

termo:
wte

APROVECHAMIENTO DEL PODER CALORÍFICO
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

MIA
REGIONAL

RESUMEN EJECUTIVO



CONTENIDO

I. RESUMEN EJECUTIVO	1
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
II.1 UBICACIÓN FÍSICA.....	4
II.2 DIMENSIONES DEL PROYECTO.....	6
II.3 INVERSIÓN REQUERIDA	12
II.4 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO	12
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	13
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	22
IV.1 SUBSISTEMA DE LA GEÓSFERA	26
IV.2 SUBSISTEMA DE LA ATMÓSFERA.....	29
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	32
V.1 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES EN EL SAR	33
VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SAR.....	36
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	37

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II-1. RESUMEN DE LAS SUPERFICIES TOTALES A OCUPAR POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	10
TABLA II-2. DURACIÓN DEL PROYECTO.	12
TABLA III-1. ANÁLISIS INTEGRAL DE LA VIABILIDAD JURÍDICA DEL PROYECTO.	13

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II-1. ESQUEMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RSU.....	2
FIGURA II-2. ÁREAS Y/O COMPONENTES DEL PROYECTO.....	3
FIGURA II-3. UBICACIÓN DE LA PLANTA.....	5
FIGURA II-4. OBRAS Y EQUIPAMIENTO DE LA PLANTA.....	7
FIGURA II-5. CAMINO DE ACCESO.	8
FIGURA II-6. UBICACIÓN DEL TRAZO DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN ELÉCTRICA Y LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.	9
FIGURA IV-2. UBICACIÓN DEL PREDIO DEL PROYECTO CON RESPECTO AL SUBSISTEMA DE LA GEÓSFERA DELIMITADO PARA SU DESARROLLO.....	28
FIGURA IV-5. POLÍGONO DEL SARA DEFINIDO PARA EL PROYECTO DE LA PLANTA TERMOVALORIZADORA, DELIMITADA POR LA DISPERSIÓN DE NOX EN CONCENTRACIONES MAYORES A 0.027 PPM (50.76 µg M ³⁻¹). 31	31

I. RESUMEN EJECUTIVO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una Planta de **Aprovechamiento dl Poder Calorífico de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de México para la Generación de Energía Eléctrica**. Aproximadamente se aprovecharán 4,500 toneladas diarias de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para generar anualmente hasta 965,000 MWh. Esta energía será exportada a la red eléctrica y entregada al Sistema de Transporte Colectivo (STC), Metro, una vez cubiertas las necesidades eléctricas de la Planta.

Desde el punto de vista operativo, la Planta de Aprovechamiento estará dividida en las siguientes áreas y/o componentes:

1. Recepción y almacenamiento de residuos.
2. Combustión y caldera.
3. Recuperación de energía.
4. Tratamiento de gases de combustión.
5. Manejo de residuos.

Dentro de estas áreas o componentes se integrarán las siguientes obras o equipamiento:

6. Sistemas Auxiliares.
7. Sistema Eléctrico.
8. Oficinas, estacionamientos, instalaciones y otros.

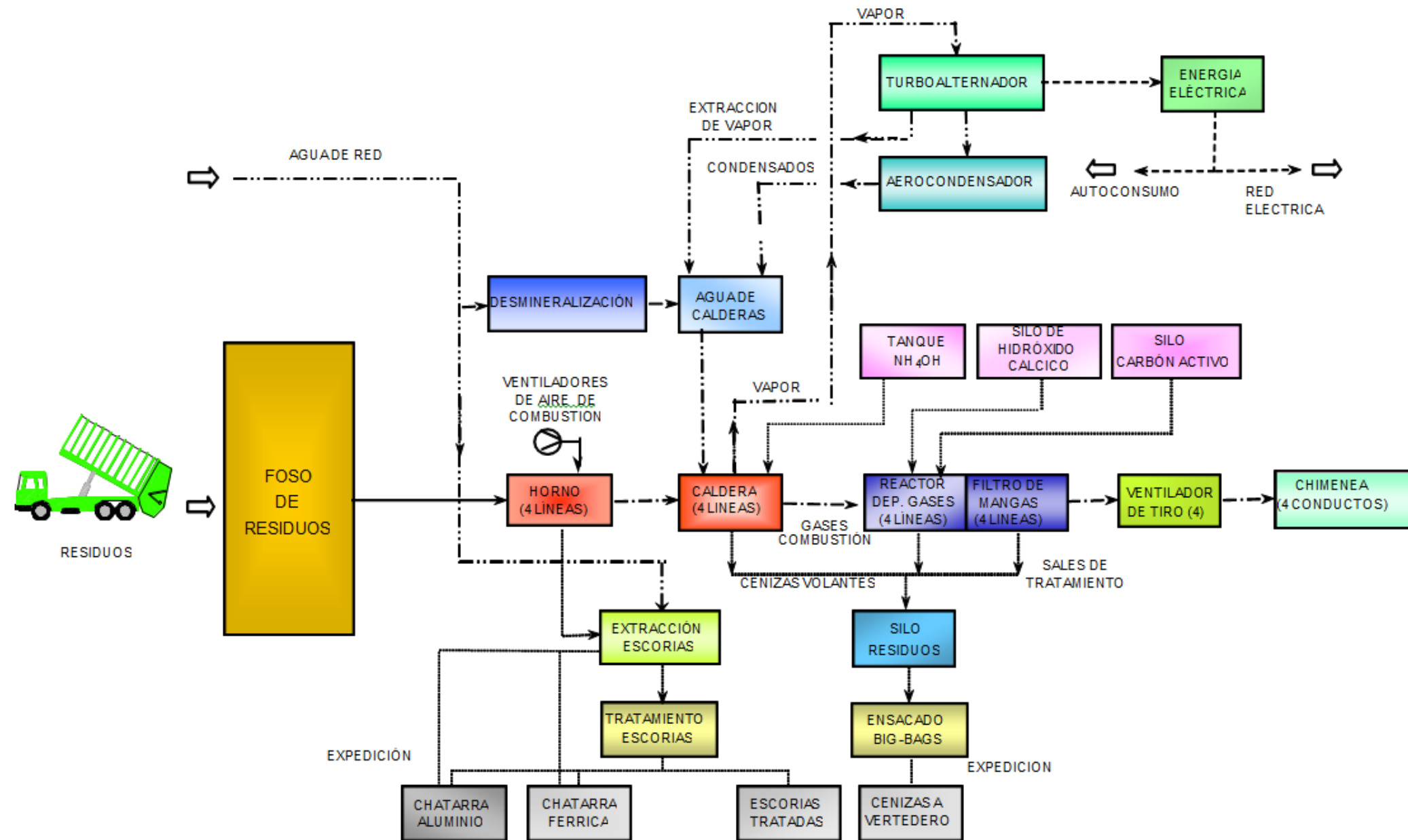


Figura II-1. Esquema de bloques del proceso de valorización energética de RSU.



Figura II-2. Áreas y/o componentes del proyecto.

La Planta permitirá a la Ciudad de México reducir los requerimientos de espacio en sitios de disposición final y generar beneficios para la sociedad, a partir de la adopción de una alternativa tecnológica para el aprovechamiento de residuos mediante la recuperación de energía derivada del tratamiento a éstos, posicionando así a la capital del país como pionera en el sector a nivel nacional y en todo Latinoamérica.

