados de la instalación (estopas con grasas y pintura, botes de pintura).	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional	Socioeconómico

Tabla V.11.- Listas de chequeo o verificación para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, etapa Operación y Mantenimiento (aplica sólo para las PTAR con caudales mayores a 40 l/s)

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL O SOCIOECONÓMICO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento a infraestructura	Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de equipo que transporta los lodos. Alteración en la calidad del aire por la generación de olores derivado del proceso de tratamiento las aguas residuales durante la operación de las plantas	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (lodos) Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos peligrosos (pinturas, grasa, aceites)	Suelo
		Alteración en la calidad del aire respirable de los pobladores aledaños a plantas derivado del proceso de tratamiento las aguas residuales durante la operación de las plantas	social

Tabla V.12.- Listas de chequeo o verificación para colectores de aguas pluviales, etapa de preparación del sitio

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
PREPARACIÓN DEL SITIO	Limpieza de Ríos	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	Suelo
		Afectación a la vegetación por su remoción	Vegetación
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional	Socioeconómico

Tabla V.13.- Listas de chequeo o verificación para colectores de aguas pluviales, etapa de construcción.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
CONSTRUCCIÓN	Excavación de Canales	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal. Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional	Socioeconómico
	Nivelación del fondo de canales y afine de taludes	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional	Socioeconómico
	Colocación malla electrosoldada	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por circulación vehicular Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (recortes de malla)	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional	Socioeconómico
	Colado de base y taludes de canales	Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por circulación vehicular que transporta el concreto Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y vehículos Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (concretos)	Suelo
		Generación de empleos Beneficios a la Economía local Beneficios a la Economía regional	Socioeconómico

Tabla V.14.- Listas de chequeo o verificación para colectores de aguas pluviales, etapa de operación y mantenimiento.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento	Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	Aire
		Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos y de manejo especial debido al mantenimiento	Suelo
		Alteración en la calidad del agua por la generación de turbidez	Agua

A continuación se presenta la matriz de Leopold modificada (Figura V.1) la cual muestra los impactos identificados, incluyendo los negativos y positivos.

COLECTORES MARGINALES, PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, REVESTIMIENTO DE RÍOS Y COLECTOR INTERCEPTOR DE AGUA PLUVIAL

FACTORES AMBIENTALES

ETAPAS		ACTIVIDADES	Efectos al Aire: ALTERACIÓN EN LA CALIDAD DEL AIRE POR LA GENERACIÓN DE PARTICULAS	ALTERACIÓN EN LA CALIDAD DEL AIRE POR EL RUIDO (INTENSIDAD)	ALTERACIÓN EN LA CALIDAD DEL AIRE POR LA GENERACIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN	ALTERACIÓN EN LA CALIDAD DEL AIRE POR LA GENERACIÓN DE MALOS OLORES	NEGATIVO	POSITIVO	Efectos al Suelo: SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUELO	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN POR LA DESECACIÓN DE LAS LAGUNAS NALAPANGO Y TENCOCO NORTE	COMPACTACIÓN	ALTERACION EN LA CALIDAD DEL SUELO POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS URBANOS	ALTERACION EN LA CALIDAD DEL SUELO POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE MANEJO ESPECIAL	ALTERACION EN LA CALIDAD DEL SUELO POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROS	NEGATIVO	POSITIVO	Efectos al Agua: AGUA RESIDUAL	TURBIDEZ	CALIDAD	NEGATIVO	POSITIVO	Efectos a la Vegetación: REMOCIÓNESTRATO HERBÁCEO	REMOCIÓN ESTRATO ARBUSTIVO	REMOCIÓN ESTRATO ARBOREO	NEGATIVO	POSITIVO	Efectos a la Fauna: AVIFAUNA	NEGATIVO	POSITIVO	Efectos en el Paisaje: ALTERACIÓN EN LA CALIDAD VISUAL	NEGATIVO	POSITIVO	Efectos Socioeconómicos y Sociales: GENERACIÓN DE EMPLEOS	ECONOMÍA LOCAL Y REGIONAL	ALTERACIÓN EN CALIDAD DEL AIRE RESPIRABLE DE LOS POBLADORES ALEDAÑOS A LOS RÍOS	ALTERACIÓN EN LOS NIVELES DE RUDO OCASIONADO MOLESTIAS A LA POBLACIÓN POR EL INCREMENTO SONORO GENERADO POR VEHÍCULOS Y MAQUINARIA	NEGATIVO	POSITIVO	TOTAL NEGATIVO	TOTAL POSITIVO
PREPARACIÓN DEL SITIO		Limpieza de Ríos (aplica para revestimiento de Rios)	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0				-1 PTR			1	0				0	0	-1 PPEIRR	-1 PPEIRR	-1 PPEIRR	3	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT			0	2	7	2
		Despalme y desmonte (aplica para Colectores Marginales, PTAR y Canales Interceptores)	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0							0	0				0	0	-1 PPEIRR	-1 PPEIRR	-1 PPEIRR	3	0		0	0	-2 PPEIRR	0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	8	2
		Parcial Negativo	2	2	2	0	**6**	**0**	0	0	0	1	0	0	**1**	**0**	0	0	0	**0**	**0**	2	2	2	**6**	**0**	0	**0**	**0**	1	**0**	**0**	0	0	1	1	**2**	**4**	**15**	**4**
		Parcial Positivo	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0			0	0	0			0	0	0			0			0			2	2	0					
CONSTRUCCIÓN	COLECTORES MARGINALES	Excavación de zanjas	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0			-2 LPEIRR				1	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	6	2
		Instalación de tubería	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	5	2
		Apisonado de plantillas	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT			0	2	3	2
		Acostillado	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	5	2
		Relleno de zanjas	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	5	2
		Construcción de pozos de visita	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0					-1 PTR		1	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	6	2
	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)	Nivelación del sitio	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0	-2 LPEIRR						1	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	6	2
		Excavación para cimentaciones	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	5	2
		Armado de cárcamos y tanques	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0					-1 PTR		1	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	6	2
		Instalación de equipo, bombas e instrumentación		-1 PTR	-1 PTR		2	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT			0	2	2	2
	REVESTIMIENTO DE RÍOS	Nivelación del fondo de los Rios y afine de taludes	-1 PTR	-1 PTR	-1 PTR		3	0			-2 LPEIRR				1	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	6	2
		Colocación malla electrosoldada		-1 PTR	-1 PTR		2	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT			0	2	2	2
		Colado de base y taludes de los Rios		-1 PTR	-1 PTR		2	0					-1 PTR		1	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT	-1 PTR	-1 PTR	2	2	5	2
	COLECTOR INTERCEPTOR DE AGUA PLUVIAL	Excavación de canales		-1 PTR	-1 PTR		2	0	-2 LPEIRR		-2 LPEIRR				2	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT			0	2	4	2
		Nivelación del fondo de los Canales y afine de taludes		-1 PTR	-1 PTR		2	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT			0	2	2	2
		Colocación malla electrosoldada		-1 PTR	-1 PTR		2	0							0	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT			0	2	2	2
		Colado de base y taludes de Canales		-1 PTR	-1 PTR		2	0					-1 PTR		1	0				0	0				0	0		0	0		0	0	1 LT	1 LT			0	2	3	2
		Parcial Negativo	10	17	17	0	**44**	**0**	2	0	3	0	4	0	**9**	**0**	0	0	0	**0**	**0**	0	0	0	**0**	**0**	0	**0**	**0**	0	**0**	**0**	0	0	10	10	**20**	**34**	**73**	**34**
		Parcial Positivo	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0			0	0	0			0	0	0			0			0			17	17	0					
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Operación y Mantenimiento a infraestructura de PTAR (pintura y rehabilitación)				-2 PPEIRR	1	0					-1 PTR	-2 PPEIRR	2	0	2 PPE		2 PPE	0	2				0	0	1 PPE	0	1		0	0		1 LT		-1 PTR	1	1	4	4
		Operación y Mantenimiento de Colectores Marginales (limpieza)		-1 PTR	-1 PTR		2	0					-1 PTR		1	0	2 PPE		2 PPE	0	2				0	0	1 PPE	0	1		0	0		1 LT		-1 PTR	1	1	4	4
		Operación y Mantenimiento de Rios		-1 PTR	-1 PTR		2	0				-1 PPEIRR	-1 PTR		2	0	2 PPE	-1 PTR	2 PPE	1	2				0	0	1 PPE	0	1		0	0		1 LT		-1 PTR	1	1	6	4
		Operación y Mantenimiento de Colector de Agua Pluvial (limpieza)		-1 PTR	-1 PTR		2	0		-2 LPEIRR					1	0	2 PPE	-1 PTR	2 PPE	1	2				0	0	1 PPE	0	1		0	0		1 LT			0	1	4	4
		Parcial Negativo	0	3	3	1	**7**	**0**	0	1	0	1	3	1	**6**	**0**	0	2	0	**2**	**8**	0	0	0	**0**	**0**	4	**0**	**4**	0	**0**	**0**	0	4	0	3	**3**	**4**	**18**	**16**
		Parcial Positivo	0	0	1	1			0	0	0	0	0	0			4	0	4			0	0	0			0			0			0	4	0					
		TOTAL NEGATIVO	12	22	22	1	57	2	1	3	2	7	1	16	0	2	0	2	2	2	2	6	0	0	1	0	0	0	11	14	25								**106**	**54**
		TOTAL POSITIVO	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	8	0	0	0	0	4	4	0	1	0	0	19	23	0	0	42						

Figura V.1.- Matriz de Leopold Modificada del proyecto de Saneamiento de los Ríos de Oriente.

V.3. Valoración de los Impactos

El número de impactos identificados en la matriz de Leopold Modificada es de 160, de los cuales 97 son impactos no significativos, 9 poco significativos y 54 positivos (Figura V.2), no identificando impactos significativos.

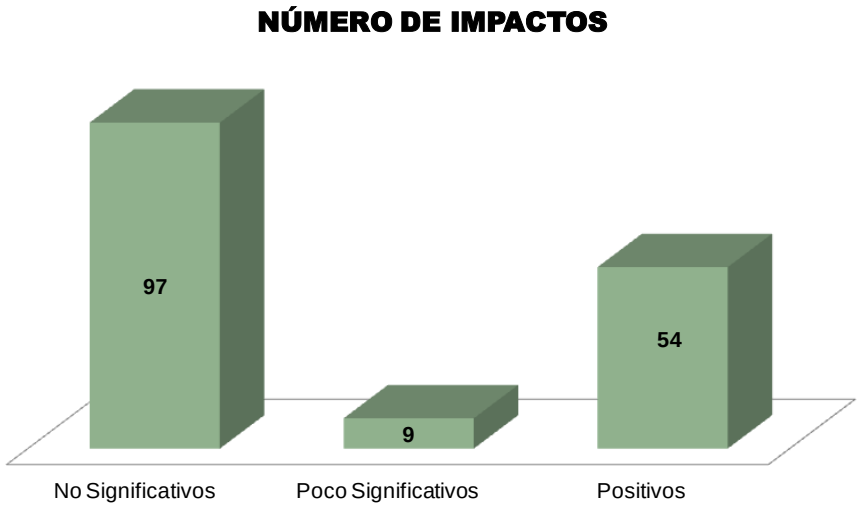


Figura V.2.- Número de impactos identificados con la instalación de los colectores marginales, plantas tratamiento de agua residual, rectificación y revestimiento de ríos y canal interceptor

En la Figura V.3 se muestra el porcentaje de los impactos, siendo el 66% correspondiente a los impactos negativos identificados en la matriz y el 34% restante a los impactos positivos.

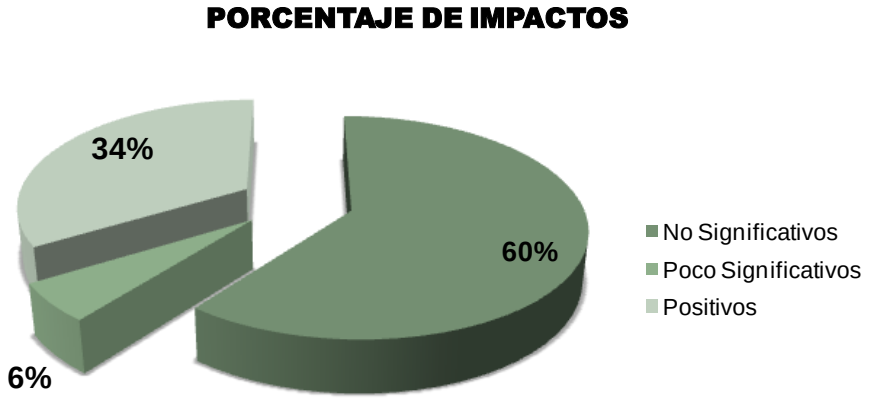


Figura V.3.- Porcentaje de impactos identificados con la instalación de los colectores marginales, plantas tratamiento de agua residual, rectificación y revestimiento de ríos y colector interceptor de agua pluvial

V.4. Impactos residuales

Es el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Si bien por las dimensiones y naturaleza del proyecto la mayor parte de los impactos que se generarán son durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, los cuales son de tipo temporal, por lo que una vez terminadas estas etapas se dejaran de producir los impactos, en este caso no se prevén impactos de tipo Residual.

Se esperan impactos de tipo residual al momento de llevar la actividad de desmonte en las áreas donde se removerá la vegetación, en este caso los impactos son de tipo Irreversible, permanentes y de tipo Residual.

V.5. Impactos acumulativos

Es el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Para el caso particular de este Proyecto se hizo el uso de escalas temporales y espaciales. El límite temporal pasado se remitió a la década de los 70´s antes de que la población aledaña a los Ríos se incrementará y cuando se inició el Plan Lago de Texcoco, que contemplaba las obras para la recuperación de esta zona, para el límite temporal, futuro se consideró un período de 25 años propuesto para la operación de las obras.

La metodología para identificar los impactos acumulativos, se hizo de manera matricial siguiendo la figura esquemática de la Guía MIA- Regional (Figura V.4).

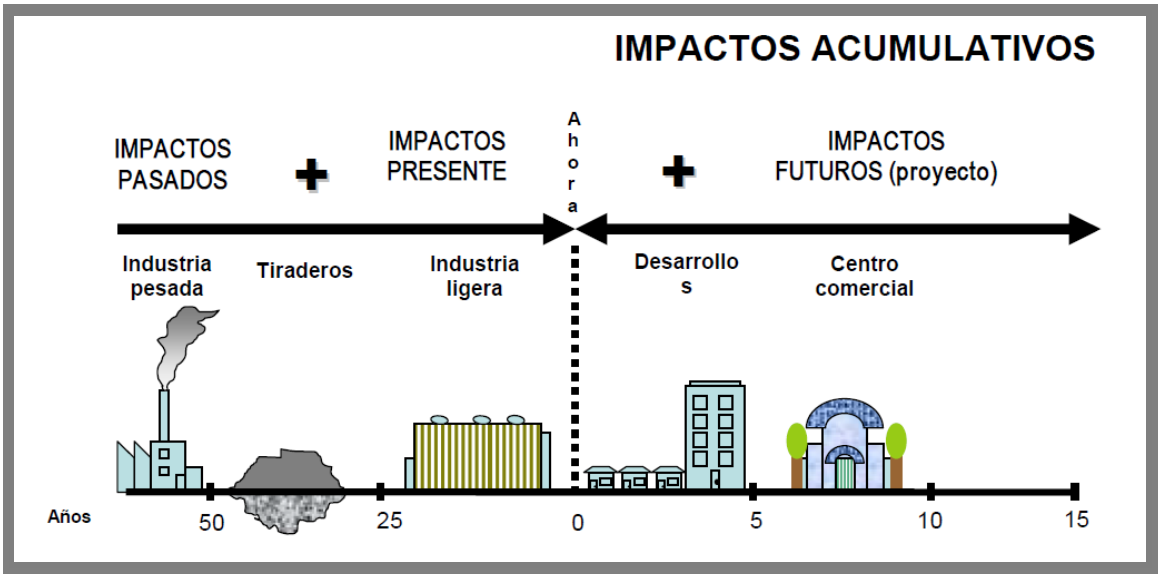


Figura V.4.- Esquema de la guía MIA Regional

En la Matriz RQYDA elaborada, se muestran resaltados con azul, los impactos acumulativos derivados de las obras (Tabla V.15).

En la columna extrema izquierda se muestran los factores ambientales, los cuales son analizados en escala de tiempo (fila superior de color café), en las siguientes columnas se muestran los impactos ocurridos en tiempo pasado, la situación actual y los impactos que se prevén en tiempo futuro.

Como resultado de la interacción de la Matriz, los impactos acumulativos positivos (celda en azul) previstos se darán en el factor Agua.