II.1 Ubicación física

La Planta se ubicará dentro de la zona federal del Ex Lago de Texcoco, en los Municipios de Texcoco, Nezahualcóyotl y Chimalhuacán en el Estado de México y cerca de los límites de la Ciudad de México, cuya localización se presenta a continuación.

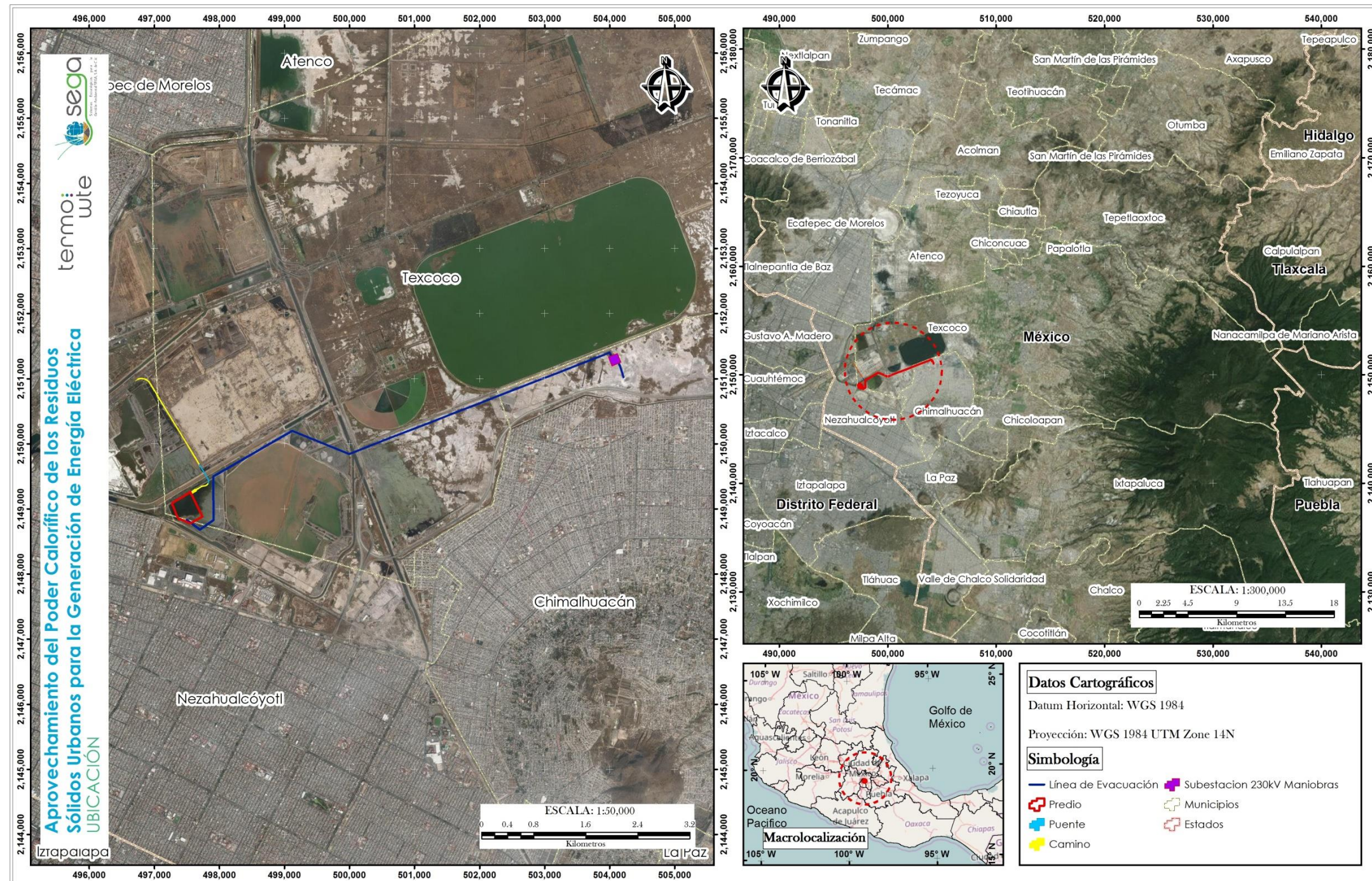


Figura II-3.Ubicación de la Planta.

II.2 Dimensiones del Proyecto

La construcción y operación de la Planta de **Aprovechamiento del Poder Calorífico de los Residuos Sólidos Urbanos para la Generación de Energía Eléctrica**, se pretende construir en una superficie de 13.2 hectáreas aproximadamente, más un camino de acceso con un puente al predio de 2.3 km y una línea de evacuación eléctrica de 8.1 km con subestación de maniobra de 2.25 ha, es decir, todo el proyecto ocupará una superficie total de 43.98 hectáreas.

En la siguiente figura se muestran las obras y equipamiento que tendrá cada una de las áreas y componentes del proyecto, así como el camino de acceso a la planta y la línea de evacuación, torres y la subestación de maniobra.



Figura II-4. Obras y equipamiento de la Planta.

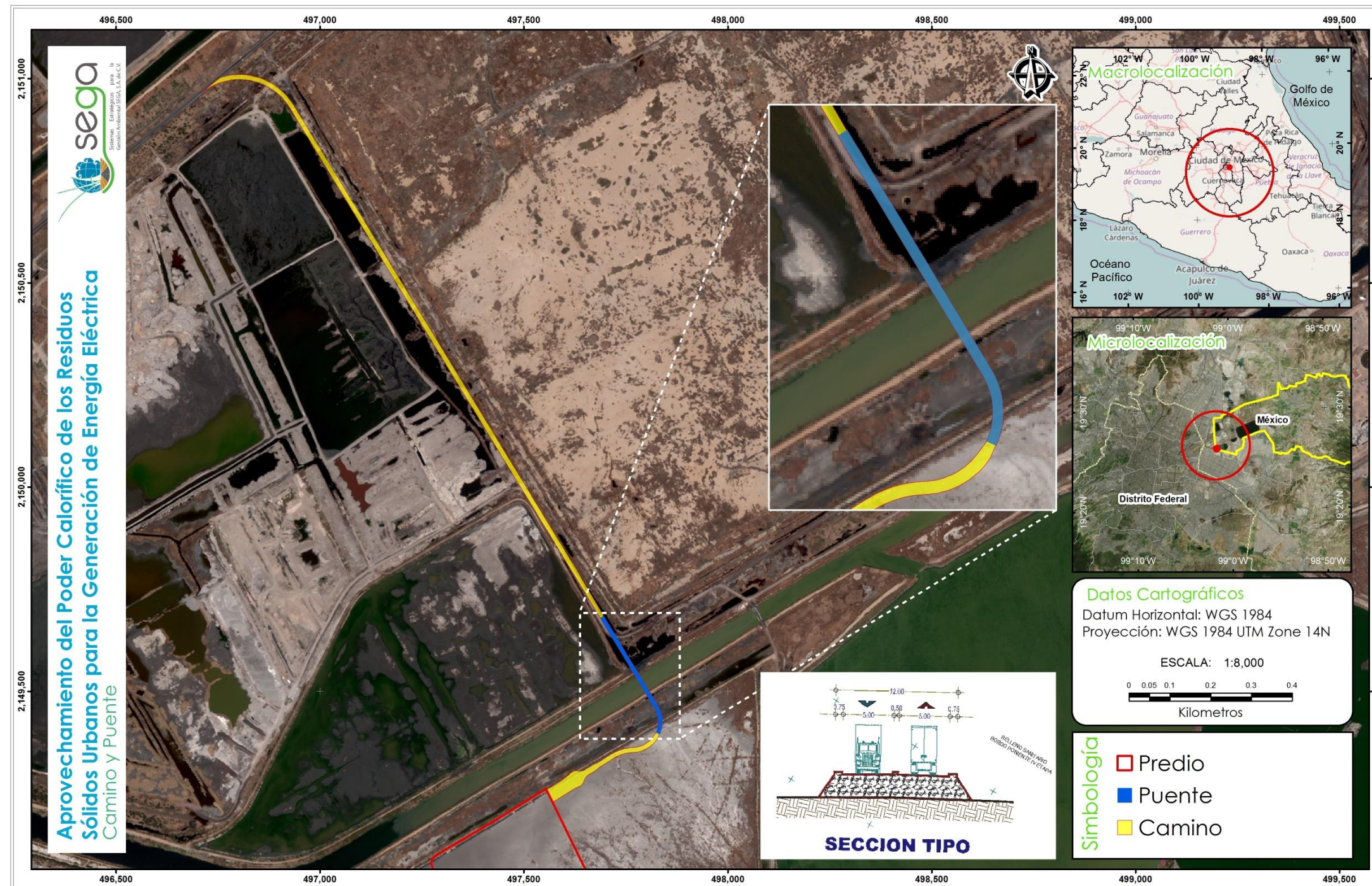


Figura II-5. Camino de acceso.

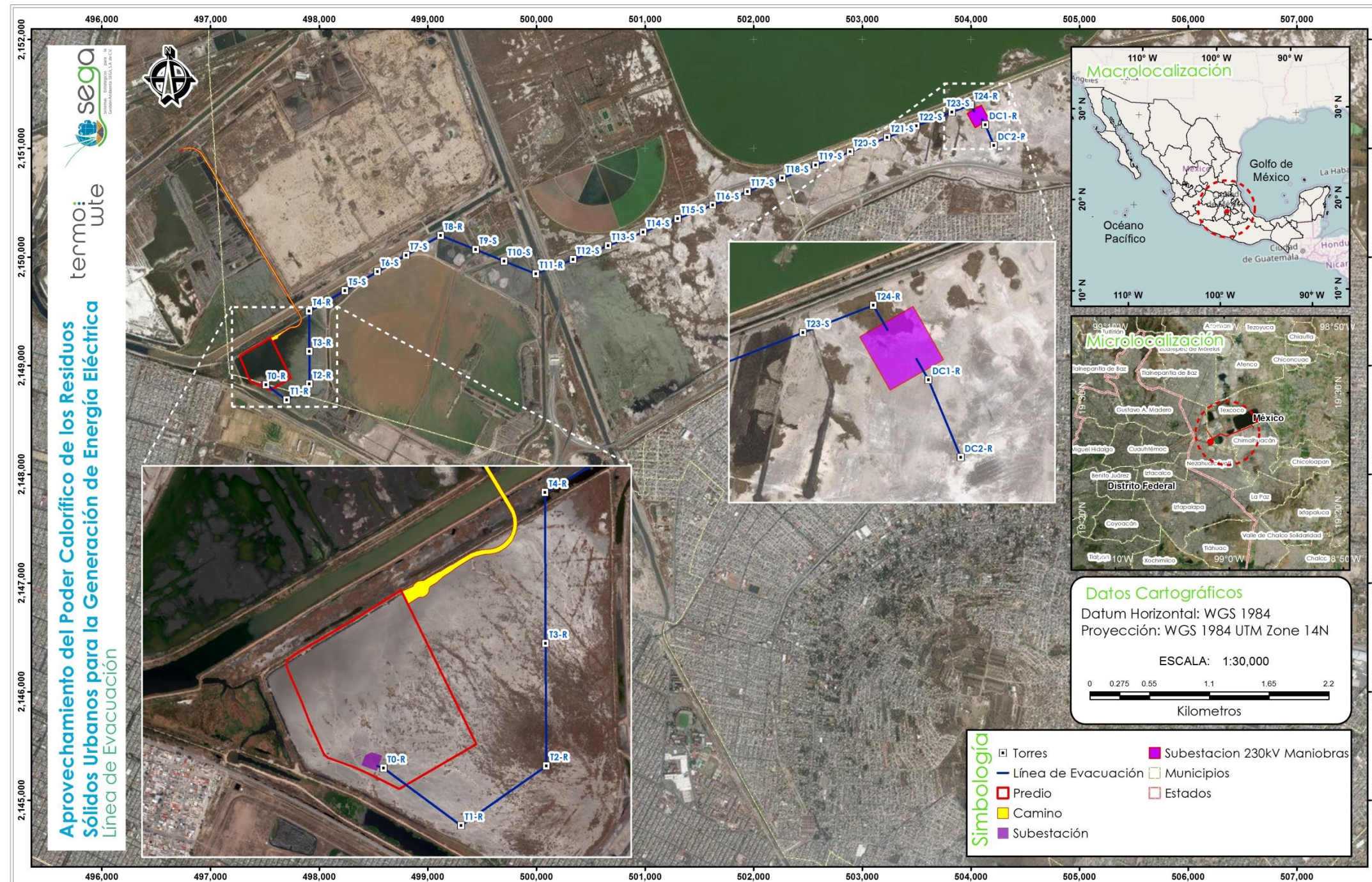


Figura II-6. Ubicación del trazo de la Línea de evacuación eléctrica y la subestación eléctrica.

Considerando las obras que integrarán la planta, a continuación a manera de resumen se incluye las superficies totales a ocupar para el desarrollo del proyecto:

Tabla II-1. Resumen de las superficies totales a ocupar por el desarrollo del proyecto.

ÁREAS Y/O COMPONENTES		Superficie total en la etapa (m ²)
RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	Recepción y Pesaje	711
	Plataforma de maniobra y descarga	8,914.05
	Almacenamiento y alimentación de residuos	
	Grúas	
COMBUSTION Y CALDERA	Horno de parrilla	6,950.00
	Caldera de recuperación	
	Accesorios	
RECUPERACIÓN DE ENERGÍA	Edificio Eléctrico	6,658.06
	Desgasificador, bombas de agua de alimentación y otros elementos del ciclo	
TRATAMIENTO DE GASES DE COMBUSTION		5,573.00
MANEJO DE RESIDUOS		113.54
SISTEMAS AUXILIARES		72.12
SISTEMA ELÉCTRICO		1,614.93
OFICINAS, ESTACIONAMIENTOS INSTALACIONES Y OTROS		73,669.68
Área libre/maniobra		27,760.88
TOTAL (m²)		132,037.26
TOTAL (ha)		13.2

Camino Total (con puente)		
Longitud (km)		2.3
Superficie Total	m ²	ha
	28,907.36	2.89
Dentro del Camino Total se incluye:		
Camino		
m ²		ha
Superficie	25,655.95	2.56
Ancho de calzada (m)	12	
Puente		
Longitud (m)	325.18	
Ancho de calzada (m)	9	
Zapatas (4)	614.4	0.0614
Superficie	3,251.41	0.33

Línea de evacuación		
Longitud (km)		8.1
DDV (o servidumbre)		32 m
Superficie Total	m ²	ha*
	258,528.40	25.85
*De las cuales 0.21 ha están dentro de la superficie de las 13.2 ha de la planta.		
Torres		
m ²		ha
Superficie	5,991	0.599
Número de Torres	27	
Subestación de maniobra		
Superficie	m ²	ha
	22,500	2.25

Superficie total del proyecto	43.98 ha
--------------------------------------	-----------------

II.3 Inversión requerida

El costo de ejecución del material del proyecto es aproximadamente 550 millones de USD (considerando un tipo de cambio 19.75 MXN\$/USD y de 1.06 EUR/USD).