Tabla V.15.- Modelo de impactos acumulativos

AÑOS	30	0	3	25
	IMPACTOS PASADOS	SITUACIÓN ACTUAL	IMPACTOS GENERADOS CON EL PROYECTO	IMPACTOS FUTUROS
AIRE	Este factor se mantenia sin afectaciones, su caliad era buena debido a que, el agua de los Ríos aun no presentaban las descargas de agua residual que son el principal factor que se desprendan malos olores, debido a que los asentamientos humanos aledaños a los cauces eran reducidos.	Actualmente la calidad del aire en la zona aledaña a los Ríos esta siendo afectada por la emanación de malos olores provenientes de las descargas de aguas residuales y la disposición de residuos en los cauces.	Alteración a la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular	Los impactos generados durante la construcción de las obras son del tipo no significativos y temporales, en la zona no se llevan actividades que generen o alteren su calidad, por lo que no se prevén impactos acumulativos.
			Alteración a la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	
			Alteración a la calidad del aire por la generación de gases a la atmósfera de combustión debido al uso de maquinaria y equipo	
SUELO	Los suelos aledaños a los Ríos han sido utilizados para actividades agrícolas, el suelo por donde corre el cauce no presentaba afectación severa debido a que la cantidad de agua residual descargada era mínima.	Los suelos aledaños estan siendo afectados por la utilización de las aguas para el riego de parcelas agrícolas que viene cargada de contaminantes al igual que el suelo del cauce.	Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal	Los impactos que contribuyen en alteración en la calidad del suelo durante la construcción de las obras son del tipo no significativos y temporales, como no existen actividades que generen o alteren su calidad no se prevén impactos acumulativos.
			Alteración en la calidad del suelo por la generación de Residuos de Manejo Especial	
AGUA	La calidad de este factor presentaba condiciones aptas para su utilización en las actividades agrícolas, que es la fuente principal para atender esta actividad a lo largo de su cauce.	Este factor cuenta con un alto grado de contaminación debido a la descarga de aguas residuales y la disposición de residuos en los cauces. que se estan dando a lo largo de los cauces de los Ríos.	Alteración en la calidad del agua por la generación de turbidez, durante el mantenimiento que se les de a los Ríos.	La turbidez al agua se origina durante el mantenimiento de los Ríos, este impacto es Temporal No Significativo. No se prevén impactos acumulativos
				Una vez realizado el saneamiento de los Ríos y la puesta en marcha de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, la calidad de agua se verá mejorada sustancialmente, la utilización de esta agua que se está llevando en las actividades agricolas disminuira el riesgo de contaminación a los cultivos, esto generará un impacto acumulativo positivo debido a que se protegerá la salud de quien los consume.
VEGETACIÓN	La vegetación de galería no había sido desplazada o removida de manera significativa	La falta de mantenimiento a los Ríos y la poca cantidad de agua sobre su cauces ha provocado que la vegetación se instale sobre su cauce en algunos tramos, la vegetación presente sobre los margenes es de tipo secundaria en su mayoría con buenas condiciones.	Reducción en la vegetación por su remoción	Los impactos generados en la vegetación durante la construcción de las obras son del tipo Residual,no se prevén impactos acumulativos

V.6. Conclusiones

La identificación de impactos mediante la matriz de Leopold modificada, dio como resultado un total de 160 impactos, de los cuales 54 son positivos y 106 negativos. En cuanto a los negativos, 90 impactos son no significativos, puntuales, temporales y reversibles, presentándose durante todas las etapas del proyecto, 6 impactos no significativos de tipo puntual, permanente e irreversible en las etapas de preparación de sitio, operación y mantenimiento debido a la generación de residuos sólidos urbanos y peligrosos; 4 impactos poco significativos de tipo puntual, permanente e irreversible identificados principalmente en el factor suelo y finalmente se presentan 6 impactos negativos poco significativos que mayoritariamente son locales, puntuales e irreversibles incidiendo en el factor suelo por la erosión que se presentará durante la etapa de construcción.

Del total de los impactos positivos 42 impactos son locales y temporales derivados del factor socioeconómico, debido a que durante las obras de preparación del sitio y operación y mantenimiento, se generarán empleos temporales y una derrama económica a nivel local y regional. Se tiene contemplado utilizar el agua tratada para las áreas de cultivo aledañas al proyecto, y de esta manera disminuir la extracción de agua en los pozos. Esto mitiga en gran medida las afectaciones a la salud.

Se presentan 12 impactos positivos de tipo puntual y permanente en la etapa de operación y mantenimiento para el componente ambiental agua, puesto que se mejora la calidad y el manejo del agua de lluvia mediante la ejecución de las obras de rectificación y revestimiento de los ríos, y canal interceptor, y a la construcción de colectores marginales para la captación de aguas negras y conducción a plantas de tratamiento que permiten su reuso en la agricultura una vez saneadas.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El desarrollo de cualquier proyecto, ya sea a escala regional y/o local involucra una serie de acciones en las cuales resultan afectados de manera positiva o negativa los diversos subsistemas abióticos, bióticos y socioeconómicos del ecosistema evaluado.

Por lo anterior, es prioritario considerar las posibles modificaciones que se generarán en el proceso de desarrollo del proyecto, disminuyendo al máximo sus efectos adversos originados desde el planteamiento de diseño del proyecto, hasta su futura operación con adecuadas y eficientes medidas preventivas y de mitigación para los diversos impactos ambientales.

Las medidas que en el presente capítulo se proponen, son resultado del análisis ambiental previamente realizado. Se consideró para la elaboración de cada medida las disposiciones establecidas en la Normatividad Ambiental aplicable para cada uno de los factores ambientales. De esta manera, cada medida vertida en este apartado, tiene como propósito prevenir y mitigar las alteraciones ambientales. Adicionalmente, se consideró la disposición que en materia de impacto ambiental establecen las distintas dependencias gubernamentales para el desarrollo de este proyecto.

La agrupación de los impactos ambientales identificados en este proyecto, fue basada en factores afectados y medidas de mitigación consideradas, las cuales se establecieron con base en la clasificación descrita en los párrafos que a continuación se anotan.

Clasificación de Medidas

Las medidas tienen como objetivo el cumplimiento integral de la legislación federal, estatal y municipal en materia ambiental vigente.

Medidas preventivas

Se consideran las más importantes y tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse en la realización del proyecto. En éstas se incluyen las consideraciones ambientales desde el diseño del proyecto hasta su ejecución, a fin de evitar o disminuir posibles impactos, en la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que remediarlos.

Medidas de minimización o mitigación

Denominadas también como medidas de corrección, tienen como propósito recuperar, rescatar o minimizar aquel daño causado, que no pudiera evitarse desde el diseño del proyecto, y que por tanto algún componente ambiental fuera modificado o alterado en sus condiciones actuales.

Medidas de restauración

Son aquellas medidas que tienden a promover la existencia de las condiciones similares a las iniciales.

Medidas de compensación

Un impacto ambiental provoca daños al ecosistema o sistema ambiental que hacen necesario aplicar medidas que compensen sus efectos.

Por lo general, estos impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles. Espacialmente este tipo de medidas no son aplicable en el sitio, sino en áreas equivalentes o similares a las afectadas.

Estas medidas aplican en los siguientes casos:

- Repoblación vegetal.
- Pago o indemnizaciones.
- Reforestación en sitios seleccionados por la autoridad.
- Inversión en obras de beneficio al ambiente y a la sociedad.

Para distinguir las medidas aplicadas y su tipo, se empleará la nomenclatura siguiente:

- MP= medida de prevención
- MM= medida de mitigación
- MC= medida de compensación
- MR= medida de restauración
- NM= no mitigable

En las tablas que se muestran a continuación, se describen las etapas y sus actividades realizadas en cada una de ellas, los impactos que se generarán, las medidas de mitigación que se aplicarán y el tipo de mitigación aplicable. Es importante mencionar que derivado de la contratación de personal se generaran residuos sólidos urbanos y aguas residuales provenientes de los baños que si no cumplen con un manejo adecuado estos pueden provocar contaminación al suelo, en la tablas siguientes se mencionan y se le aplican medidas de mitigación de tipo preventivo, las cuales deben de ser cumplidas durante las etapas donde se presentan.

Tabla VI.1.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Preparación del Sitio para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente, etapa Preparación del Sitio.

PREPARACIÓN DEL SITIO			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
• Despalme y desmonte	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine ➢ 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria.	MP
	VEGETACIÓN		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Reducción en la vegetación por su remoción	➢ No sobrepasar el área del proyecto. ➢ Para actividades de remoción de vegetación queda prohibido el	MM MC*

PREPARACIÓN DEL SITIO			
		uso de agroquímicos ➢ Los árboles que puedan ser susceptibles a ser rescatados se sembrarán en un sitio alterno, el rescate de la vegetación se llevará a cabo antes de dar inicio la obra. La vegetación que no pueda ser rescatada será destinada a una trituración para incorporarla en áreas adyacentes al proyecto ➢ Reposición del estrato arbóreo (5 individuos/cada árbol talado) y dar seguimiento por un período de 5 años. Garantizar un éxito de supervivencia del 85%.* ➢ La reforestación se debe realizar con especies nativas de los sitios *	
	SOCIECONÓMICO		
	➢ Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM
	PAISAJE		
	➢ Alteración de la calidad visual	➢ No sobrepasar el área del proyecto ➢ Utilizar materiales de construcción compatibles con el medio ambiente ➢ Reemplazo de vegetación que sean nativas de la zona*	MM MC*

Tabla VI.2.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Construcción para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente

CONSTRUCCIÓN			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
• Excavaciones de zanjas a cielo abierto • Instalación de tuberías en el fondo de la zanja sobre plantilla de arena apisonada • Acostillado con arena o tezontle a los costados del tubo y a 30 cm sobre el lomo de éste • Relleno • Construcción de pozos de visita en deflexiones o entramos a cada 100 m.	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras, acarreo de arena y circulación vehicular. ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por colocación de arena o tezontle a los costados del tubo. ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por la construcción de pozos de visita. ➢ Alteración en la calidad del aire de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo.	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal. ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (mezcla de cemento y	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine. ➢ 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria. ➢ Plan de Manejo de acuerdo con la NOM-161-SEMARNAT-	MP MM*

	rebabas de materiales de construcción). ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por personal.	2011. (para residuos de manejo especial)	
	SOCIOECONÓMICO		
	➢ Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM

Tabla VI.3.- Medidas de Mitigación en Etapa de Operación y Mantenimiento para para Colectores Marginales de los Ríos de Oriente.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Mantenimiento	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con mantenimientos preventivos y correctivos ➢ Maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo.	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de lodos derivados del mantenimiento	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine	MM
	SOCIAL		
	➢ Alteración en los niveles de ruido ocasionando molestias a la población por el incremento sonoro generado por vehículos y maquinaria	➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM

Tabla VI.4.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Preparación del Sitio para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente.

PREPARACIÓN DEL SITIO			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Limpieza de Ríos	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine. ➢ 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria.	MP
	VEGETACIÓN		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Reducción en la vegetación por su remoción	➢ No sobrepasar el área del proyecto. ➢ Para actividades de remoción de vegetación queda prohibido el uso de agroquímicos ➢ Los árboles que puedan ser susceptibles a ser rescatados se	MM MC*

		sembrarán en un sitio alterno, el rescate de la vegetación se llevará a cabo antes de dar inicio la obra. La vegetación que no pueda ser rescatada será destinada a una trituración para incorporarla en áreas adyacentes al proyecto ➢ Reposición del estrato arbóreo (5 individuos/cada árbol talado) y dar seguimiento por un período de 5 años. Garantizar un éxito de supervivencia del 85%.* ➢ La reforestación se debe realizar con especies nativas de los sitios *	
	SOCIOECONÓMICO		
	➢ Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM
	PAISAJE		
	➢ Alteración de la calidad visual	➢ No sobrepasar el área del proyecto ➢ Utilizar materiales de construcción compatibles con el medio ambiente ➢ Reemplazo de vegetación que sean nativas de la zona*	MM MC*

Tabla VI.5.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Construcción para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente

CONSTRUCCIÓN			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Nivelación del fondo de los Ríos y afine de taludes ➢ Construcción de Gaviones ➢ Colocación malla electrosoldada y concreto ➢ Colado de base y taludes del Río ➢ Movimiento de tierra	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo.	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de excedentes de tierra(manejo especial)	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine.* ➢ 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria.* ➢ Plan de Manejo de acuerdo con la NOM-161-SEMARNAT-2011. (residuos de manejo especial)	MP* MM
	SOCIOECONÓMICO		
	➢ Alteración en la calidad del aire	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan	MM

	respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	

Tabla VI.6.- Medidas de Mitigación etapa de Operación y Mantenimiento para Rectificación y Revestimiento de los Ríos de Oriente.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Mantenimiento a infraestructura	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por circulación de maquinaria ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y vehículos.	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con mantenimientos preventivos y correctivos	MM
	SUELO		
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (lodos)	➢ Plan de Manejo de acuerdo con la NOM-161-SEMARNAT-2011. (residuos de manejo especial)	MM
	SOCIAL		
	➢ Alteración en los niveles de ruido ocasionando molestias a la población por el incremento sonoro generado por vehículos y maquinaria	➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM

Tabla VI.7.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Preparación del Sitio para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

PREPARACIÓN DEL SITIO			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Despalme y desmonte (para las PTAR aplica sólo para caudales mayores a 40 l/s	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador.	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por personal	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine.* 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria	MP
	VEGETACIÓN		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Reducción en la vegetación por su remoción	➢ No sobrepasar el área del proyecto. ➢ Para actividades de remoción de vegetación queda prohibido el	MM MC*

		uso de agroquímicos ➢ Los árboles que puedan ser susceptibles a ser rescatados se sembrarán en un sitio alterno, el rescate de la vegetación se llevará a cabo antes de dar inicio la obra. La vegetación que no pueda ser rescatada será destinada a una trituración para incorporarla en áreas adyacentes al proyecto ➢ Reposición del estrato arbóreo (5 individuos/cada árbol talado) y dar seguimiento por un período de 5 años. Garantizar un éxito de supervivencia del 85%.* ➢ La reforestación se debe realizar con especies nativas de los sitios *	
	SOCIOECONÓMICO		
	➢ Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM
	PAISAJE		
	➢ Alteración de la calidad visual	➢ No sobrepasar el área del proyecto ➢ Utilizar materiales de construcción compatibles con el medio ambiente ➢ Reemplazo de vegetación que sean nativas de la zona*	MM MC*

Tabla VI.8.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Construcción para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

CONSTRUCCIÓN			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Nivelación del Sitio ➢ Excavación para cimentaciones ➢ Armado de cárcamos y tanques. ➢ Instalación de equipo, bombas e instrumentación	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador.	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (escombros de construcción y excedentes de tierra). ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos peligrosos derivados de la instalación (estopas con	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine.* ➢ 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria* ➢ Control de partículas durante la excavación. ➢ Plan de Manejo de acuerdo con la NOM-161-SEMARNAT-2011 (residuos de manejo especial). ➢ Manejo de los residuos peligrosos conforme a la LPGIR y normatividad aplicable (NOM-052-SEMARNAT-2005).	MP* MM

	grasas y pintura, botes de pintura).		
	SOCIOECONÓMICO		
	➢ Alteración en la calidad del aire respirable por los pobladores aledaños a los ríos derivado de la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular y molestias por el incremento de ruido generado por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM

Tabla VI.9.- Medidas de Mitigación en Etapa de Operación y Mantenimiento para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Mantenimiento a infraestructura	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de vehículos que transportan los lodos. ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de olores derivado del proceso de tratamiento las aguas residuales durante la operación de las PTAR con caudales mayores a 40 l/s	➢ Vehículos en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Garantizar el buen funcionamiento de las PTAR con mantenimientos adecuados	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de lodos derivados del proceso de las PTAR. ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos peligrosos (pinturas, grasa, aceites)	➢ Aplicación de la NOM-004-SEMARNAT-2002 para los lodos derivados del proceso de las PTAR. ➢ Manejo de los residuos peligrosos conforme a la LPGIR y normatividad aplicable (NOM-052-SEMARNAT-2005).	MM
	SOCIAL		
	➢ Alteración en la calidad del aire respirable de los pobladores aledaños a plantas derivado del proceso de tratamiento las aguas residuales durante la operación de las plantas	➢ Garantizar el buen funcionamiento de las PTAR con mantenimientos adecuados	MM

Tabla VI.10.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Preparación del Sitio para colectores interceptores de aguas pluviales.

PREPARACIÓN DEL SITIO			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Limpieza de Ríos	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador	MM
	SUELO		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por personal	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine.* 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria	MP
	VEGETACIÓN		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	
	➢ Reducción en la vegetación por su remoción	➢ No sobrepasar el área del proyecto. ➢ Para actividades de remoción de vegetación queda prohibido el	MM MC*

		uso de agroquímicos ➢ Los árboles que puedan ser susceptibles a ser rescatados se sembrarán en un sitio alterno, el rescate de la vegetación se llevará a cabo antes de dar inicio la obra. La vegetación que no pueda ser rescatada será destinada a una trituración para incorporarla en áreas adyacentes al proyecto ➢ Reposición del estrato arbóreo (5 individuos/cada árbol talado) y dar seguimiento por un período de 5 años. Garantizar un éxito de supervivencia del 85%.* ➢ La reforestación se debe realizar con especies nativas de los sitios * ➢ Crear barreras arbóreas en los bordos de los canales con *Tamarix* sp o especies que se adapten a suelos salinos*	

Tabla VI.11.- Medidas de Prevención y Mitigación en Etapa de Construcción para Colectores Interceptores de aguas pluviales.

CONSTRUCCIÓN			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Excavación de Canales ➢ Nivelación del fondo de canales y afine de taludes ➢ Colocación malla electrosoldada	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador	MM

➢ Colado de base y taludes de canales	**SUELO**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal. ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos de manejo especial (recortes de malla y concretos)	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine.* ➢ 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria.* ➢ Plan de Manejo de acuerdo con la NOM-161-SEMARNAT-2011 (residuos de manejo especial). ➢ Manejo de los residuos peligrosos conforme a la LPGIR y normatividad aplicable (NOM-052-SEMARNAT-2005).	MP* MM

Tabla VI.12.- Medidas de Mitigación en Etapa de Operación y Mantenimiento para Colectores Interceptores de aguas pluviales.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
ACTIVIDAD	**AIRE**		
	IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Mantenimiento	➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y vehículos ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido de maquinaria.	➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador	MM
	SUELO		
	➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos urbanos (llantas plásticos, ramas entre otros) ➢ Alteración en la calidad del suelo por	➢ Uso de contenedores adecuados (camiones de volteo).* ➢ Plan de Manejo de acuerdo con la NOM-161-SEMARNAT-2011 (residuos de manejo especial).	MP* MM

	la generación de residuos de manejo especial (lodos)		
	AGUA		
	➢ Alteración en la calidad del agua por la generación de turbidez	➢ Preferenciar mantenimiento en época de estiaje. ➢ Colocación de barreras, para hacer puntual el levantamiento de sedimentos.	MM

Como consecuencia de la desecación de las Lagunas Xalapango y Texcoco Norte la medida de mitigación contemplada para este impacto es la pastización de toda el área que ocupan actualmente las lagunas, así como crear barreras arboladas rompe vientos con especies tolerantes a las altas concentraciones de sales presentes en el sitio, como *Tamarix sp* y *Distchilis spicata*. La medida compensatoria por la desecación de estos cuerpos de agua es la creación de nuevas lagunas de regulación, medida que se tiene contemplada en las obras asociadas que se van a llevar a cabo no incluidas en este proyecto.

Dada la nula o poco aporte de agua en los cauces de los ríos durante la época de estiaje, este factor no será afectado durante las diferentes actividades del proyecto, recomendando además que estas actividades se realicen en época de estiaje.

VI.1. Programa de manejo ambiental

El proyecto de los Ríos de Oriente contará con un programa de vigilancia para el manejo ambiental que garantice el pleno cumplimiento de las diferentes medidas de mitigación, preventivas y de compensación que resultaron de este capítulo.

Con el objetivo de que las actividades de este proyecto se realicen adecuadamente es necesario un control sobre las mismas, con base a la normatividad vigente aplicable, dicha normatividad está representada entre otras por:

- NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.
- NOM-041-SEMARNAT-2006 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible

- NOM-045-SEMARNAT-2006 Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.
- NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección ambiental.-Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles descontaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
- NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

En este sentido las afectaciones que requieren un control se mencionan a continuación y serán llevadas a cabo por el supervisor de obra:

- Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular sobre el área de proyecto

Se supervisará que la generación de estas partículas sea controlada de la mejor manera utilizando buenas prácticas, en caso de que el contratista desee utilizar agua se vigilará que el suelo no sea saturado para que no interfiera en la correcta operación del proceso constructivo y evitar este elemento en época de lluvias. Nunca utilizar agua potable. Se deberá contar con registros de bitácora.

- Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo

Se vigilará que los vehículos cuenten con engomado para la comprobación de cumplimiento con el programa de verificación local (en caso de que exista) o bien mediante la presentación de facturas que comprueben el mantenimiento de estos en talleres especializados. Para la maquinaria se deberá vigilar el cumplimiento de mantenimiento preventivo que requiere cada una de estas de acuerdo al modelo y marca de las mismas. Se deberá llevar registros de bitácora para ambos casos.

- Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria

Se vigilará y exigirá a los contratistas que los vehículos y maquinaría posean silenciadores mediante la presentación de facturas que comprueben el mantenimiento de estos para garantizar el cumplimiento de la normatividad aplicable. Se llevará control de bitácora.

- Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal

Se vigilará y exigirá el uso de contenedores para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine, procurando que el sitio de disposición final cumpla con su normatividad correspondiente. Se llevará control de bitácora.

- Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal

Se supervisará que los sanitarios portátiles tengan un mantenimiento permanente mediante la contratación de empresas especializadas, no se deberá permitir sanitarios con falta de higiene, se concientizará al personal de hacer un uso adecuado de estas instalaciones. Se llevará un control de bitácora.

- Reducción en la vegetación por su remoción

Supervisar que la remoción se realice sólo en el área destinada para las obras del proyecto sin sobrepasar sus dimensiones, se deberá vigilar que no haya extracción

de especies vegetales, se dará seguimiento a las medidas de compensación propuestas. Se llevará un control de bitácora.

Programa de Manejo Ambiental

Etapa de Preparación del sitio

Tabla VI.13.- Línea estratégica en el Factor Aire.

ETAPA DEL PROYECTO: PREPARACIÓN DEL SITIO				
AIRE				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular sobre el área del proyecto	Control de partículas sobre superficie de rodamiento	Durante los trabajos de limpieza de los Ríos	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	El inspector de obra verificará la generación de partículas, a fin de evitar polvaredas.
Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo	Mantenimiento constante los vehículos automotores y maquinaría	A lo largo de la ejecución de esta Etapa		Verificación periódica de vehículos automotores y maquinaría en forma constante, para dar cumplimiento a las NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina, NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel y NOM-080-SEMARNAT-1994 para vehículos provenientes del escape de los vehículos automotores.
Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria				

Tabla VI.14.- Línea estratégica en el Factor Suelo.

ETAPA DEL PROYECTO: PREPARACIÓN DEL SITIO				
SUELO				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos generados por personal	Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos con tapa	A lo largo de la ejecución de esta Etapa	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	Se deberá de verificar el retiro diario de los contenedores de residuos
Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario generadas por personal	Utilización de baños portátiles para los trabajadores, una unidad para cada 20 personas	A lo largo de la ejecución de esta Etapa		Se deberá de verificar el retiro y limpieza en forma diaria de los baños portátiles.

Tabla VI.15.- Línea estratégica en la Vegetación.

ETAPA DEL PROYECTO: PREPARACIÓN DEL SITIO				
VEGETACIÓN				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Reducción en la vegetación por su remoción	Realizar la remoción sólo en el área destinada para el proyecto sin sobrepasar sus dimensiones.	Previo inicio de obras y a lo largo de la ejecución de esta Etapa	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	Elaboración de un listado de las especies susceptibles de ser rescatadas y reubicadas, así como su número. Elaboración del informe de avances de los programas de reforestación, rescate y reubicación de especies vegetales nativas. Dar seguimiento permanente a dichos programas, durante un tiempo de 5 años. Se verificará que una vez concluidas que estas obras, se restituya en la medida de lo posible el nivel del suelo del terreno, con los materiales propios de los trabajos de operación.
	Para actividades de remoción de vegetación queda prohibido el uso de agroquímicos	Previo inicio de obras y a lo largo de la ejecución de esta Etapa		
	Los árboles que puedan ser susceptibles a ser rescatados se sembrarán en un sitio alterno, el rescate de la vegetación se llevará a cabo antes de dar inicio la obra. La vegetación que no pueda ser rescatada será destinada a una trituración para incorporarla en áreas adyacentes al proyecto	Previo inicio de obras y a lo largo de la ejecución de esta Etapa		
	➢ Realizar un programa de reforestación con especies nativas, Reposición del estrato arbóreo (5 individuos/cada árbol talado) y dar seguimiento por un período de 5 años. Garantizar un éxito de supervivencia del 85%. ➢ La reforestación se debe realizar con especies nativas de los sitios			

ETAPA DEL PROYECTO: PREPARACIÓN DEL SITIO				
PAISAJE				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Alteración de la calidad visual	No sobrepasar el área del proyecto Utilizar materiales de construcción compatibles con el medio ambiente Reemplazo de vegetación que sean nativas de la zona	A lo largo de la ejecución de esta Etapa	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	Se supervisará que las áreas contempladas para el proyecto no sean sobrepasadas para evitar la afectación en áreas circundantes y que no sean parte del proyecto

Programa de Manejo Ambiental

Etapa de Construcción

Tabla VI.16.- Línea estratégica en el Factor Aire.

ETAPA DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN				
AIRE				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular	Mantenimiento constante los vehículos automotores y maquinaría	Durante los trabajos de limpieza de los ríos	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	El inspector de obra o personal designado verificará que los vehículos automotores y maquinaría en forma constante, para dar cumplimiento a las NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina, NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel y NOM-080-SEMARNAT-1994 para vehículos provenientes del escape de los vehículos automotores.
Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo		A lo largo de la ejecución de esta Etapa		
Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido combustión debido al uso de maquinaria y equipo				

Tabla VI.17.- Línea estratégica en el Factor Suelo.

ETAPA DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN				
SUELO				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos generados por personal	Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos con tapa	A lo largo de la ejecución de esta Etapa	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	Se deberá de verificar el retiro diario de los contenedores de residuos
Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario generadas por personal	Utilización de baños portátiles para los trabajadores, una unidad para cada 10 personas	A lo largo de la ejecución de esta Etapa		Se deberá de verificar el retiro y limpieza en forma diaria de los baños portátiles.

ETAPA DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN				
PAISAJE				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Alteración de la calidad visual	No sobrepasar el área del proyecto Utilizar materiales de construcción compatibles con el medio ambiente Reemplazo de vegetación que sean nativas de la zona	A lo largo de la ejecución de esta Etapa	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	A medida de lo posible deberá procurarse utilizar materiales amigables con el medio ambiente que permitan integrarse de manera paulatina con este y esta manera disminuir la afectación en la calidad del paisaje

Programa de Manejo Ambiental

Etapa de Operación y Mantenimiento

Tabla VI.18.- Línea estratégica en el Factor Aire

ETAPA DEL PROYECTO: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
AIRE				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular	Control de partículas sobre superficie de rodamiento	Durante los trabajos de limpieza de los Ríos de Oriente	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	El inspector de obra verificará el control de la generación de partículas, a fin de evitar polvaredas.
Alteración en la calidad del aire por la generación de olores derivado del proceso de tratamiento las aguas residuales durante la operación de las PTAR con caudales mayores a 40 l/s	Garantizar el buen funcionamiento de las PTAR con mantenimientos adecuados	MM		El supervisor verificará el buen funcionamiento de las PTAR para el control de malos olores derivado del agua residual y tratamiento
Alteración en la calidad del aire por la	Mantenimiento constante los	A lo largo de la ejecución de esta		Verificación periódica de vehículos automotores y maquinaría en forma constante, para dar cumplimiento

ETAPA DEL PROYECTO: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo	vehículos automotores y maquinaría	Etapa		a las NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina, NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel y NOM-080-SEMARNAT-1994 para vehículos provenientes del escape de los vehículos automotores.
Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido por vehículos y maquinaria				

Tabla VI.19.- Línea estratégica en el Factor Suelo.

ETAPA DEL PROYECTO: PREPARACIÓN DEL SITIO				
SUELO				
Impacto	**Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o durará**	**Recursos necesarios, equipo, obras, instrumentos**	**Supervisión y grado de cumplimiento eficiencia y eficacia**
Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos generados por personal	Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos con tapa	A lo largo de la ejecución de esta Etapa	Debido a que las actividades requeridas para este proyecto están sujetas a proceso de licitación, esta información es de carácter confidencial	Se deberá de verificar el retiro diario de los contenedores de residuos
Alteración en la calidad del suelo por la generación de lodos derivados del proceso de las PTAR.	Aplicación de la NOM-004-SEMARNAT-2002 para los lodos derivados del proceso de las PTAR.	A lo largo de la ejecución de esta Etapa		Se deberá contar con registros de generación, tratamiento y disposición de este tipo de residuos.
Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario generadas por personal	Utilización de baños portátiles para los trabajadores, una unidad para cada 10 personas	A lo largo de la ejecución de esta Etapa		Se deberá de verificar el retiro y limpieza en forma diaria de los baños portátiles.

VI.2. Seguimiento y control

Las medidas de mitigación propuestas en este documento deberán ser cumplidas por los contratistas encargados de la realización de las obras, dicha condición deberá estar especificada en los términos de referencia de las licitaciones de obra de los proyectos contemplados, así como en los contratos de las compañías asignadas, esto aplica de igual manera para los programas de manejo a implementar, en caso de su incumplimiento se sancionará a la contratista de manera económica con el monto necesario para su ejecución y se exigirá su cumplimiento, este planteamiento deberá estar reflejado en los términos de referencia. Como complemento y para asegurar la reparación del daño ambiental que se pudiera generar por no aplicar las medidas de mitigación, se utilizará el monto fijado de las fianzas depositadas por los contratistas.

Para evidenciar el cumplimiento de las medidas de mitigación y de acuerdo al programa de vigilancia propuesto, es necesario llevar a cabo un seguimiento mediante la revisión de bitácoras. La revisión debe ser acompañada paralelamente de recorridos de campo para la verificación del cumplimiento de este programa, el seguimiento deberá ser realizado diariamente para las etapas de preparación del sitio y construcción, en la etapa de operación y mantenimiento el seguimiento deberá cumplirse en todas las etapas del proyecto, este se debe realizar semanalmente mediante reportes.

Para el caso de impactos no previstos que se pudieran presentar por una mala ejecución de las obras durante la ejecución del proyecto se deberán adoptar las medidas de mitigación pertinentes las cuales deberán integrarse al programa de vigilancia ambiental para su retroalimentación.

Los indicadores que evidenciarán el cumplimiento del programa son (Tabla VI.20):

Tabla VI.20.- Seguimiento y control de las medidas de mitigación

SEGUIMIENTO Y CONTROL					
Impactos al Aire	**Observancia**	**Etapas**	**Monitoreo**	**Seguimiento**	**Aseguramiento de cumplimiento de las medidas de Mitigación, Compensación o Preventivas**
Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular	Levantamiento de polvos sobre la superficie de rodamiento	En todas las etapas del proyecto	Verificar que las superficies de rodamiento se encuentren en una fase húmeda necesaria sin saturar el suelo para evitar la generación de polvaredas. Verificar que los vehículos que realicen el movimiento de tierras deberán ser cubiertos con lonas	El supervisor de obra vigilará que las condiciones sobre la superficie de rodamiento sean adecuadas y de esta manera evitar polvaredas	Las medidas de mitigación propuestas en este documento deberán ser cumplidas por los contratistas encargados de la realización de las obras, dicha condición deberá estar especificada en los términos de referencia de las licitaciones de obra de los proyectos contemplados, así como en los contratos de las compañías asignadas, en caso de su incumplimiento se sancionará a la contratista de manera económica con el monto necesario para su ejecución y se exigirá su cumplimiento, este planteamiento deberá estar reflejado en los términos de referencia. Como complemento y para asegurar la reparación del daño ambiental que se pudiera generar por no aplicar las medidas de mitigación, se utilizará el monto fijado de las fianzas depositadas por los contratistas.
Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo	Lo establecido en las : NOM-041-SEMARNAT-2006		Los contratistas de los vehículos deberán corroborar la verificación vigente de los vehículos automotores que utilizan gasolina	Reportar en una bitácora la vigencia de la verificación de los vehículos que utilizan gasolina como combustible y contar con una copia de la misma que evidencie su vigencia	
	NOM-045-SEMARNAT-2006		Así como los vehículos que utilizan diesel como combustible se deberá contar con verificación vigente de los vehículos que utilicen diesel	Reportar en una bitácora la vigencia de la verificación de los vehículos que utilizan diesel como combustible y contar con una copia de la misma como evidencia de su vigencia	
	NOM-080-SEMARNAT-1994		Constatar de manera oficial el cumplimiento de la normatividad aplicable	Reportar en una bitácora el cumplimiento de la normatividad aplicable así como su vigencia anexando una copia que constate su cumplimiento	
	Condiciones mecánicas de la maquinaria y equipo		En cuanto a la maquinaria que utilice combustibles fósiles para su funcionamiento deberá ser de modelos recientes de no más de 10 años y con evidencia de sus mantenimientos	Reportar en una bitácora los modelos de la maquinaria que sea requerida en las actividades del proyecto así como el reporte de los mantenimientos que se le han realizado	
Alteración en la calidad del aire por la generación de olores derivados del proceso de tratamiento de las aguas residuales durante la operación de las PTAR con caudales mayores a los 40 l/s	Aumento en la intensidad de malos olores	Operación y mantenimiento	Se realizarán reportes semanales de la operatividad y eficiencia del proceso, no deberá	El supervisor verificará que la operatividad y reportará las anomalías encontradas para su inmediata corrección con el fin de que el funcionamiento de las PTAR no sea interrumpida.	
SUELO					
Impacto	**Parámetro**	**Etapas**	**Monitoreo**	**Seguimiento**	**Aseguramiento de cumplimiento de las medidas de Mitigación, Compensación o Preventivas**
Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos generados por el personal	Cantidad de residuos sólidos urbanos (RSU) generados	Preparación de sitio y Construcción	Se reportará de manera diaria el retiro de los RSU	El supervisor verificará de manera visual la disposición correcta en los contenedores de RSU, y deberá notificar las anomalías observadas para su inmediata corrección	Las medidas de mitigación propuestas en este documento deberán ser cumplidas por los contratistas encargados de la realización de las obras, dicha condición deberá estar especificada en los términos de referencia de las licitaciones de obra de los proyectos contemplados, así como en los contratos de las compañías asignadas, en caso de su incumplimiento se sancionará a la contratista de manera económica con el monto necesario para su ejecución y se exigirá su cumplimiento, este planteamiento deberá estar reflejado en los términos de referencia. Como