II.4 Programa general de trabajo

La Planta consta de una sola etapa y de acuerdo a la planificación de las actividades, a partir del tercer trimestre de 2017 iniciarían los trabajos para la preparación del terreno, y una vez lograda la optimización del proceso previsto para el tercer trimestre de 2020, se haría la entrega final para el inicio del servicio y operación por un periodo de 50 años.

Tabla II-2. Duración del proyecto.

Concepto	Tiempo estimado
Obtención de permisos y licencias, realización de estudios previos, elaboración del proyecto ejecutivo y programas de obra	4 meses
Preparación del sitio y Construcción	36 meses (3 años)
Operación	50 años (sólo para términos de la vigencia de la autorización en materia de impacto ambiental, ya que se considera un tiempo indefinido)

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

En este capítulo se establece la congruencia del proyecto denominado **“Aprovechamiento del Poder Calorífico de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de México para la Generación de Energía Eléctrica”**, con las pautas y estrategias de los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican al proyecto por su localización y, las características de sus especificaciones.

Tabla III-1. Análisis Integral de la viabilidad jurídica del proyecto.

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	El proyecto generará un beneficio sustancial al eliminar miles de toneladas de residuos sólidos urbanos diariamente, utilizando tecnología de punta, y adoptando los cuidados y las medidas más estrictas. Por lo tanto contribuye a garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano para el desarrollo y bienestar.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus Reglamentos en Materias de Evaluación del Impacto Ambiental; de Ordenamiento Ecológico; y de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.	El proyecto encuadra en los supuestos que establecen estos ordenamientos jurídicos, por lo tanto se solicitará una autorización de impacto ambiental mediante la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.	El proyecto se apega y cumple con las disposiciones, ordenamientos y obligaciones que este ordenamiento estatuye, por lo que se considera que cumple y es viable.
Ley General de Cambio Climático, y su Reglamento en Materia de Registro	Derivado del desarrollo del proyecto serán implementadas una serie de medidas de

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
Nacional de Emisiones.	prevención, compensación y de mitigación, tal como dispone la Ley General de Cambio Climático, con lo cual queda en evidencia que en la forma en la que serán desarrolladas las obras y actividades que integran el proyecto que nos ocupa, así como con la implementación de las medidas de prevención, compensación y de mitigación propuestas, es congruente con lo que establece la normatividad en materia de cambio climático.
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	Con el proyecto no se realizarán aprovechamientos de flora o fauna silvestre. Como el proyecto generará impactos ambientales indirectos individuos de especies silvestres, se aplicarán medidas de mitigación y protección que minimicen los impactos y beneficien a la flora y fauna local, para cumplir así con lo dispuesto en la LGVS.
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)	El proyecto al ser sometido a evaluación del Impacto Ambiental y al exponer las obras y actividades, los impactos esperados y proponer medidas de mitigación, reducción o compensación, cumple con esta ley y no genera responsabilidades supervinientes.
Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México.	El proyecto generará un beneficio sustancial al eliminar miles de toneladas de residuos sólidos urbanos diariamente, utilizando tecnología de punta, y adoptando los cuidados y las medidas más estrictas. Por lo tanto contribuye a garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano para el desarrollo y bienestar.

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
Ley de Cambio Climático del Estado de México.	El proyecto plantea una serie de medidas de prevención, compensación y de mitigación, tal como dispone la Ley, con lo es congruente y cumple con lo que establece la normatividad en materia de cambio climático.
Código para la Biodiversidad del Estado de México, y su Reglamento del Libro Cuarto.	El proyecto se alinea y armoniza con los instrumentos de política ambiental, y cumple con las especificaciones y exigencias de esta disposición normativa, amén de que traerá un beneficio al generar disminución de contaminantes.
Plan Nacional de Desarrollo.	El proyecto permitirá contar con infraestructura moderna y la construcción de una planta para el aprovechamiento del calor energético de los residuos urbanos para generar energía eléctrica, necesaria para disminuir los problemas de contaminación al aire, suelo y agua, resultado de la sobreproducción de residuos sólidos urbanos y la proliferación de tiraderos clandestinos; generará beneficios al ambiente, a la salud pública y a la economía.
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	Aunque este programa es de aplicación para la Administración Pública Federal (APF), el proyecto se alinea con las estrategias que éste presenta.
Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de México.	De la vinculación con los Lineamientos, Estrategias y Acciones Generales y Específicas del Instrumento, se concluye que el proyecto es congruente y cumple con éste.

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
Programas de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio.	No existen POEL en los municipios donde se ubicará el proyecto; empero, la manera en que ha sido planteada su construcción y su operación, así como las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas, lo hacen ambientalmente viable.
Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Texcoco, Estado de México.	Es inconcuso que no le son aplicables las disposiciones de los Programas Municipales de Desarrollo Urbano de Texcoco, y de Nezahualcóyotl, Estado de México; como los Programas de Desarrollo locales del Estado de México; ni los Programas de Ordenamiento Ecológico Local (del Territorio), por razones de fuero, es decir, la materia objeto de regulación es de fuero federal, sin soslayar que territorialmente (geográficamente) se ubique el proyecto "PLANTA DE TERMOVALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, PARA LA CIUDAD DE MÉXICO" en alguna entidad federativa específicamente, como el estado de México.
Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Nezahualcóyotl, Estado de México.	
Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Chimalhuacán, Estado de México.	
Programa de Desarrollo 2011-2017 del Estado de México.	Las obras y actividades que integran el proyecto son congruentes con las disposiciones, metas, objetivos y líneas de acción del Instrumento, y traerán beneficios

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
	ambientales, económicos y para la salud pública de la región.
Plan de Desarrollo Regional de Cuautitlán- Texcoco, Estado de México.	Las obras y actividades que integran el proyecto son congruentes con las disposiciones, metas, objetivos y líneas de acción del Instrumento, y traerán beneficios ambientales, económicos y para la salud pública de la región.
Sitios RAMSAR.	El proyecto no tiene incidencia alguna sobre Sitios RAMSAR.
Áreas Naturales Protegidas.	El proyecto no tiene incidencia alguna sobre Áreas Naturales Protegidas.
Regiones Terrestres Prioritarias.	El proyecto no tiene incidencia alguna sobre Regiones Terrestres Prioritarias.
Regiones Hidrológicas Prioritarias.	No obstante que este instrumento no es vinculante, la manera en que ha sido planteada su construcción y su operación, así como las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas, lo hacen ambientalmente viable.
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.	No obstante que este instrumento no es vinculante, la manera en que ha sido planteada su construcción y su operación, así como las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas, lo hacen ambientalmente viable.
Normas Oficiales Mexicanas.	CONTAMINACIÓN DEL AGUA NOM-001-SEMARNAT-1996. El proyecto no prevé descargas de aguas residuales durante las etapas de preparación de sitio y construcción. Durante la operación del proyecto, se prevé que las aguas de lluvia que escurran por la Planta y que por ende