					complemento y para asegurar la reparación del daño ambiental que se pudiera generar por no aplicar las medidas de mitigación, se utilizará el monto fijado de las fianzas depositadas por los contratistas.
Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario generadas por el personal	Agua residual de tipo sanitario	Preparación de sitio y Construcción	Se reportará de manera diaria el retiro de las aguas residuales de tipo sanitario y limpieza de los baños portátiles	El supervisor verificará la condición óptima de los baños portátiles y deberá notificar las anomalías observadas para su inmediata corrección	
Alteración en la calidad del suelo por la generación de lodos derivados del proceso de las PTAR	Cantidad de lodos generados durante el proceso	Operación y Mantenimiento	Cuando sea necesario el retiro de los lodos derivados del proceso de las PTAR, se reportará la cantidad de lodos generados y su disposición	El supervisor verificará su correcto manejo y disposición, deberá notificar las anomalías observadas para su inmediata corrección	
VEGETACIÓN					
Impactos a la Vegetación	**Parámetro**	**Etapas**	**Monitoreo**	**Seguimiento**	**Aseguramiento de cumplimiento de las medidas de Mitigación, Compensación o Preventivas**
Reducción en la vegetación por su remoción	Número de individuos arbóreos removidos	Preparación de Sitio	Reportar el número de árboles removidos	El supervisor verificará la supervivencia de los individuos rescatados y reubicados, así como de los árboles plantados, verificando que las especies plantadas sean nativas de los sitios donde serán sembrados. También verificará el éxito de supervivencia al finalizar el periodo de 5 años sea del 85%.	Las medidas de mitigación propuestas en este documento deberán ser cumplidas por los contratistas encargados de la realización de las obras, dicha condición deberá estar especificada en los términos de referencia de las licitaciones de obra de los proyectos contemplados, así como en los contratos de las compañías asignadas, en caso de su incumplimiento se sancionará a la contratista de manera económica con el monto necesario para su ejecución y se exigirá su cumplimiento, este planteamiento deberá estar reflejado en los términos de referencia. Como complemento y para asegurar la reparación del daño ambiental que se pudiera generar por no aplicar las medidas de mitigación, se utilizará el monto fijado de las fianzas depositadas por los contratistas.
			Verificar que la reposición del estrato arbóreo sea de 5 individuos por cada árbol talado		
			Reportar durante 5 años en periodos de 4 meses el seguimiento del desarrollo de los árboles rescatados y reubicados así como de los árboles reforestados.		
PAISAJE					
Impactos al Paisaje	**Parámetro**	**Etapas**	**Monitoreo**	**Seguimiento**	**Aseguramiento de cumplimiento de las medidas de Mitigación, Compensación o Preventivas**
Alteración de la calidad visual	Vegetación removida	Finalizada la obra durante un periodo de 5 años	Verificar que las especies plantadas sean nativas de la zona	Se supervisará anualmente utilizando evidencia fotográfica georreferenciada y con la utilización de bitácoras la evolución del restablecimiento de la calidad visual de los márgenes de los ríos durante un periodo de 5 años.	Las medidas de mitigación propuestas en este documento deberán ser cumplidas por los contratistas encargados de la realización de las obras, dicha condición deberá estar especificada en los términos de referencia de las licitaciones de obra de los proyectos contemplados, así como en los contratos de las compañías asignadas, en caso de su incumplimiento se sancionará a la contratista de manera económica con el monto necesario para su ejecución y se exigirá su cumplimiento, este planteamiento deberá estar reflejado en los términos de referencia. Como complemento y para asegurar la reparación del daño ambiental que se pudiera generar por no aplicar las medidas de mitigación, se utilizará el monto fijado de las fianzas depositadas por los contratistas.

VI.2.1. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

De acuerdo a los costos del proyecto, la inversión total es de 2,110 millones de pesos (Tabla VI.21) por lo que las fianzas corresponderá al 1%, es decir 21 millones de pesos aproximadamente.

Este monto servirá como garantía en caso de que durante la realización de las obras y actividades del proyecto se pudieran producir daños graves no previstos al ambiente regional y sus ecosistemas, derivado del incumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.

Una vez realizada la licitación, la promovente presentará ante la Secretaría las fianzas respectivas.

Tabla VI.21.- Inversión requerida

RÍO	PROPUESTA	LOCALIDAD	GASTO DE AGUA RESIDUAL A TRATAR l/s	PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (MDP)	INVERSIÓN TOTAL INICIAL (MDP)	COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL (MDP)
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES									
1. Río Teotihuacán	TEO-PROPUESTA-01-Ate	NEXQUIPAYAC II	14.9	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-02-Tez	GALLOS	62.4	LA	PTAR	1	30.00	30.00	3.00
	TEO-PROPUESTA-03-Tez	SANTIAGO	36.3	LA	PTAR	1	8.00	8.00	0.80
	TEO-PROPUESTA-04-Aco	ÁNGELES	331.0	LA	PTAR	1	70.00	70.00	7.00
	TEO-PROPUESTA-05-Aco	TEPEXPAN	399.5	LA	PTAR	1	90.00	90.00	9.00
	TEO-PROPUESTA-06-Aco	CABECERA MUNICIPAL	18.6	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-07-Aco	TOTOLXINGO	4.8	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
	TEO-PROPUESTA-08-Aco	XOMETLA	7.4	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-09-Aco	SAN MARCOS NEPANTLA	9.3	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-10-Teo	SAN L. TLALMIMILOLPAN	9.5	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-11-Teo	SANTA MARÍA COATÁN	15.2	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-12-	CABECERA MUNICIPAL	21.3	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00

	SMP								
	TEO-PROPUESTA-13-Otb	CABECERA MUNICIPAL	15.8	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
	TEO-PROPUESTA-14-Otb	AHUATEPEC	2.8	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
	TEO-PROPUESTA-15-Otb	BUENAVISTA	0.5	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
	TEO-PROPUESTA-16-Otb	SAN MARCOS NEPANTLA	3.4	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
2. Río Papalotla	PAP-PROPUESTA-01-Ate	SAN BARTOLO	30.8	LA	PTAR	1	15.00	15.00	1.50
	PAP-PROPUESTA-02-Tep	OCOPULCO	21.5	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
	PAP-PROPUESTA-03-Tep	JOLALPANV	10.4	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
3. Río Xalapango	JAL-PROPUESTA-01-Ate	LA PASTORIA	28.9	LA	PTAR	1	15.00	15.00	1.50
	JAL-PROPUESTA-02-Chin	CHICONCUAC	41.5	LA	PTAR	1	20.76	20.76	2.08
	JAL-PROPUESTA-03-Tex	SAN SIMÓN	31.2	LA	PTAR	1	15.25	15.25	1.53
	JAL-PROPUESTA-04-Tex	COAPANGO	17.2	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
4. Río Coxcacoaco	COX-PROPUESTA-01-Ate	SAN MIGUEL TLAIXPAN-XOCOTLÁN	2.5	H	PTAR	1	2.50	2.50	0.25
	COX-PROPUESTA-02-Tex	SAN MIGUEL TLAIXPAN-XOCOTLÁN	22.1	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
5. Río Texcoco	TEX-PROPUESTA-01-Tex	CABECERA MUNICIPAL	162.8	LA	PTAR	1	60.25	60.25	6.03
	TEX-PROPUESTA-01-Tex	SAN DIEGUITO	15.1	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
6. Río Chapingo	CHA-PROPUESTA-01-Tex	TEQUESQUINAHUAC	10.1	LA	PTAR	1	5.00	5.00	0.50
7. Río San Bernardino	SB-PROPUESTA-01-Tex	SAN BERNARDINO	37.5	LA	PTAR	1	20.51	20.51	2.05
8. Río Santa Mónica	SM-PROPUESTA-01-Tex	EL TEJOCOTE	69.7	LA	PTAR	1	30.00	30.00	3.00

9. Río Coatepec	SM-PROPUESTA-02-Tex	6 COLONIAS	400	LA	PTAR	1	90.00	90.00	9.00
	SM-PROPUESTA-02-Tex	COATEPEC	16.5	LA	PTAR	1	10.00	10.00	1.00
SUBTOTAL PTAR							582.27	582.27	58.23
COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES									
1. Río Teotihuacán					Km	50	2.1	104	10.42
2. Río Papalotla					Km	39	2.1	80	8.00
3. Río Xalapango					Km	35	2.1	75	7.50
4. Río Coxcacoaco					Km	34	2.1	70	7.00
5. Río Texcoco					Km	30	2.2	65	6.50
6. Río Chapingo					Km	23	2.2	50	5.00
7. Río San Bernardino					Km	17	2.1	35	3.50
8. Río Santa Mónica					Km	31	2.1	66	6.60
9. Río Coatepec					Km	29	2.2	64	6.40
SUBTOTAL COLECTORES					Km	287		609.16	60.92
CANAL INTERCEPTOR DE AGUAS PLUVIALES	CANAL	DESVIO DEL RÍO TEOTIHUACAN Y RÍO PAPALOTLA AL RÍO XALAPANGO		94.93 M3/s	Km	7	69	483.00	10.42
ADECUACION DE LAGUNA XALAPANGO Y TEXCOCO NORTE	LIMPIEZA Y COMPUERTAS	COMPUERTAS DE CONTROL			Ha	57		50.00	10.42
RECTIFICACIÓN Y ELEVACION DE BORDOS EN NUEVE RIOS DE ORIENTE	RECTIFICACIÓN Y BORDOS	RECTIFICACIÓN NUEVE RÍOS DE ORIENTE			Nueve ríos			84.31	10.42
REVESTIMIENTO DE LOS NUEVE RÍOS DEL ORIENTE	REVESTIMIENTO	REVESTIMIENTO			Km	16	20,000	301.30	10.42
TOTAL								**2,110.04**	**160.82**

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Una vez evaluados los impactos descritos en el Capítulo V, se visualizarán los siguientes escenarios: el primero, suponiendo que no se lleve a cabo el proyecto; el segundo con proyecto y el tercero con la descripción del análisis del escenario considerando medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI.

En la elaboración de los escenarios se considera primordialmente a los factores que potencialmente son susceptibles a tener cambios o alteraciones que modifiquen de manera directa, temporal y permanente, al sistema ambiental regional donde se situará el proyecto.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Los ríos de oriente actualmente presentan un grave impacto en materia de agua, debido a que en ellos se vierten descargas de tipo sanitario, las cuales producen malos olores, espumas por la utilización de detergentes, contienen materia orgánica y residuos que son generalmente plásticos como botellas y bolsas, por lo que presentan degradación por este tipo de contaminación.

En cuanto al suelo no se observan afectaciones, el uso de suelo de las zonas aledañas a los ríos de oriente es de tipo agropecuario con pastoreo local. Cabe señalar que las zonas agrícolas aledañas al río utilizan el agua del caudal para el riego de los campos de cultivo (cereales), sin embargo el crecimiento de la población se observa mediante el aumento de zonas puntuales cada vez más urbanizadas.

En cuanto al factor aire, no presenta afectaciones significativas debido a que el área de influencia no existen factores que ejerzan presión a este componente

ambiental, excepto en los puntos por donde atraviesan las carreteras Texcoco de Mora- Ecatepec de Morelos y Texcoco de Mora - Chicoloapan.

Los márgenes del río se encuentran compuestos por vegetación de galería, presentando principalmente especies de árboles como pirul (*Schinus molle*), eucalipto (*Eucalyptus sp*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*) e higuerilla (*Ricinus communis*), así como en algunos puntos dentro de su cauce se observó la presencia de lirio acuático a lo largo de los ríos como son el Xalapango y Coxcacoaco.

En cuanto a fauna, el hábitat natural ha sido completamente modificado, sin embargo se observaron artrópodos como orthópteros, coleópteros y arácnidos en las zonas aledañas al río y aves rapaces sobrevolando los campos de cultivo, lo que indica la adaptación a estas condiciones de algunas especies faunísticas, no se observó evidencias de presencia de mamíferos. Tampoco se observó la presencia de fauna acuática en la zona donde se llevan actividades agrícolas con presencia de asentamientos humanos, cabe mencionar que en estas zonas correspondientes a todos los Ríos el agua presenta un alto grado de contaminación

Respecto al área correspondiente a la zona federal donde se interceptan los Ríos Chapingo y San Bernardino se detectó la presencia de tortugas y en algunas zonas aledañas a estos Ríos la presencia de crustáceos del género *Artemia*, lo cual indica un mejoramiento sustancial en la salud de los cuerpos de agua que están alejados de las zonas urbanizadas.

Durante los recorridos de campo se observó la confluencia de personas en las zonas aledañas y márgenes de aquellos ríos que no están revestidos con fines recreativos.

Por lo anterior la dinámica que se realiza en el área del proyecto no será alterada por las actividades que actualmente se llevan a cabo como lo es la agricultura, sin

embargo continuará creciente el riesgo por inundación hacia los pobladores, así como la condición insalubre de los ríos por la descarga de agua residual en ellos.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

El proyecto de Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente tiene como objetivo sanear los ríos mediante la separación de las aguas residuales que se descargan en ellos a través de la instalación de colectores marginales, rectificación y revestimiento de ríos, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y construcción del colector de agua pluvial que conecta a los Ríos Teotihuacán y Papalotla, por otra parte, se contempla la posibilidad de disminuir el consumo de agua de pozos agrícolas utilizando las aguas tratadas que se generarán al operar este proyecto.

Todas estas obras tendrán la funcionalidad de regular las avenidas que se producen durante la temporada de lluvias, reducir la contaminación en el agua de los ríos y con ello reducir el riesgo en la salud de la población así como el mejoramiento del paisaje para garantizar en la posteridad una mejor calidad de vida de los pobladores

Al no ejecutarse las medidas de mitigación determinadas en el capítulo VI para los impactos negativos como lo es la alteración en la calidad del aire por la generación de partículas, ruido y generación de gases de combustión; la susceptibilidad del suelo a la erosión, la alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se presentarán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, causarán mayor deterioro ambiental a pesar de que se presentarán de manera puntual y temporal su efecto en el ambiente será irreversible adhiriéndose a otros impactos derivados de otras actividades produciendo un efecto sinérgico más allá del SAR del proyecto.

En cuanto a la remoción de la vegetación al no considerar su compensación disminuirá las áreas verdes, propiciando la degradación del suelo y del ambiente mismo además de afectar la calidad del paisaje rural, el cual actualmente brinda sus servicios recreativos a familias lugareñas que hacen uso de él.

Es importante considerar el control de las partículas durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción en los áreas donde se encuentren localidades aledañas a los ríos, esto con la finalidad de no ocasionar molestias a los habitantes y que puedan afectar a la salud de los mismos, en caso de no aplicar las medidas de mitigación pudiera presentarse alguna inconformidad de la población y hacer responsable a las obras que se estén realizando al presentarse cualquier daño relacionado con la salud de los habitantes y a sus bienes.

En el caso de las PTAR, estas deben de cumplir con un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado para que estas estén operando de manera eficiente y no se puedan generar una mayor cantidad de olores y que estos puedan ocasionar molestias o problemas a la salud de los habitantes en caso de que las PTAR se instalen próximas a cualquier localidad. Es recomendable que las actividades durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción se realicen en época de estiaje considerando el nulo o poco aporte de agua de los cauces de los ríos durante esta época, esto para no tener afectaciones a los cuerpos de agua (hidrología superficial).

Para compensar y mejorar la calidad del paisaje por la remoción de la vegetación, se deben de llevar a cabo las medidas propuestas, resaltando el hecho de que se deben de utilizar especies nativas de la zona, en caso de no llevar a cabo estas medidas compensatorias el paisaje se verá afectado de manera significativa perdiendo aún más el valor estético de la zona.