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
	<p>podieran arrastrar aceites o algún otro tipo de contaminante, serán filtradas mediante una trampa de aceite, para posteriormente ser conducidos a los subcolectores pluviales, de igual forma las aguas residuales generadas en las edificaciones de la Planta por las actividades humanas, serán procesadas mediante la planta de tratamiento para ser reusadas en la operación de la planta para limpieza, riego y muebles sanitarios, así como para descargar a cuerpo receptor, de acuerdo a la presente Norma.</p> <p>NOM-002-SEMARNAT-1996. El proyecto no generará descargas al sistema de alcantarillado. No obstante, los trabajadores, al vivir en la zona aportarán descargas que serían las usuales: uso de sanitarios, ducha y lavado de trastes y ropa . Dado que una gran proporción de los trabajadores serán de la zona, es razonable afirmar que en sus actividades cotidianas hubieran generado las mismas descargas, por lo cual el incremento en la carga contaminante no es significativo.</p> <p>CONTAMINACIÓN DEL AIRE NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-050-SEMARNAT-1993. La maquinaria dedicada a la industria de la construcción queda exenta de su cumplimiento.</p> <p>RESIDUOS PELIGROSOS NOM-052-SEMARNAT-2005. En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 al suelo o laguna, se llevarán a cabo inmediatamente acciones para su remediación.</p> <p>CONTAMINACIÓN POR RUIDO NOM-080-SEMARNAT-1994. Se exceptúa del cumplimiento al equipo destinado a las</p>

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
	<p>actividades de construcción.</p> <p>NOM-081-SEMARNAT-1994. El proyecto cumplirá con esta norma, de tal forma que el nivel sonoro encontrado en el estudio realizado de simulación en una planta en operación tenga valores por debajo de los definidos por la WHO (1999) para exteriores y por esta NOM para áreas industriales y comerciales y residenciales.</p> <p>CONTAMINACIÓN DEL SUELO</p> <p>NOM-138-SEMARNAT//SS-2003</p> <p>Se verificará que los transportes utilizados no tengan fuga y, en caso de derrame accidental, se procederá de acuerdo a la norma.</p> <p>NOM-059-SEMARNAT-2010. En el sitio del proyecto no se ubica ninguna especie de las contenidas en la presente norma.</p> <p>NOM-098-SEMARNAT-2002. Se cumplen con los parámetros, límites y obligaciones relativas a la incineración de residuos, puesto que se contará no sólo con los controles del caso, sino además con tecnología de punta, que permite tener certeza de ello.</p> <p>NOM-052-SEMARNAT-2005.</p> <p>Se cumple con la norma ya que se manejarán los residuos tal y como se indica.</p> <p>NOM-043-SEMARNAT-1993. Se han adoptado medidas, tecnología e instrumentado planes y programas para respetar los límites máximos permitidos y</p>

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
	encontrarse siempre por debajo de éstos.
<p>DIRECTIVA 2010/75/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación).</p>	<p>No obstante que la disposición DIRECTIVA 2010/75/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO, no es aplicable ni vinculante, el proyecto que sometemos a evaluación respeta y considera estas disposiciones, y su tecnología de punta las considera.</p>
<p>Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)</p>	<p>El proyecto no incide, ni afecta a la biodiversidad, por la zona en la que se ubica; no habrá aprovechamiento de flora ni de fauna; empero, en el Capítulo IV de la presente MIA-R, se plantean diversos programas y subprogramas, como parte de las medidas para evitar, mitigar y compensar los posibles impactos ambientales adversos, por lo que se cumple con los ejes rectores, metas, objetivos y compromisos contenidos en el instrumento internacional.</p>
<p>Instrumental Normalizado para la Identificación y cuantificación deliberaciones de Dioxinas y Furanos.</p>	<p>Como parte de la operación del proyecto se tienen contemplados los registros, bitácoras y demás información que habrá de ser aportada a la autoridad, a fin de que ésta pueda integrarla al registro nacional en la forma que el convenio requiere.</p>
<p>Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes.</p>	<p>Se hace evidente que el proyecto cumple sobradamente con las directrices y disposiciones contenidas en el presente Convenio.</p>
<p>Comité Trilateral México/Canadá/Estados Unidos para la Conservación y Manejo de</p>	<p>El proyecto no incide, ni afecta aves, ni otra clase de vida silvestre, por la zona en la</p>

DISPOSICIÓN NORMATIVA	CUMPLIMIENTO
la Vida Silvestre y los ecosistemas.	que se ubica; no habrá aprovechamiento de flora ni de fauna; empero, en el Capítulo IV de la presente MIA-R, se plantean diversos programas y subprogramas, como parte de las medidas para evitar, mitigar y compensar los posibles impactos ambientales adversos, por lo que se cumple con los ejes rectores, metas, objetivos y compromisos contenidos en el instrumento internacional.
Convención para la protección de aves migratorias y de mamíferos cinegéticos.	El proyecto no tiene relación alguna con actividades cinegéticas; empero, se han propuesto programas de monitoreo de aves, a fin de coadyuvar con su conservación y preservación.
Declaración de Intención para la Conservación de las Aves Silvestres de Norteamérica y sus hábitat.	No obstante que el instrumento no es vinculatorio, el proyecto se alinea con los objetivos de protección y preservación de aves silvestres, y propone diversas medidas, como los programas y subprogramas de monitoreo de aves.

Por todo lo expuesto y fundado en el presente capítulo, deviene inconcuso que la construcción y operación del proyecto “**APROVECHAMIENTO DEL PODER CALORÍFICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**”, cumple, es congruente y armoniza con todos y cada uno de los instrumentos aplicables en la materia, con todos los ordenamientos de carácter general, como se muestra en el análisis que aquí culmina. De tal suerte que se cumple con la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

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

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) que aquí se expone constituye un modelo teórico, con límites artificiales o arbitrarios, pero sólo hasta cierto punto, ya que dichos límites corresponden a características reales presentes en las diferentes divisiones del planeta. Estas características pueden ser atmosféricas, tipos de vegetación, fisiográficas, límites políticos o administrativos, elementos artificiales existentes, tales como carreteras o poblados, así como eventos de efectos provocados por la actividad antropogénica.

Considerando las tres divisiones del planeta (atmósfera, hidrósfera y litósfera o geósfera), además de los aspectos artificiales, estas tres divisiones se pueden dividir en cinco subsistemas que, estudiados individualmente, pueden ser considerados sistemas:

1. **Atmósfera:** Sistema fluido formado por la capa gaseosa que envuelve a la Tierra.
2. **Hidrósfera:** Sistema fluido compuesto por el agua terrestre (océanos, mares, ríos, lagos y demás masas y corrientes de agua), en sus diversos estados (sólido, líquido y gaseoso).
3. **Litósfera o Geósfera:** Sistema sólido integrado por la capa superior de la litosfera (en relación con la Biosfera) o, con un enfoque más amplio, la propia Tierra desprovista de sus elementos vivos.
4. **Biósfera:** Es el sistema formado por la vida terrestre. Está en interacción con los anteriores sistemas debido a que sirven (aunque no en su totalidad) de soporte a la vida.

5. **Sociósfera:** Sistemas artificiales (construidos, fabricados o transformados por la humanidad)¹.

Para el presente estudio se considera que los subsistemas de la biósfera y sociósfera forman parte incluyente de los tres previos, por lo que no se requiere de la división de estos dos subsistemas.