Como consecuencia de la desecación de las Lagunas Xalapango y Texcoco Norte es importante aplicar como medida compensatoria la creación de nuevos cuerpos de agua (contemplados en otro proyecto a implementar y que no es objeto de esta

MIA) debido a que estas lagunas son de vital importancia para las aves acuáticas locales y migratorias, de igual manera, como medida compensatoria se debe de realizar la pastización de toda el área que ocupan actualmente las lagunas una vez desecadas, por otro lado, es necesaria la creación de barreras arboladas rompe vientos, para ambos casos es recomendable utilizar especies tolerantes a las altas concentraciones de sales presentes en el sitio, como *Distchilis spicata* y *Tamarix sp.* De no llevarse a cabo las medidas propuestas se afectaría a la avifauna debido a que las lagunas forman parte de un hábitat importante para ellas dentro de la zona del Lago de Texcoco.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando medidas de mitigación

Actualmente los ríos se encuentran altamente impactados por las descargas de agua residual y residuos sólidos. Mediante las obras del proyecto para separar las aguas pluviales de las aguas residuales que se descargan en ellos a través de la construcción de colectores marginales, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, rectificación y revestimiento de los ríos, y construcción del colector de agua pluvial que conecta a los Ríos Teotihuacán y Papalotla se disminuirán considerablemente estas afectaciones.

La construcción y operación de este proyecto reducirá el impacto en el componente agua, debido a que mejorará su calidad. Con la ejecución de las medidas de mitigación durante las etapas de preparación de sitio y construcción se mitigará la afectación al ambiente, misma que desaparecerá una vez concluida la obra, debido a que los impactos son de tipo temporal, por lo tanto se favorecerá a mantener el equilibrio hidrológico de la cuenca del Valle de México al mejorar la calidad del agua que entra a las lagunas de regulación como son la Laguna Hidalgo y Carrizo, así como al Lago Nabor Carrillo, este último es un área que brinda descanso a las aves migratorias y locales.

Los resultados de la implementación de este proyecto solventarán la problemática ambiental por contaminación de las aguas residuales que se presenta en los ríos, mejorando su calidad en los cuerpos receptores y directamente en la termoregulación del clima en la zona, una vez cumpliendo con la normatividad requerida para esta acción, al incrementar la calidad del agua puede aumentar su uso en la agricultura y de esta manera disminuir la utilización de agua de pozos.

El proyecto considera la aplicación de medidas de mitigación con el fin de minimizar los impactos ambientales en caso de la generación de polvos y partículas se evitaran tolvaneras, con el control y manejo de los residuos sólidos urbanos y los de manejo especial se evitara la contaminación del suelo, en el caso de la remoción vegetal se generaran nuevas áreas verdes con especies nativas esto durante las etapas de preparación de sitio y construcción en donde se identificaron la mayoría de estos impactos.

Con la ejecución de las medidas de mitigación durante las etapas de preparación de sitio y construcción se disminuirá la afectación al ambiente, misma que desaparecerá una vez concluida la obra.

Los resultados de la implementación de este proyecto solventarán la problemática ambiental por contaminación de las aguas residuales de los ríos y su área de influencia, así como mitigar el riesgo de inundación a la población en la temporada de lluvias por las grandes avenidas.

La puesta en marcha de este proyecto mejorará la condición ambiental de la zona a nivel local y regional con el tratamiento y manejo de las aguas residuales que son el factor más relevante de contaminación de estos ríos, así como evitar el riesgo de inundaciones en las poblaciones aledañas a este.

VII.4. Pronóstico ambiental

Considerando los escenarios descritos en párrafos anteriores, el proyecto una vez en operación disminuirá significativamente la contaminación presente en los Ríos de Oriente, se presentarán también impactos positivos por la rectificación y revestimiento de los ríos disminuyendo el riesgo de inundación.

El saneamiento de las aguas de estos ríos brinda la posibilidad de ser reusadas, mitigando el impacto que por décadas se ha presentado en la zona. Paralelamente el área aledaña a los ríos se caracteriza por ser de tipo agrícola en la cual se han utilizado las aguas negras para el riego de los campos de cultivo, el proyecto de tratamiento de aguas negras beneficiará a la agricultura y disminuirá el riesgo de posibles enfermedades derivadas de esta práctica.

La calidad de vida que brindará la ejecución de las obras contempladas en este proyecto para los pobladores se verá incrementada, a la vez que da la pauta para lograr la sustentabilidad en la zona.

VII.5. Evaluación de alternativas

No se contemplan alternativas, el objetivo de este proyecto es dar un saneamiento a estos ríos que tienen un origen natural, por otra parte su encausamiento disminuirá en gran medida las inundaciones que aún se presentan en época de lluvias, el saneamiento y el tratamiento de las aguas residuales beneficiará en gran medida a los habitantes aledaños a los cauces de estos ríos disminuyendo el riesgo de afectaciones a la salud y se contribuirá en gran medida al mejoramiento ambiental de la zona de influencia de estos cuerpos de agua.

VII.6. Conclusiones

Las obras hidráulicas de saneamiento de los ríos de oriente que son el rectificación y revestimiento de los ríos, canal interceptor de aguas pluviales,

colectores marginales y plantas de tratamiento son de naturaleza ambiental, debido a que contemplan el tratamiento del agua residual de tipo sanitario, así como el saneamiento de los ríos. Lo que beneficiará en todos los sentidos a la sociedad, principalmente a aquellos habitantes en zonas cercanas a sus márgenes, ya que disminuirá los riesgos de inundación y de afectación a la salud.

Así también fomentará el uso eficiente del agua al utilizar parte de esta para fines agrícolas.

Los impactos que se generarán por la ejecución de estas durante las etapas de preparación del sitio y construcción de obras no afectarán la calidad del SAR y Área de Influencia del proyecto de manera permanente. Los beneficios ambientales serán mayores una vez que el proyecto se encuentre operando al mejorar paulatinamente y de manera positiva el SAR, el cual actualmente presenta distintas presiones de tipo ambiental.

El problema principal de los Ríos de Oriente es su alto grado de contaminación presente en sus cauces derivado principalmente de las descargas de aguas residuales que se vierten sobre ellos y el continuo riesgo de desbordamiento en época de lluvias que originan inundaciones, al llevar a cabo este proyecto se formulan alternativas para su saneamiento y mejorar las condiciones ambientales que actualmente presentan, por lo que las obras son técnica y ambientalmente factibles de llevarse a cabo.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Literatura consultada

Acuerdo por el que se modifican los límites establecidos en las tablas 3 y 4 de los numerales 4.2.1 y 4.2.2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/DO2726.pdf. Consultado 01-11-2013.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Atlas Estatales de riesgo. En línea

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=190. Consultado 11-11-13

Ceballos, G. 2009. La diversidad bilógica del Estado de México. Estudio de estado. Secretaria del Medio Ambiente, Estado de México

Código de Biodiversidad

http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/cod/vig/codvig009.pdf. En línea:

http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/legistel/leyes/vigentes. Consultado 01-11-2013.

Comisión Federal de Electricidad (CFE). 2010. Manual Sección 3.1.5.2 Evaluación de propiedades dinámicas del ***suelo***.. En línea:

materiales.azc.uam.mx//CFE/04%20MANUAL-SISMO-COMENTAR. Consultado 13-11-2013.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Plan de Consolidación del Rescate Hidrológico de la Zona Federal del Ex Lago de Texcoco, Segunda Parte, 2004. En línea:http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/carl_pdf_fquin.pdf. Consultado 22-10-13.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

En línea: *http://avesm-x.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=1.*Consultado 23-10-2013.

Comisión Nacional del Agua, 2004. Plan de Consolidación del Rescate Hidrológico de la Zona Federal del Ex Lago de Texcoco, Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala.

Cuenca del Lago de Texcoco

En línea: *http://www.whsrn.org/es/perfil-de-sitio/lago-texcoco.*Consultado 18-10-2013.

Cuenca de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

http://www.atl.org.mx/aguadf/images/docs/Balance_hidrico_en_la_Cuenca_de_Mexico.pdf. Consultado 15-10-2013.

Decreto por el que se expide la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley General del

Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de la Ley General de Vida Silvestre, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, de la Ley de Aguas Nacionales, del Código Penal Federal, de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos y de la Ley General de Bienes Nacionales. En línea: *http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO3075.pdf*. Consultado 20-10-2013.

Gobierno del Estado de México. Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México. 2006.

http://portal2.edomex.gob.mx/idcprod/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_actua_mod_ord_edomex_2.pdf. En línea: Consultado. 11-11-2013.

Gobierno del Estado de México, 2006. Actualización del Modelo del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México*.* En línea

http://portal2.edomex.gob.mx/idcprod/groups/public/documents/edomex_archivo/sma_pdf_actua_mod_ord_edomex_2.pdf: Consultado11-11-2013.

Gobierno del Estado de México, Secretaría de Ecología (1998). Diagnóstico Ambiental del municipio De Texcoco. Dirección General de Planeación Ambiental. En línea:

http://www.fundaciontlaloc.org/biblioteca/DiagnosticosAmbientalesRegionales/R07%20Texcoco.pdf. Consultado 27-10-2013.

Gobierno del Estado de México, Secretaria del Medio Ambiente. 2007. Inventarío de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco, 2004. 106 pp.

Instituto de Geografía, UNAM, 1990. Atlas Nacional de México. Zonificación del Subsuelo del Valle de México, Reglamento de Construcción DDF, 1987.

Ley de Aguas del Estado de México

En línea: *http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/ley/vig/leyvig002.pdf.* Consultado 15-10-2013

Ley de Aguas de Aguas Nacionales

En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/LAN_vigente3.pdf.Consultado 30-10-2013.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/259.pdf. Consultado 27-10-2013.

Ley General de Vida Silvestre

En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/ACD000824_2.pdf. Consultado 12-10-2013.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/148.pdf Consultado 27-10-2013.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/263.pdf

Consultado 22-10-2013.

Muciño Daniel, 2001. *Proyecto Regional, Sistema Integrado de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial, Estudio General del Caso: Lago de Texcoco*, México. México, junio 2001.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes Nacionales. En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/Ecolok.pdf. Consultado 12-10-2013.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO114OK.pdf. Consultado 12-10-2013.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/DO946.pdf. Consultado 12-10-2013.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO2282.pdf. Consultado 12-10-2013.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies Nativas de México De Flora y Fauna Silvestres-Categorías De Riesgo y Especificaciones Para Su Inclusión, Exclusión O Cambio-Lista De Especies En Riesgo. En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf. Consultado 12-10-2013.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf. Consultado 12-10-2013.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO3015.pdf. Consultado 12-10-2013.

Plan de Desarrollo 2011-2017. Región XI Texcoco Programa Regional 2012-2017. Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México. En línea: (COPLADEM). *www.edomexico.gob.mx.* Consultado 30-10-2013.

Plan Hídrico para las subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico 2010-20130.

En línea:

http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=article&id=18196:plan-hidrico-para-las-subcuencas-amecameca-la-compania-y-tlahuac-xico&catid=1264:gestion-del-agua-en-cuencas-hidrograficas&Itemid=106. Consultado 12-10-2013.

Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Atenco, México. 2009. Clave geoestadística 15011. En línea:

*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15011.pdf.*Consultado 12-10-2013.

Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Chimalhuacán, México. 2009.Clavegeoestadística 15031. En línea:

http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15031.pdf. Consultado 12-10-2013.

Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Texcoco, México. 2009. Clave geoestadística 15099. En línea: *http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15099.pdf*. Consultado 12-10-2013.

Regiones Prioritarias Hidrológicas

Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. En línea:

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrocen.html. Consultado 19-10-2013.

Región Prioritaria Hidrológica

SEMARNAT (Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental) En línea:

http://mapas.semarnat.gob.mx/SIGEIA4PUBLICO/BOS/Bos.php. Consultado 23-10-2013.

68. Remanentes del Complejo Lacustre de la cuenca de México. CONABIO. En línea

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_068.html. Consultado 23-10-2013.

Reglamento de la Ley de Aguas del Estado de México

En línea:

http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/rgl/vig/rglvig048.pdf. Consultado 12-10-2013.

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

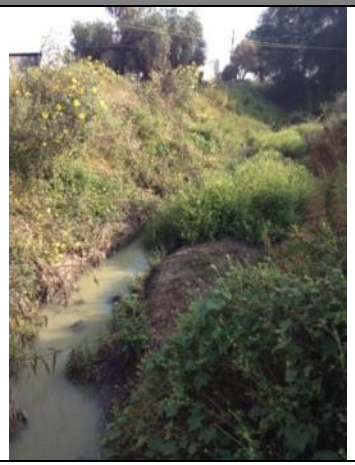
En línea:

http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/Reg_LGEEPA_MEIA.pdf. Consultado 12-10-2013.

Secretaría del Medio Ambiente y Ecología. Estudio para la Caracterización y Diagnóstico del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la Cuenca de México, Mayo 2010

http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/bitacora_cuenca_valle_mexico/caracterizacion_final_22_marzo_1.pdf En línea, consultado 11-10-2013

VIII.2. Anexo I.- Registro Fotográfico

RÍO SAN JUAN TEOTIHACÁN	
	
19°35´5.89N 98°55´51.35´´O	19°35´5.79´´N 98°55´51.46´´O
	
19°33´30.19N 98°56´52.33´´O	19° 33´ 30.55´´N 98°33 30.55

COXCACOACO	
	
19°31´59.32´´N 98°54´05.47´´O	19° 31´59.59´´
	
19° 31´58.33´´N 98° 54´15.17´´O	19°31´50.86´´ N 98°55´34.21´´O

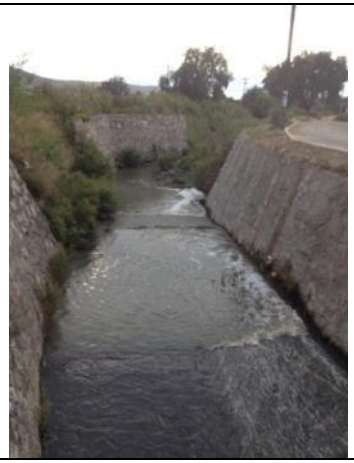
RÍO XALAPANGO	
	
19°32´38.45´´N 98°54´45.13O	19°.32´15.85´´N 98°55´27.79´´O
	
19°31´47.01N 98°55´59.84´´O	19°31´17.67N 98° 56´11.21´´O

RÍO TEXCOCO	
	
19°30´17.12´´N 98°53´38.95´´Ó	19°30´17.50´´N 98°54´25.39´´O
	
19°30´12.94´´N 98°54´38.42´´O	19° 30´16.73´´N 98°55´26.51´´Ó

RÍO CHAPINGO	
	
19°29´13.77´´N 98°55´34.34´´	19°29´12.33´´N 98°54´34.80´´O
	
19°29´11.21´´N 98°54´54.33´´O	19°29´11.30´´N 98°53´54.16´´O

SAN BERNARDINO	
	
19°28´57.08´´N 98°53´44.87´´O	19°28´55.26´´N 98°54´10.72´´O
	
19°28´47.58´´N 98°54´30.63´´O	19°28´59.76´´N 98°56´16.32´´O

SANTA MÓNICA	
	
19°26´40.38´´N 98°54´12.86´´O	19°26´38.73´´N 98°54´27.31´´O
	
19°26´38.50´´N 98°54´27.14´´O	19°26´55.87´´N 98°54´48.84´´O

RÍO COATEPEC	
	
19°25´20.12´´N 98°54´48.07´´O	19°25´ 20.22´´N 98°54´ 47.82´´
	
19° 25´22.07´´N 98° 55´6.9´´O	19°25´20.92´´N 98°54´58.07´´O

VIII.3. Anexo II.- Caracterización del agua de los ríos de oriente

VIII.4. Anexo III.- Presentación Ejecutiva en Power Point

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

MIA Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente del Lago de Texcoco



Diciembre 2013

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Índice

II Descripción de las Obras

III Vinculación con los instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables

IV Descripción del Sistema Ambiental y Señalamiento de la Problemática Ambiental Detectada en el Área de Influencia del Proyecto

V Identificación, Caracterización y Evaluación de los Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional

VI Estrategias para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional

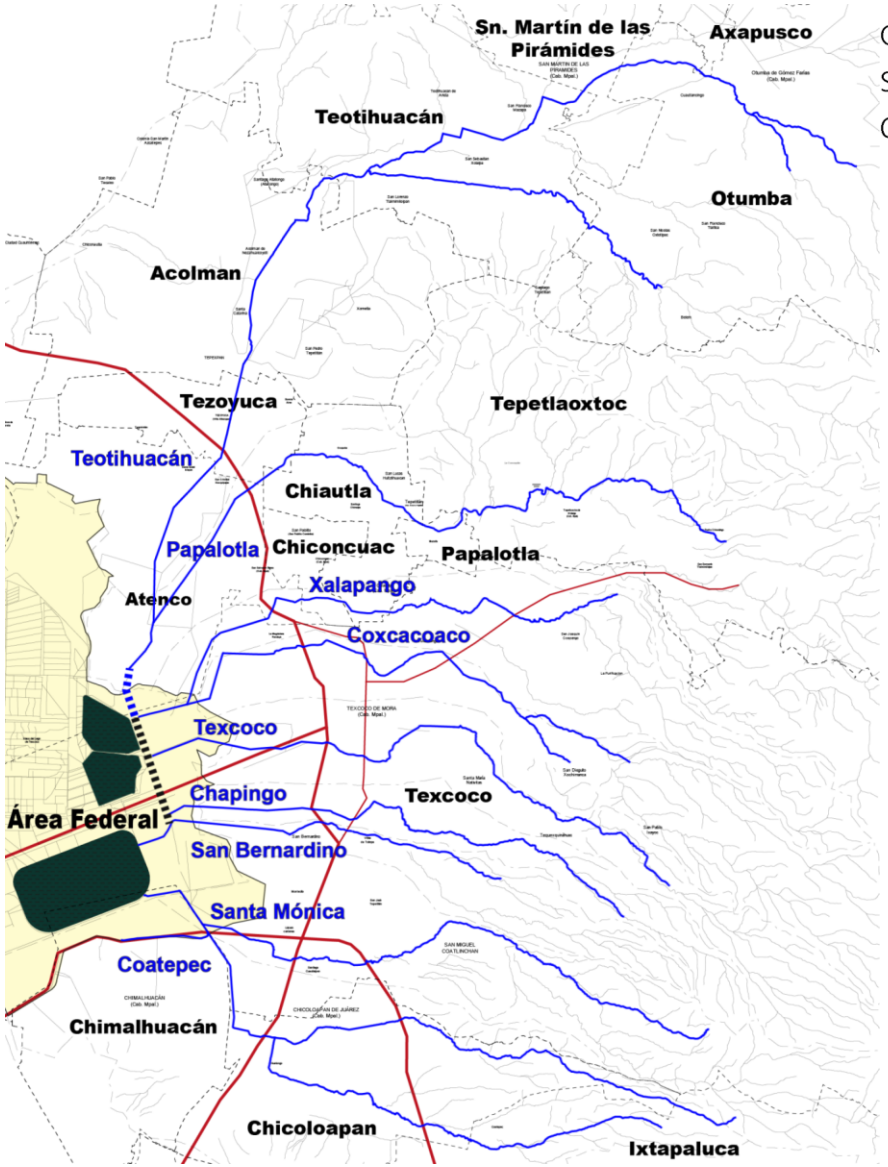
VII Pronósticos Ambientales Regionales y, Evaluación de Alternativas

Conclusiones

Capítulo II

Descripción de las Obras





obras de regulación y saneamiento de los ríos de oriente del vaso de Texcoco

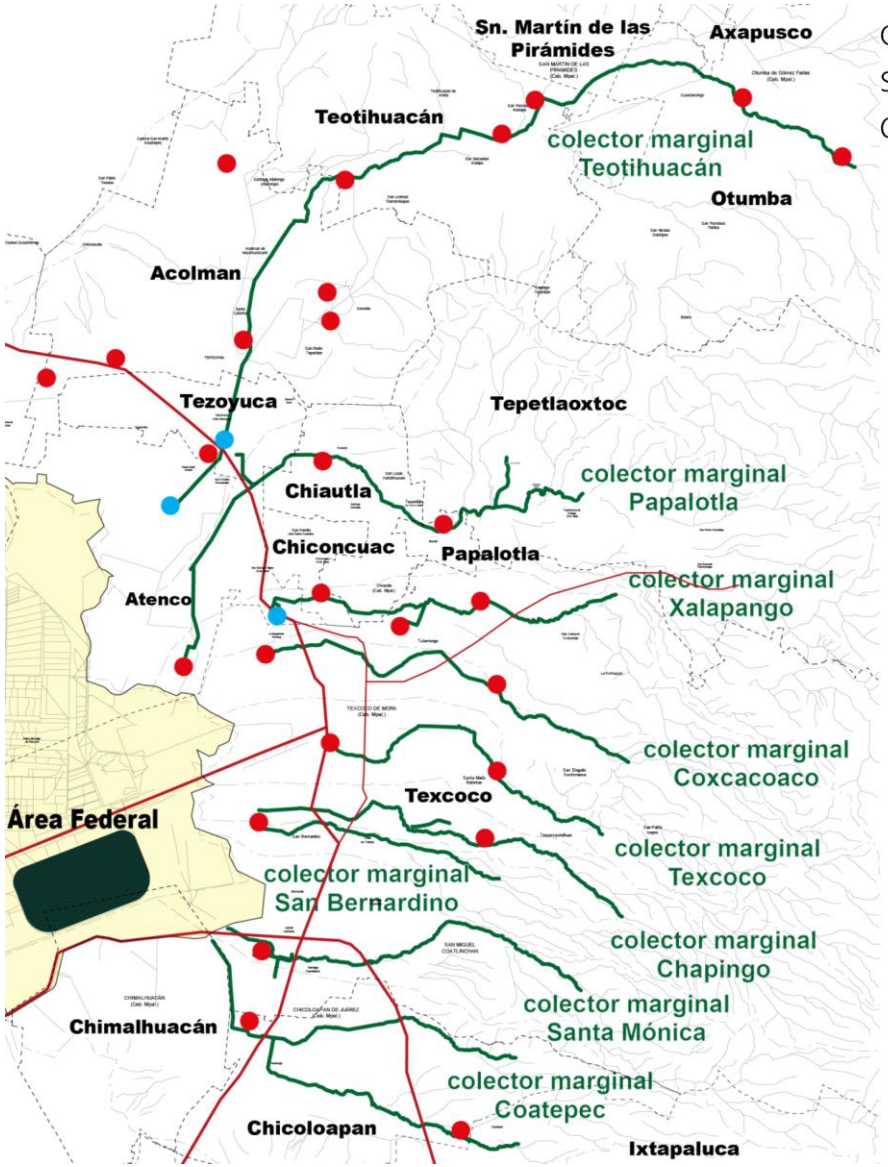
N

Desazolve, rectificación de bordos y revestimiento de ríos

- Río San Juan Teotihuacán
- Río Papalotla
- Río Xalapango
- Río Coxcacoaco
- Río Texcoco
- Río Chapingo
- Río San Bernardino
- Río Santa Mónica
- Río Coatepec

Canal interceptor pluvial propuesto

Canal interceptor pluvial existente



obras de regulación y saneamiento de los ríos de oriente del vaso de Texcoco

N

Colectores de aguas negras

32 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR

PTAR (propuesta) en Planta de Bombeo existente

PTAR propuesta

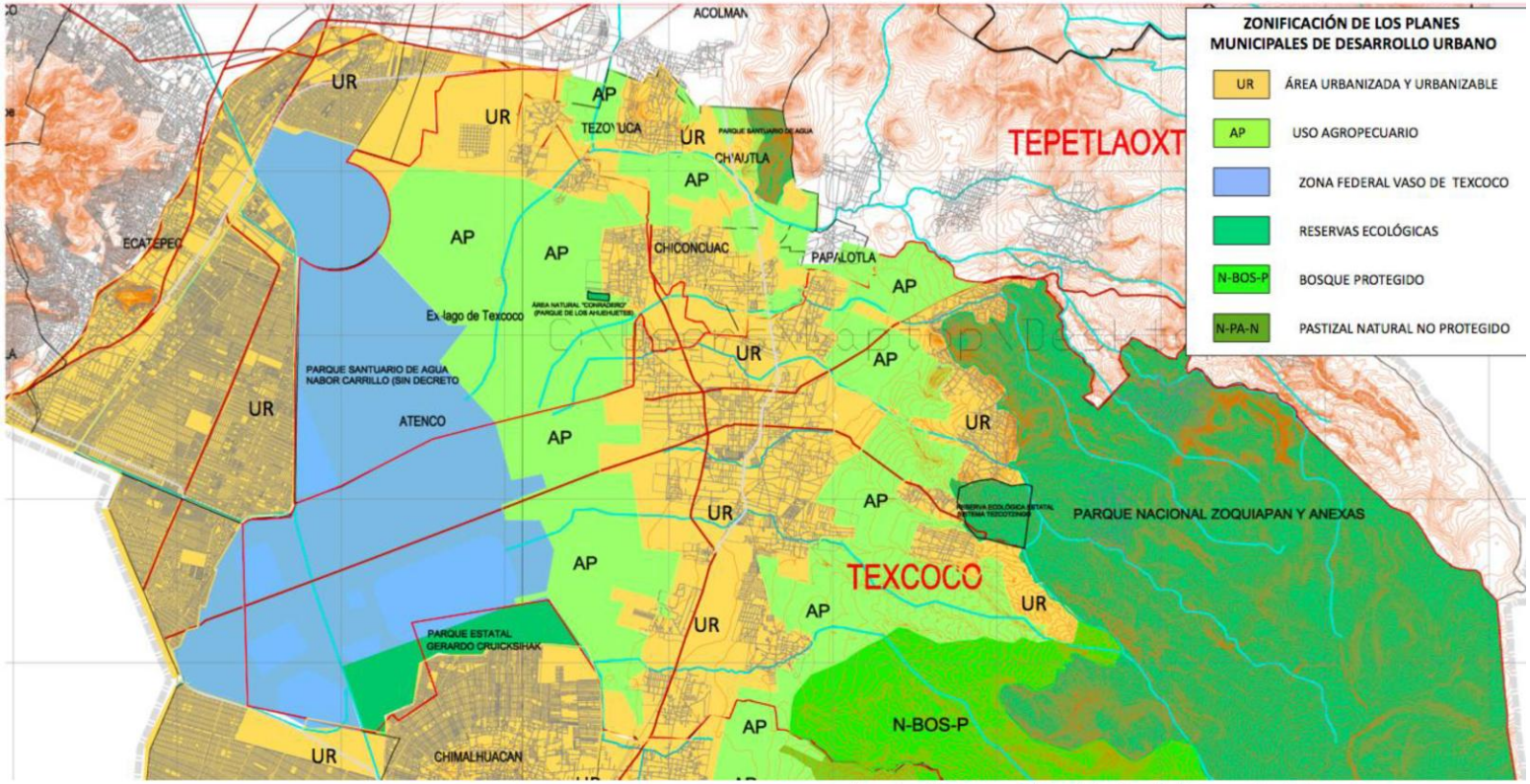
Capítulo III

Vinculación con los instrumentos de Planeación y Ordenamientos Jurídicos Aplicables



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Vinculación con los instrumentos de planeación urbana. Usos de Suelo Normativos

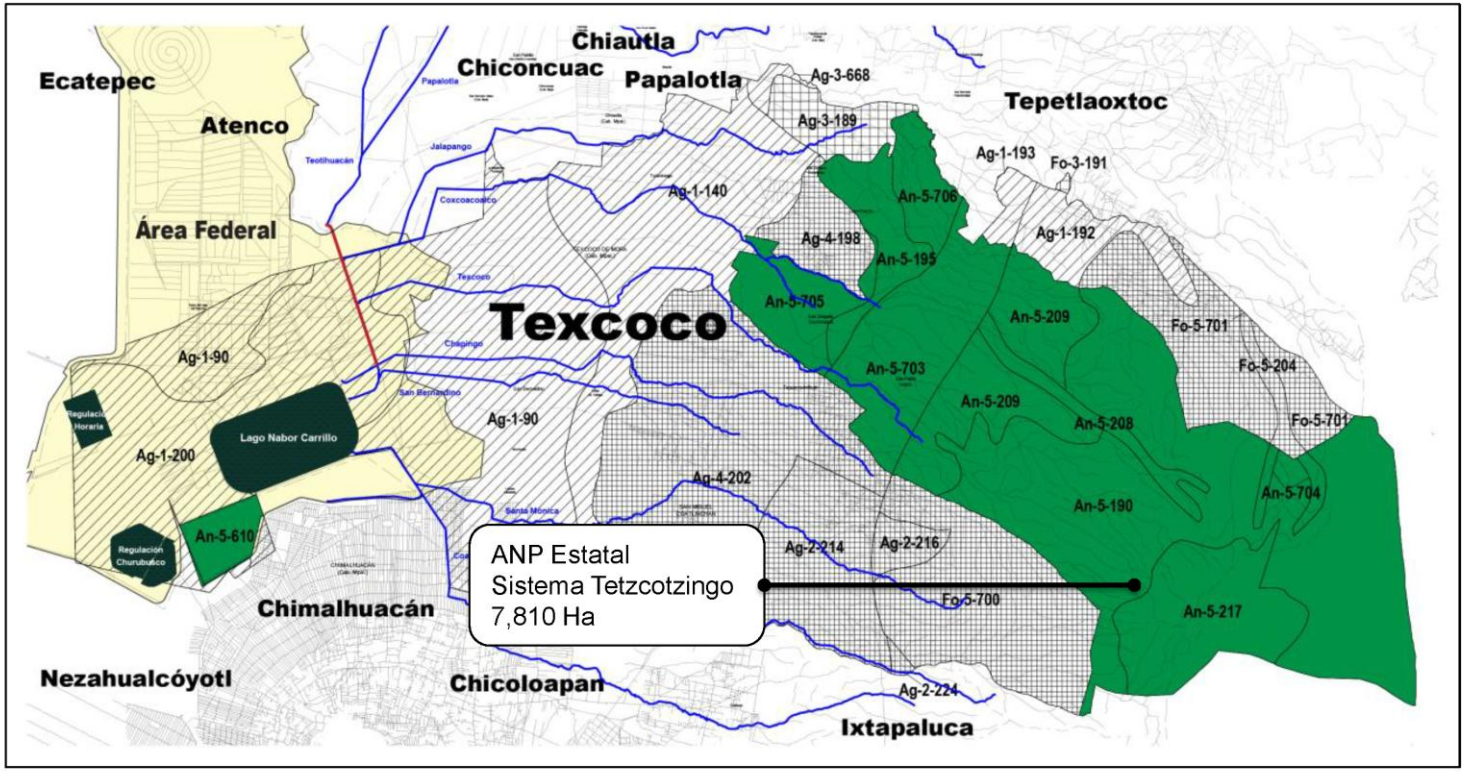


Fuente: Programas Municipales de Desarrollo Urbano

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Vinculación con los instrumentos de ordenamiento ecológico
Usos del Suelo Normativos

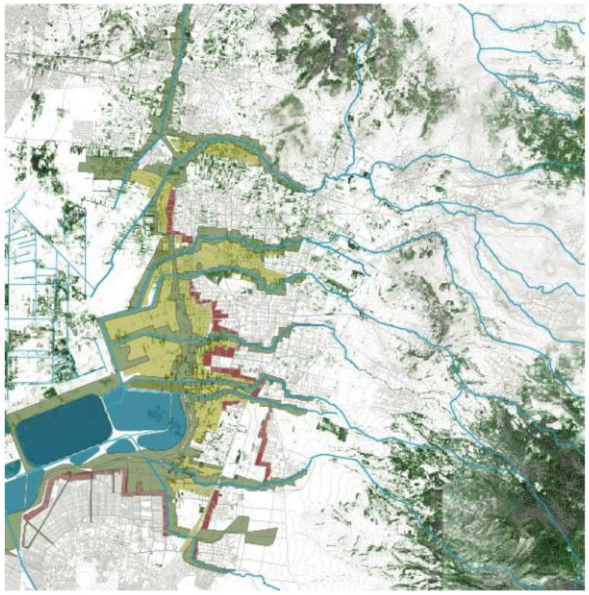
Texcoco



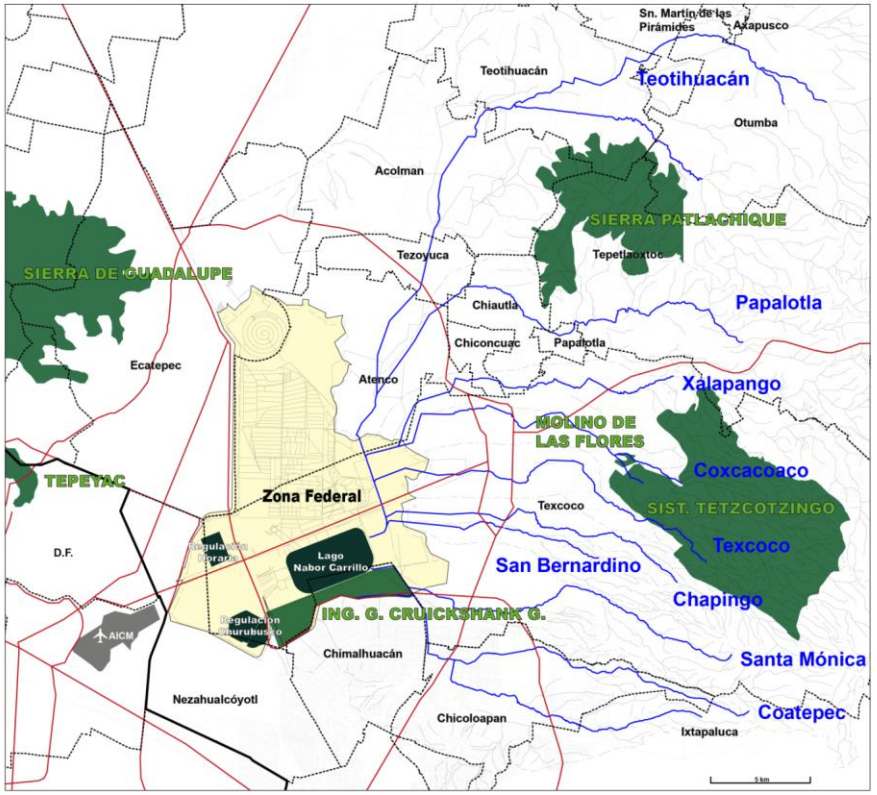
MIA – 1 Saneamiento de los Ríos de Oriente del Lago de Texcoco

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

ANP Áreas Naturales Protegidas 2014



Visión 2040



MIA – 1 Saneamiento de los Ríos de Oriente del Lago de Texcoco

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

De acuerdo a principio del derecho a contar con un ambiente sano tal como lo establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el saneamiento de las aguas de los Ríos del Oriente es compatible con éste derecho.