Tomando en cuenta las grandes divisiones terrestres y que el SAR definido para el presente trabajo, además de estar referido a un área geográfica determinada, también debe estar constituido por diversos elementos o factores, tanto ambientales como de origen antropogénico, que interactúan entre sí. La delimitación tendrá por objeto definir un espacio finito que sea concordante con los subsistemas antes mencionados, así como con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos del SAR y las tendencias de deterioro en su Área de Influencia (AI). Esta delimitación debe incluir el componente humano como eje en el cual se consideran aspectos culturales, económicos y sociales bajo la visión de que son éstos los rectores de las transformaciones que ocurren en el medio a una escala de tiempo ecológica que, por su amplitud concuerda con una visión histórica de los cambios observables en el medio. La delimitación del SAR y AI permite identificar y enunciar problemas ambientales asociados a su evolución, como medio que acoge un proyecto, así como determinar tendencias de deterioro regional que no necesariamente se ligan a las intervenciones que se plantean y estudian.

En el presente capítulo se presentan una serie de aspectos que pueden imprimir subjetividad en la delimitación del SAR y que deben ser tomados en cuenta para la decisión final de dicha delimitación.

Resumiendo, los aspectos a considerar son los siguientes:

¹ <http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem/pronatura/sistem.htm#Sistemas ambientales naturales>

1. La espacialidad de las afectaciones del proyecto son divergentes, unas estarán presentes en el espacio del subsistema de la Geósfera y otras en el del subsistema de la Atmósfera.
2. La extensión de las implicaciones ambientales del proyecto se manifiesta igualmente de manera divergente: en el subsistema de la Geósfera de manera puntual y local y en el subsistema de la Atmósfera regional.
3. Al llevar a cabo una delimitación de gran extensión, implica que los procesos naturales del subsistema de la Atmósfera funcionalmente sean divergentes del subsistema de la Geósfera.
4. Las tres divergencias mencionadas anteriormente, necesariamente derivarán en una caracterización de componentes ambientales alejados de la realidad de la línea base ambiental en la que se inscribe el proyecto.
5. La magnitud de los impactos se clasifica en un nivel bajo o nulo, en ambos subsistemas, por lo que quedan enmarcado en el subsistema de la Geósfera.

Hay que aclarar que, las divergencias anteriores no cancelan el intercambio de procesos entre los dos subsistemas en los que se desarrolla el proyecto; sobre todo considerando que las emisiones a la atmósfera podrán repercutir en la salud de los seres vivos y degradación de los elementos físicos que obviamente se encuentran en ambos subsistemas. No obstante lo anterior, es importante insistir que la tecnología utilizada permitirá reducir la huella de CO₂ que actualmente se registra por el manejo tradicional de los residuos urbanos, que los NO_x, metales, dioxinas y furanos y partículas suspendidas serán eliminados. De esta manera, la magnitud de los impactos relacionados con la contaminación atmosférica y su repercusión en los seres vivos y componentes físicos se considera de baja o nula, en comparación con lo que sucede actualmente. De esta manera, el reto de la delimitación del SAR definido para el proyecto radica en superar las divergencias e integrar en la medida necesaria las convergencias existentes.

Con el fin de superar los aspectos antes descritos e integrar un SAR lo suficientemente objetivo, se decidió conformar el SAR del proyecto a través de la representación de los dos subsistemas involucrados de acuerdo con la naturaleza del proyecto: el de la Geósfera y el de la Atmósfera.

El manejo de los dos subsistemas permitirá tener control sobre la caracterización de los elementos que influyen en los procesos funcionales en el que se inscribe el proyecto. Por un lado, en el subsistema de la Geósfera se llevará a cabo la caracterización de la línea base ambiental de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos; ya que en los dominios de este Subsistema se concentrarán los impactos más relevantes de las diferentes etapas del proyecto. Por otra parte, en el subsistema de la Atmósfera se caracterizará la línea base ambiental relacionada con la dinámica atmosférica y su evolución con la presencia del proyecto, relacionándolo con el tema de salud de la población.

Para conformar los dominios del SAR del proyecto fueron considerados los atributos de la delimitación de los sistemas y que ya fueron analizados en este apartado, mismos que se resumen a continuación:

1. Ofrecen libertad para fijar los límites según lo requieran los objetivos planteados.
2. Constituyen límites artificiales o arbitrarios pero que corresponden a características reales de las tres grandes divisiones del planeta Tierra: Hidrósfera, Atmósfera y Litósfera.
3. Permite divisiones sucesivas para establecer unidades homogéneas que se puedan manejar en forma independiente.
4. En materia de impacto ambiental se deben englobar los efectos potenciales que sobre el ecosistema puede producir insertar un proyecto y guardar la relación ecológica y geográfica.

Finalmente, hay que considerar que para determinar el SAR en el que se encuentra inscrito un proyecto existen diversos criterios y metodologías aplicables, tales como:

1. Por ecosistemas homogéneos.
2. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental en caso de que existan programas estatales, regionales y/o territoriales de ordenamiento ecológico.
3. Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.
4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.

IV.1 Subsistema de la Geósfera

El subsistema de la Geósfera corresponde al área empleada para describir los elementos ambientales terrestres (físicos, bióticos y socioeconómicos) que influyen en los procesos naturales de la zona en la que se inscribe el proyecto en estudio. La integración de estos elementos conforma el marco ambiental en el que se desarrollará dicho cambio. Por tal motivo, el subsistema de la Geósfera deberá abarcar el área en el que se espera se presenten las afectaciones más relevantes que se deriven de la ejecución del proyecto en las etapas de construcción y mantenimiento, y a la cual denominamos AI, e incluirá la zona donde se ejecutarán las obras y actividades, a la que llamamos área del proyecto (AP).

Del análisis de los criterios mencionados en el presente capítulo, así como de las obras y actividades que se derivan del presente proyecto y que fueron descritas en el Capítulo II de esta MIA-R, en donde resalta que las obras y actividades a ejecutar durante la etapa de construcción y mantenimiento del proyecto se enmarcan en una superficie puntual y local, y que el tipo de actividades que se pretenden desarrollar se limitan a dicha superficie, se desprende que los componentes ambientales con los que

interactúa el proyecto se circunscriben al predio del proyecto y a las áreas agrícolas, pastizales, urbanas, infraestructura y cuerpos de agua adyacentes. Por tal motivo, la delimitación del subsistema de la Geósfera se definió a través de los límites de dichas áreas y que rodean la UGA 200.

Para lo anterior, al norte y sur de la UGA 200 fueron considerados los límites que proveen la UGA 628 y parte de la 178, ya que estos límites integran las zonas agrícolas, de pastizal, cuerpos de agua, áreas inundables, de infraestructura y urbanas aledañas al predio del proyecto. Al oeste de la UGA 200 fueron considerados los límites de las zonas urbanas y de infraestructura, delineados por las barreras físicas que imponen las avenidas circundantes más conspicuas. Esta zona se decidió integrarla como parte del subsistema de la Geósfera debido al intercambio que puede existir entre ambos subsistemas por el cambio de gases y partículas producto de las emisiones a la atmósfera y que dada la cercanía con la planta podrían verse afectados. No obstante, hay que tener presente que el tipo de tecnología utilizada asegura que dichas emisiones cumplan con las normas internacionales y nacionales en materia de contaminación atmosférica; por lo que no se esperan afectaciones significativas adicionales a las que actualmente ya se presentan por la propia dinámica de la Ciudad. Finalmente, hacia el este de la UGA 200, el límite está dado por la frontera existente entre la zona agrícola y la urbana.