En materia de infraestructura hidráulica, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Texcoco, Estado de México, establece la importancia de la función de las PTAR´s e infraestructura sanitaria para evitar la contaminación de los ríos, evitando que en epoca de lluvias desborden y provoquen inundaciones en los municipios de Chimalhuacán, y Texcoco. Contar con infraestructura hidráulica encaminada al saneamiento de los ríos, es compatible con el plan mencionado.



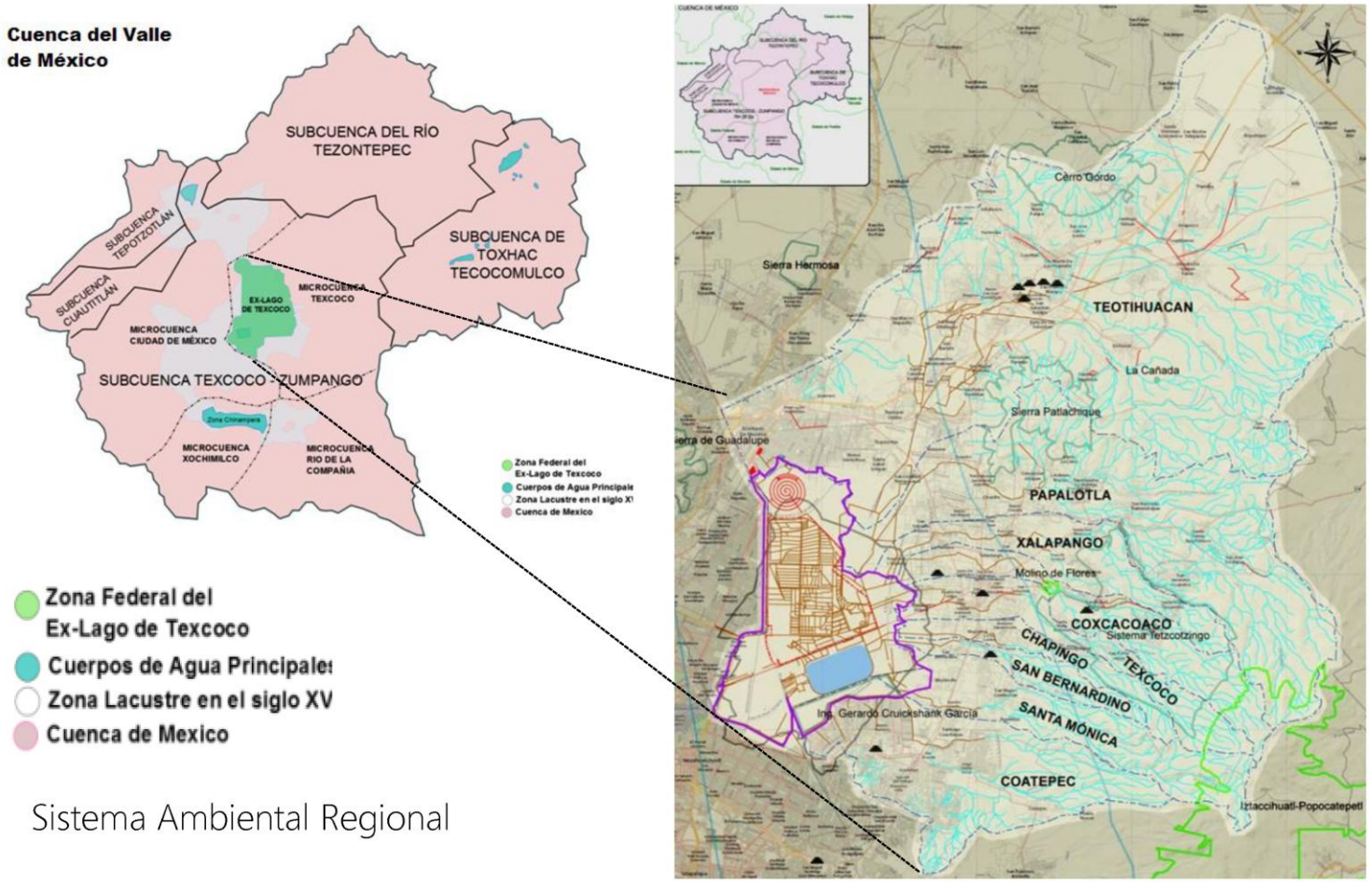


Capítulo IV

Descripción del Sistema Ambiental y Señalamiento de la Problemática Ambiental Detectada en el Área de Influencia del Proyecto



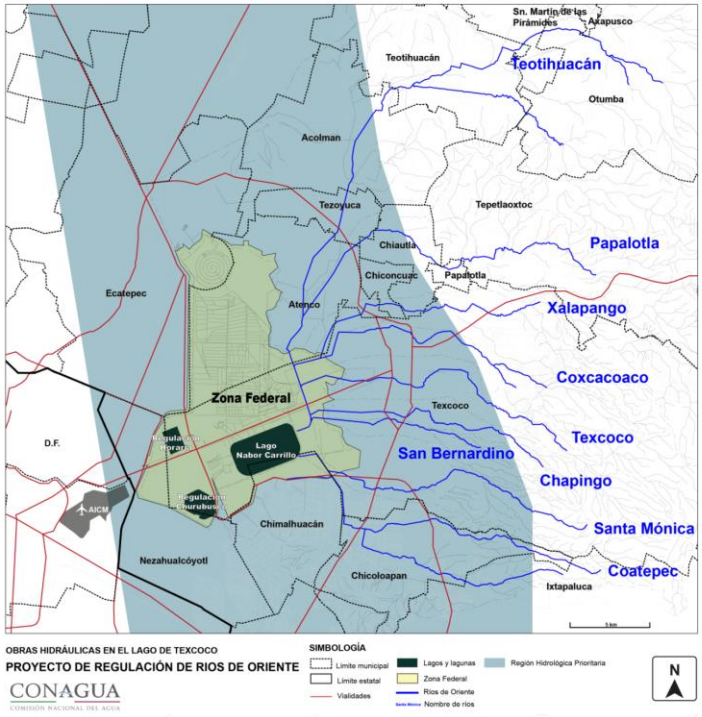
CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



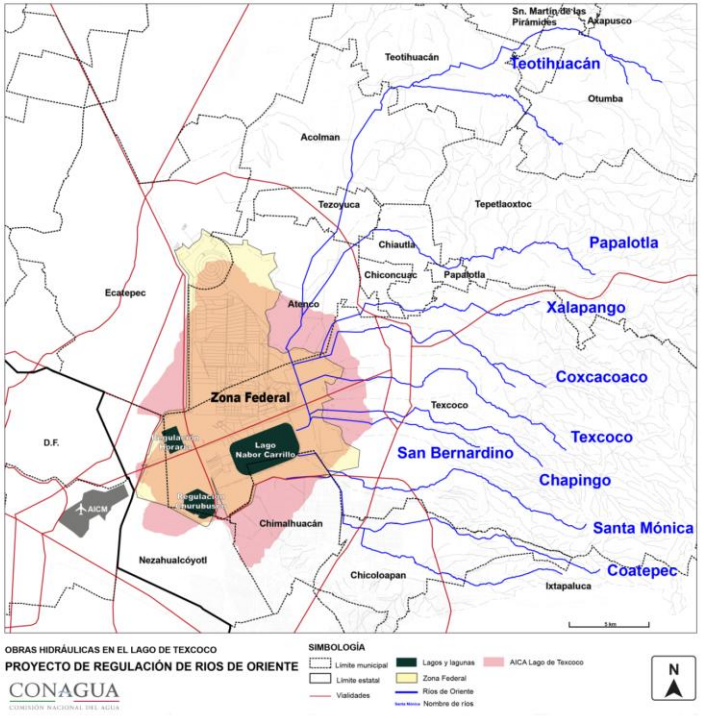
Sistema Ambiental Regional

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

RHP Región Hidrológica Prioritaria
Remanentes del complejo lacustre
de la Cuenca de México



AICA
Áreas de Importancia para la Conservación
de Aves



MIA – 1 Saneamiento de los Ríos de Oriente del Lago de Texcoco

Capítulo V

Identificación, Caracterización y Evaluación de los Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Impactos acumulativos en tiempo y espacio: aire y suelo

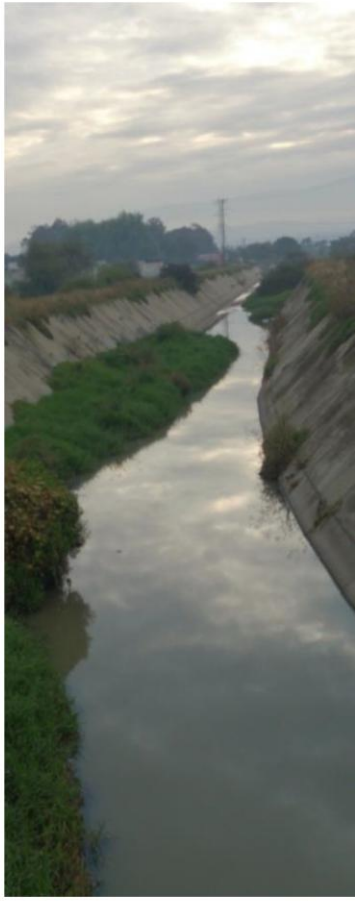
AÑOS	30	0	3	25
	IMPACTOS PASADOS	**SITUACIÓN ACTUAL**	**IMPACTOS GENERADOS CON EL PROYECTO**	**IMPACTOS FUTUROS**
AIRE	Este factor se mantenia sin afectaciones, su caliad era buena debido a que, el agua de los Ríos aun no presentaban las descargas de agua residual que son el principal factor que se desprendan malos olores, debido a que los asentamientos humanos aledaños a los cauces eran reducidos.	Actualmente la calidad del aire en la zona aledaña a los Ríos esta siendo afectada por la emanación de malos olores provenientes de las descargas de aguas residuales y la disposición de residuos en los cauces.	Alteración a la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular	Los impactos generados durante la construcción de las obras son del tipo no significativos y temporales, en la zona no se llevan actividades que generen o alteren su calidad, por lo que no se prevén impactos acumulativos.
			Alteración a la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	
			Alteración a la calidad del aire por la generación de gases a la atmósfera de combustión debido al uso de maquinaria y equipo	
SUELO	Los suelos aledaños a los Ríos han sido utilizados para actividades agrícolas, el suelo por donde corre el cauce no presentaba afectación severa debido a que la cantidad de agua residual descargada era mínima.	Los suelos aledaños estan siendo afectados por la utilización de las aguas para el riego de parcelas agrícolas que viene cargada de contaminantes al igual que el suelo del cauce.	Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal	Los impactos que contribuyen en alteración en la calidad del suelo durante la construcción de las obras son del tipo no significativos y temporales, como no existen actividades que generen o alteren su calidad no se prevén impactos acumulativos.
			Alteración en la calidad del suelo por la generación de Residuos de Manejo Especial	



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

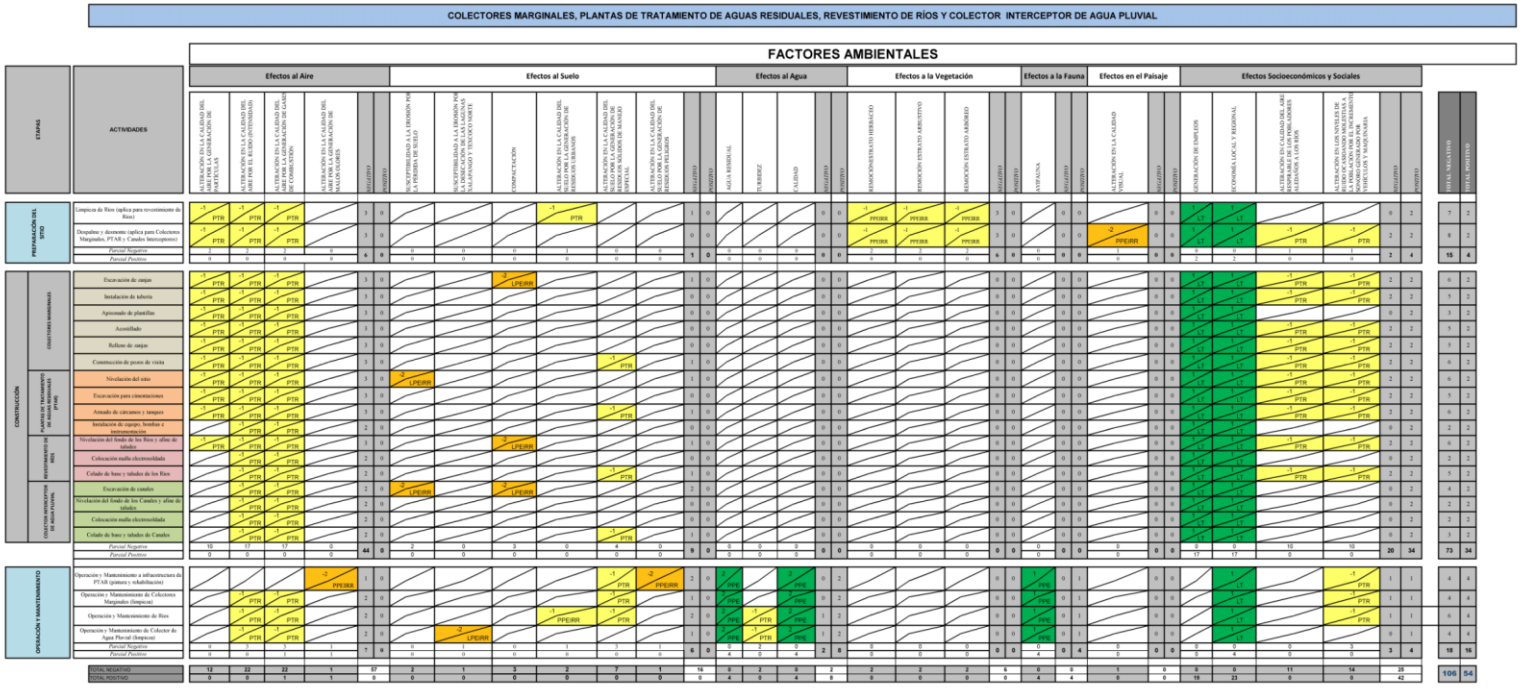
Impactos acumulativos en tiempo y espacio: agua y vegetación

AÑOS	30	0	3	25
	IMPACTOS PASADOS	**SITUACIÓN ACTUAL**	**IMPACTOS GENERADOS CON EL PROYECTO**	**IMPACTOS FUTUROS**
AGUA	La calidad de este factor presentaba condiciones aptas para su utilización en las actividades agrícolas, que es la fuente principal para atender esta actividad a lo largo de su cauce.	Este factor cuenta con un alto grado de contaminación debido a la descarga de aguas residuales y la disposición de residuos en los cauces. que se estan dando a lo largo de los cauces de los Ríos.	Alteración en la calidad del agua por la generación de turbidez, durante el mantenimiento que se les de a los Ríos.	La turbidez al agua se origina durante el mantenimiento de los Ríos, este impacto es Temporal No Significativo. No se prevén impactos acumulativos Una vez realizado el saneamiento de los Ríos y la puesta en marcha de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, la calidad de agua se verá mejorada sustancialmente, la utilización de esta agua que se está llevando en las actividades agricolas disminuira el riesgo de contaminación a los cultivos, esto generará un impacto acumulativo positivo debido a que se protegerá la salud de quien los consume.
VEGETACIÓN	La vegetación de galería no había sido desplazada o removida de manera significativa	La falta de mantenimiento a los Ríos y la poca cantidad de agua sobre su cauces ha provocado que la vegetación se instale sobre su cauce en algunos tramos, la vegetación presente sobre los margenes es de tipo secundaria en su mayoría con buenas condiciones.	Reducción en la vegetación por su remoción	Los impactos generados en la vegetación durante la construcción de las obras son del tipo Residual,no se prevén impactos acumulativos



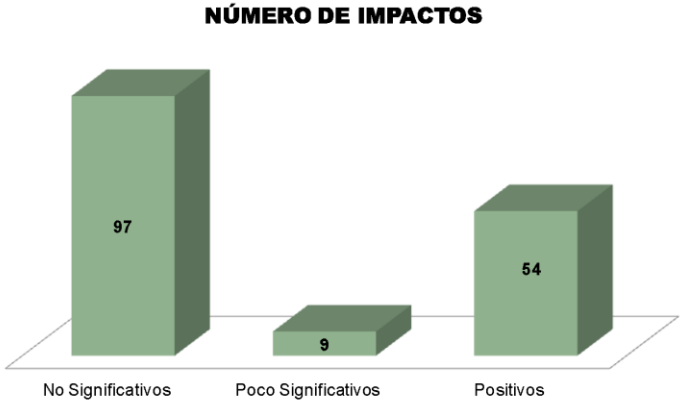
CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Matriz de Leopold Modificada

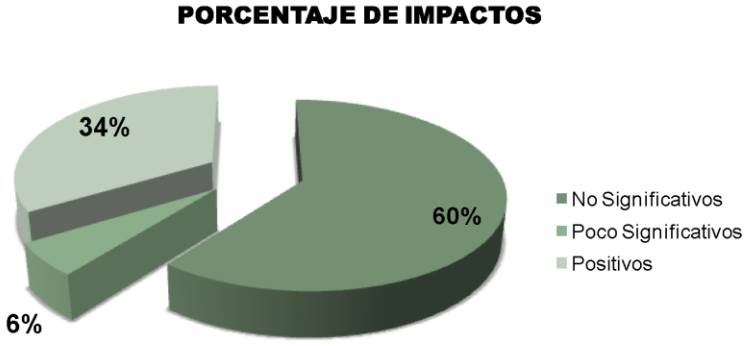


CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

El número de impactos identificados en la matriz son 97 no significativos, 9 poco significativos y 54 positivos.



El porcentaje de los impactos, el 66% corresponde a los impactos negativos identificados en la matriz y el 34% restante a los impactos positivos



Capítulo VI

Estrategias para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Medidas de Mitigación

AIRE		
IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de partículas por movimiento de tierras y circulación vehicular ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria y equipo ➢ Alteración en la calidad del aire por la generación de ruido, por vehículos y maquinaria	➢ Control de partículas sobre superficie de rodamiento, si utilizan agua esta no debe ser potable, ni se debe saturar el suelo. ➢ Maquinaria en condiciones operativas adecuadas con seguimiento de mantenimientos preventivos y cumplimiento a la NOM-041-SEMARNAT-2006 para vehículos a gasolina y NOM-045-SEMARNAT-2006 para vehículos a diesel. ➢ Vehículos y maquinaria que contengan silenciador con mantenimiento preventivo	MM
SUELO		
IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal ➢ Alteración en la calidad del suelo por la generación de agua residual de tipo sanitario por parte del personal	➢ Uso de contenedores de residuos sólidos urbanos, con tapa y su disposición en donde la autoridad local lo determine ➢ 1 sanitario por cada 10 trabajadores. Realizar la limpieza de estos de manera diaria.	MP
VEGETACIÓN		
IMPACTO	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**	**TIPO**
➢ Reducción en la vegetación por su remoción	➢ No sobrepasar el área del proyecto. ➢ Para actividades de remoción de vegetación queda prohibido el uso de agroquímicos ➢ Los árboles que puedan ser susceptibles a ser rescatados se sembrarán en un sitio alterno, el rescate de la vegetación se llevará a cabo antes de dar inicio la obra. La vegetación que no pueda ser rescatada será destinada a una trituración para incorporarla en áreas adyacentes al proyecto ➢ Reposición del estrato arbóreo (5 individuos/cada árbol talado) y dar seguimiento por un periodo de 5 años. Garantizar un éxito de supervivencia del 85%.* ➢ La reforestación se debe realizar con especies nativas de los sitios *	MM MC*



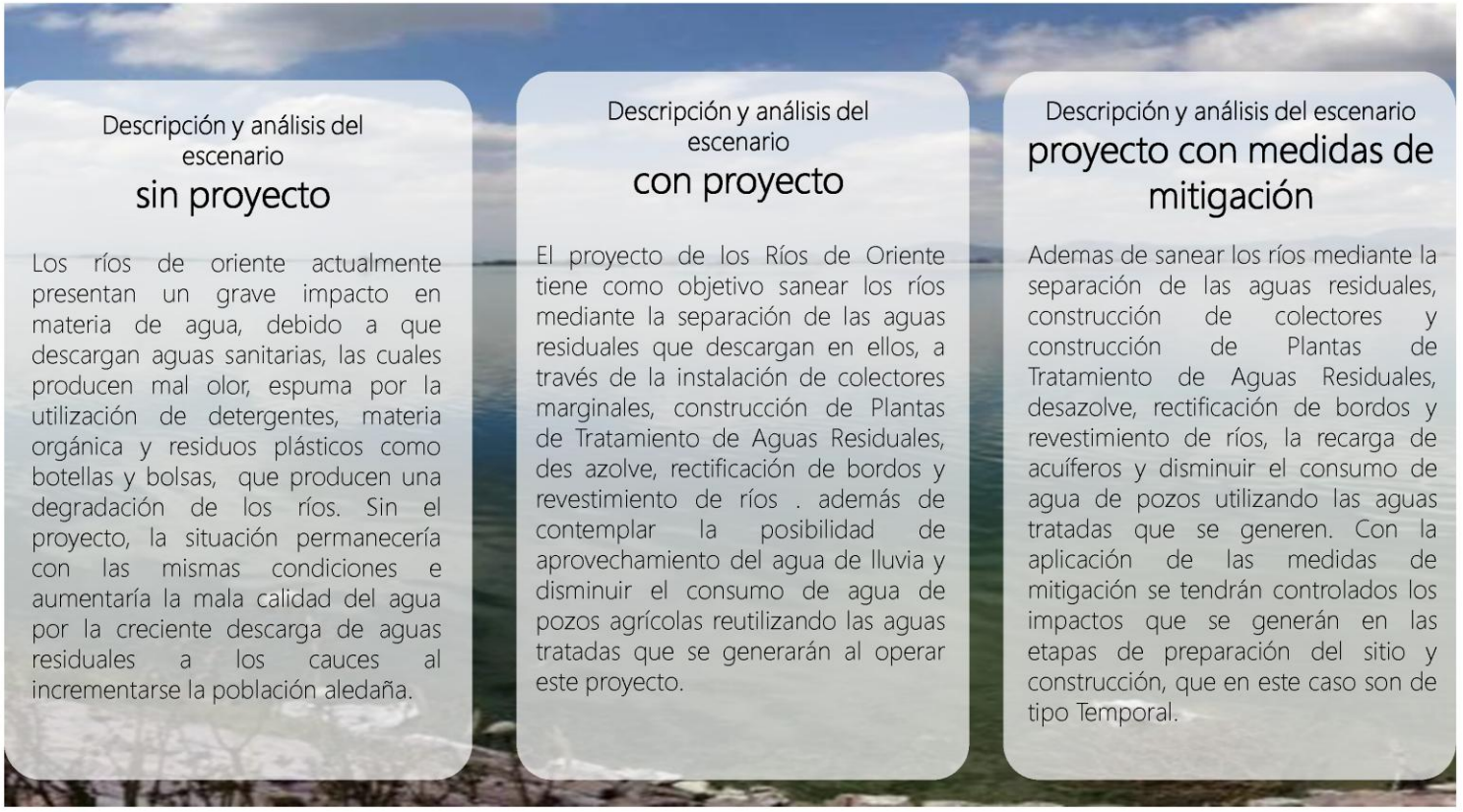
MIA – 1 Saneamiento de los Ríos de Oriente del Lago de Texcoco

Capítulo VII

Pronósticos Ambientales Regionales y, Evaluación de Alternativas



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



Descripción y análisis del escenario

sin proyecto

Los ríos de oriente actualmente presentan un grave impacto en materia de agua, debido a que descargan aguas sanitarias, las cuales producen mal olor, espuma por la utilización de detergentes, materia orgánica y residuos plásticos como botellas y bolsas, que producen una degradación de los ríos. Sin el proyecto, la situación permanecería con las mismas condiciones e aumentaría la mala calidad del agua por la creciente descarga de aguas residuales a los cauces al incrementarse la población aledaña.

Descripción y análisis del escenario

con proyecto

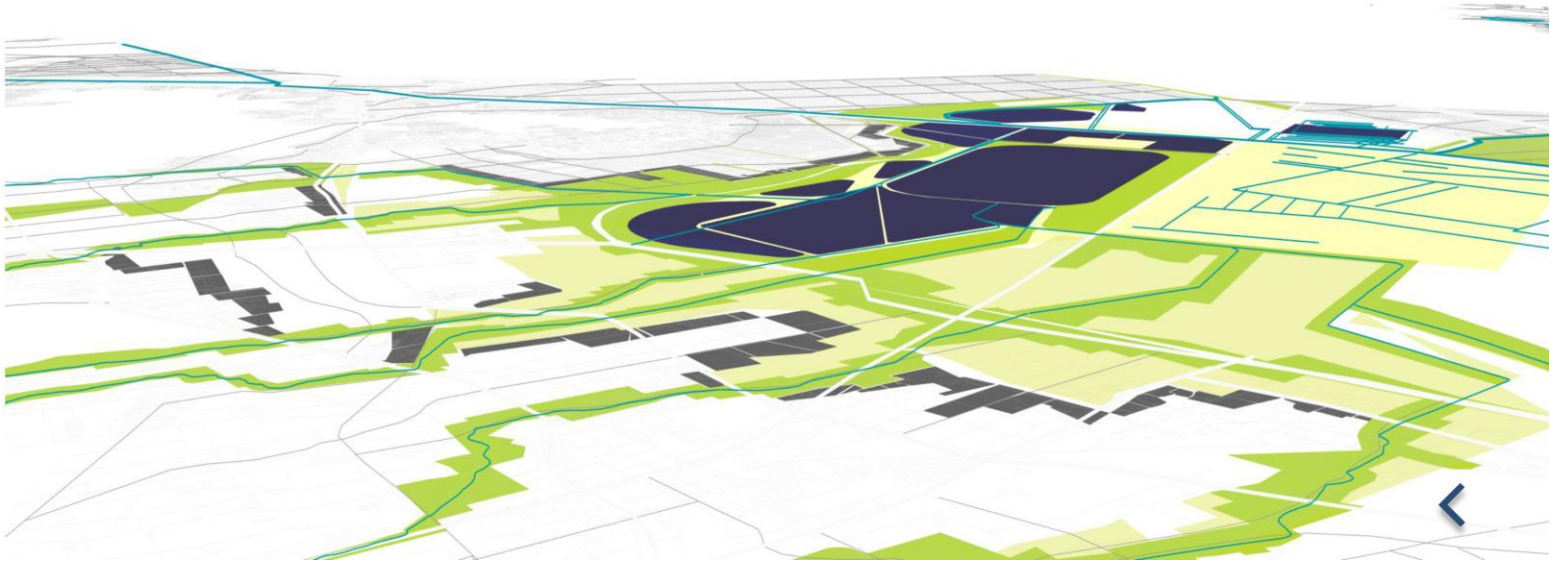
El proyecto de los Ríos de Oriente tiene como objetivo sanear los ríos mediante la separación de las aguas residuales que descargan en ellos, a través de la instalación de colectores marginales, construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, des azolve, rectificación de bordos y revestimiento de ríos . además de contemplar la posibilidad de aprovechamiento del agua de lluvia y disminuir el consumo de agua de pozos agrícolas reutilizando las aguas tratadas que se generarán al operar este proyecto.

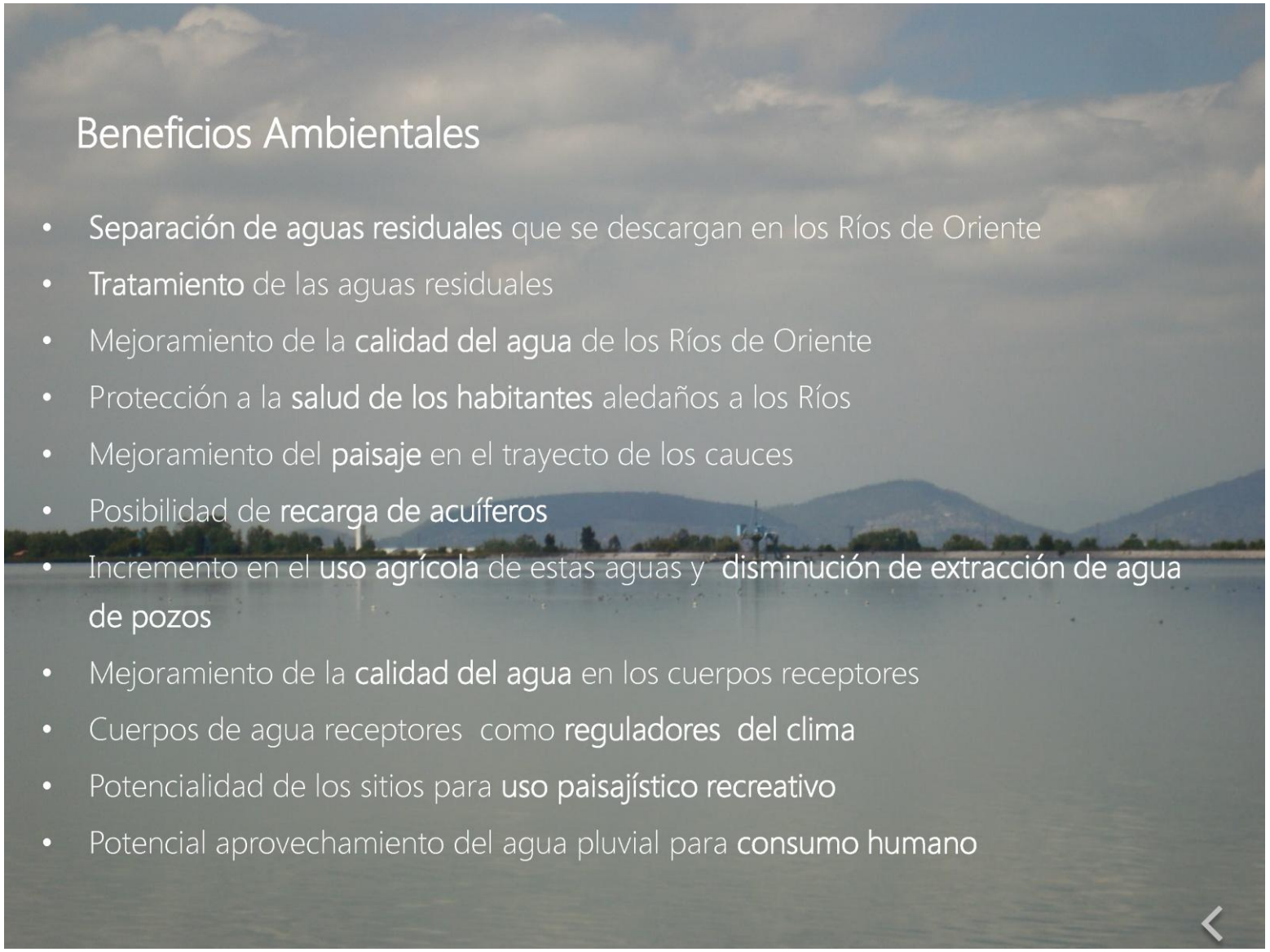
Descripción y análisis del escenario

proyecto con medidas de mitigación

Ademas de sanear los ríos mediante la separación de las aguas residuales, construcción de colectores y construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, desazolve, rectificación de bordos y revestimiento de ríos, la recarga de acuíferos y disminuir el consumo de agua de pozos utilizando las aguas tratadas que se generen. Con la aplicación de las medidas de mitigación se tendrán controlados los impactos que se generán en las etapas de preparación del sitio y construcción, que en este caso son de tipo Temporal.

Conclusiones




Beneficios Ambientales
• Separación de aguas residuales que se descargan en los Ríos de Oriente
• Tratamiento de las aguas residuales
• Mejoramiento de la calidad del agua de los Ríos de Oriente
• Protección a la salud de los habitantes aledaños a los Ríos
• Mejoramiento del paisaje en el trayecto de los cauces
• Posibilidad de recarga de acuíferos
• Incremento en el uso agrícola de estas aguas y disminución de extracción de agua de pozos
• Mejoramiento de la calidad del agua en los cuerpos receptores
• Cuerpos de agua receptores como reguladores del clima
• Potencialidad de los sitios para uso paisajístico recreativo
• Potencial aprovechamiento del agua pluvial para consumo humano

VIII.5. Anexo IV.- Documentación del promovente y consultor