La delimitación del subsistema de la Geósfera buscó integrar el subsistema físico con el subsistema biótico y socioeconómico, dando por resultado un sistema ambiental a partir del cual se pueda ofrecer un análisis integral del área en la que se pretende llevar a cabo el proyecto en su entorno natural y social. De esta manera, el subsistema de la Geósfera delimitado para el proyecto está determinado por una superficie de 41,816.12 ha. La siguiente figura muestra la ubicación del predio con respecto al subsistema conformado.

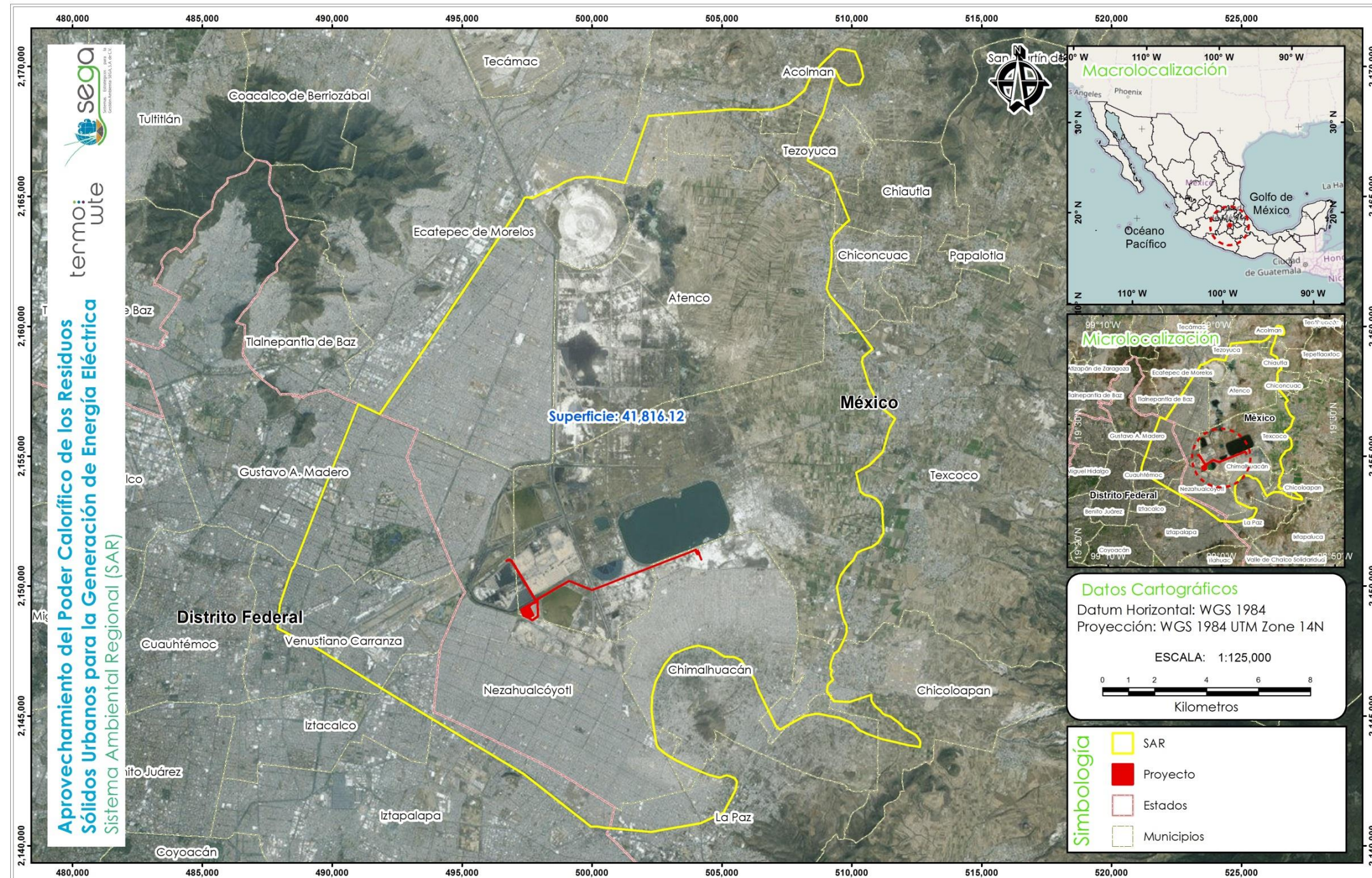


Figura IV-1. Ubicación del predio del proyecto con respecto al subsistema de la Geósfera delimitado para su desarrollo.

IV.2 Subsistema de la atmósfera

La delimitación del Sistema Ambiental Regional Atmosférico (SARA) se realizó a través de un proceso de modelación considerando las emisiones de las cuatro chimeneas que constituyen la planta de incineración. Para ello, se utilizó el modelo de dispersión de aire multicapa no estacionario CALPUFF versión 5.8.5, que junto con los programas CALMET (modelo meteorológico de diagnóstico) y CALPOST (modelo post-procesador), modela la distribución espacial de los contaminantes hora a hora por un periodo de hasta 5 años continuos. Este modelo presenta resultados de alta confiabilidad de dispersión de contaminantes en un rango que puede ir hasta los 200 km, llegando a tener buenos resultados hasta los 300 km del foco de emisión.

De manera general, el diseño del modelo contempla durante las corridas:

- Modelación de la pluma de emisión como PUFF (bocanadas o soplos de contaminante).
- La capacidad de modificar emisiones puntuales y de área durante el tiempo.
- Conveniencia para modelar desde metros hasta cientos de kilómetros a partir de la fuente emisora.
- Estimaciones de concertación en periodos de tiempo que pueden ir desde una hora hasta cinco años.
- Capacidad para considerar la rugosidad o condiciones del terreno.
- Capacidad para trabajar con información meteorológica tridimensional.

Una ventaja de este modelo con respecto a otros es que puede modelar la dispersión de los contaminantes sobre áreas terrestres y cuerpos de agua de manera integral y uniforme.

En resumen, la dispersión de las emisiones de NO₂ obtenidas por el modelo, como parte de la operación del proyecto, y, la que a su vez se seleccionó como el SARA. El área total resultante del sistema es de 63,663.75 ha, comprendiendo pequeñas áreas aisladas que quedaban en su alrededor para hacerlo un sistema continuo y cerrado.

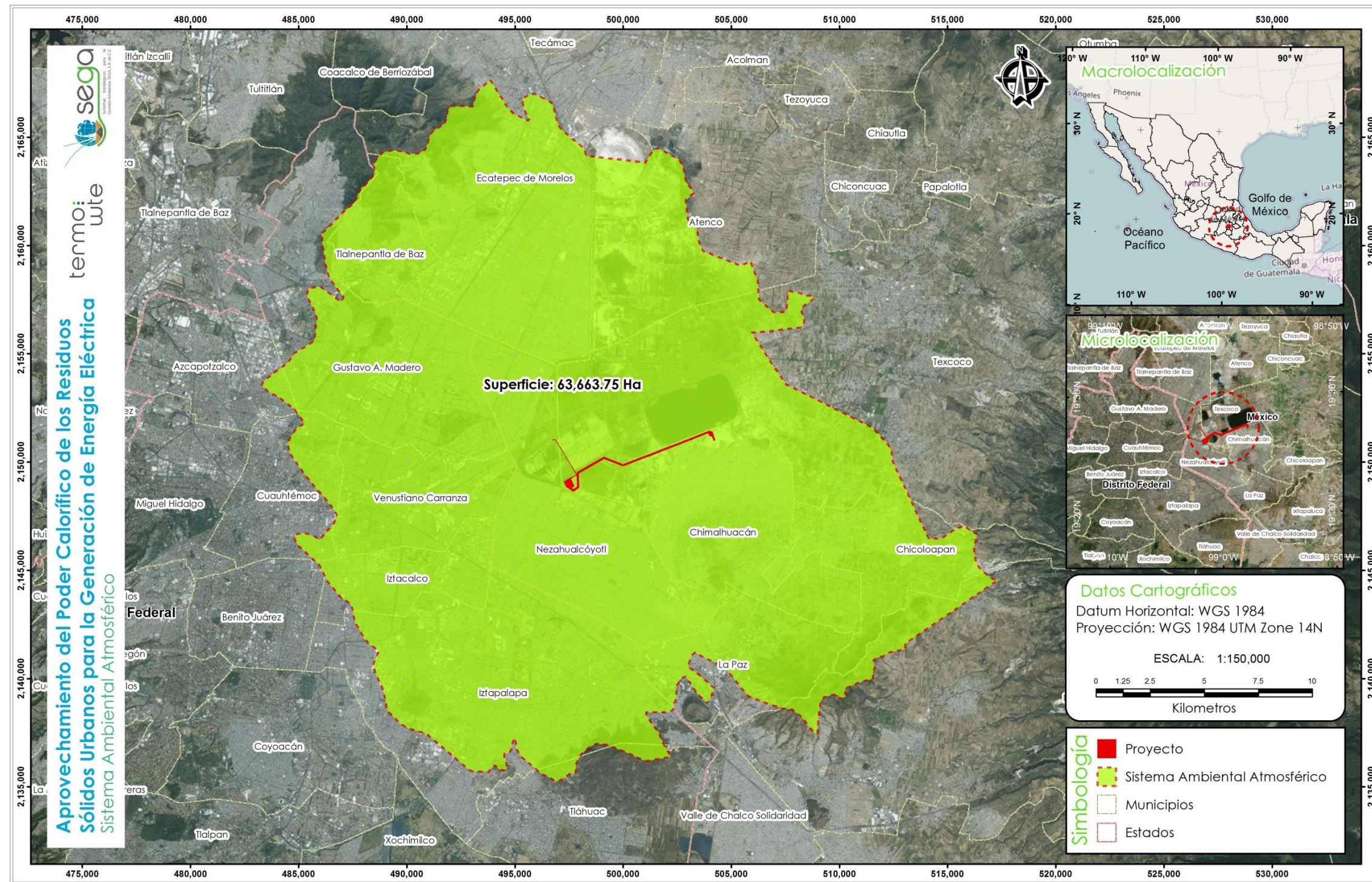


Figura IV-2. Polígono del SARA definido para el proyecto de la planta termovalorizadora, delimitada por la dispersión de NOx en concentraciones mayores a 0.027 ppm (50.76 $\mu\text{g m}^{-3}$).

De la delimitación de los sistemas ambientales, regional y atmosférico, en el presente capítulo se hace una caracterización ambiental del medio abiótico y biótico considerando ambos sistemas, según el nivel de impacto del proyecto. Específicamente, el SARA se utiliza para caracterizar la calidad del aire y el impacto en la salud de la población, y el SAR para el resto de los factores a analizar.

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

Para la identificación y valoración de los impactos ambientales potenciales que serán generados por el proyecto, se estableció una metodología que no solo asegura que se hayan incluido en el estudio todas las actividades del proyecto, sino también los factores o atributos ambientales sobre los que recaen las actividades del proyecto. Por lo anterior la metodología integrada que ha sido seleccionada consiste en tres pasos fundamentales:

1. Identificación y caracterización diagramática de las acciones del proyecto que pueden causar impactos, y de los factores ambientales potencialmente receptores.
2. Identificación de los principales impactos a través de una matriz de interacciones.
3. Evaluación de los impactos identificados mediante la utilización del método conocido como *Rapid Impact Assessment Matrix* (RIAM).

V.1 Análisis de los impactos ambientales acumulativos y residuales en el SAR

Una vez habiendo identificado los principales impactos adversos y benéficos que podrían derivar de las actividades de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción, así como de la etapa de Operación y Mantenimiento, en este apartado consideramos conveniente resaltar aquellos impactos ambientales acumulativos y residuales cuya magnitud es susceptible de incremento, ante el desarrollo del proyecto de *Aprovechamiento del Poder Calorífico de los Residuos Sólidos Urbanos para la Generación de Energía Eléctrica*, sobre los cuales justamente se basa el análisis para una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional como la que se presenta.

En la metodología aplicada para la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que una obra o actividad puede generar, se deben contemplar la totalidad de las interacciones de los componentes del proyecto con los atributos del ambiente y los procesos ecológicos que definen la integridad funcional del SAR. En este caso específico, tanto el Área del Proyecto como el SAR se encuentran completamente inmersos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; territorio en el que existe la concentración humana, industrial, comercial y financiera más importante del país, y el cual se aleja día con día de su naturalidad ecosistémica.

Este análisis permite identificar en un plano traducido al efecto sobre los mismos en el concepto de las implicaciones ambientales o impactos ambientales potencias generales, sin embargo, no todos los impactos ambientales tienen los mismos atributos y su valoración depende justamente de asignar intensidades como fuentes generadoras de cambios sustanciales a niveles de los componentes físicos del ambiente y de los ecosistemas de los cuales forman parte.

Con sustento en lo anterior, es que en este apartado nos centraremos en aquellos impactos cuya incidencia y expresión espacial y temporal no es puntual y restringida a

la duración de la actividad generadora, sino que pueden manifestarse o traducirse en cambios tangibles en suma con las condiciones ambientales existentes en el Sistema Ambiental Regional delimitado, es decir los impactos ambientales Acumulativos y Residuales.

La siguiente Tabla constituye un cribado de aquellos impactos adversos significativos de acuerdo a la evaluación resultante del RIAM, y que por sus características pueden considerarse como Acumulativos o Residuales.

Es importante mencionar que aun cuando la potencial afectación a la salud pública por las actividades tanto de construcción como de operación de la Planta resultaron ser impactos cuya variación no provocará un cambio sensible al estado (*status quo*) que actualmente presenta el SAR, dado que el proyecto contempla la instalación de sistemas modernos para mantener una combustión controlada y la eficiente depuración de los gases generados, se decidió incluirlo en este apartado dada la relevancia que tiene la preservación de la salud pública en el contexto del SAR, destacando el efecto acumulativo que implicarán la operación de la planta en términos de calidad de aire, empleando para tal efecto los datos existentes de las estaciones de monitoreo existentes en el SAR.

Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción									
No	Código	Impacto	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
6	FQ6	Afectación de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y partículas a la atmósfera.	-28	-C	2	-2	2	2	3
12	FQ12	Incremento en la demanda de agua cruda y potable.	-30	-C	3	-2	1	1	3
15	BE3	Afectación a la abundancia de individuos faunísticos.	-28	-C	2	-2	2	2	3
18	EO1	Afectación en el flujo vehicular	-28	-C	2	-2	2	2	3

Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de Planeación, Preparación del Sitio y Construcción									
21	SC1	Potencial afectación a la salud pública por las actividades de construcción de la Planta.	0	N	-3	0	2	2	3
Impactos ambientales adversos y benéficos para la etapa de Operación y Mantenimiento									
No	Código	Impacto	ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
26	FQ15	Alteración de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y partículas a la atmósfera.	-42	-D	3	-2	3	1	3
30	FQ19	Incremento en la demanda de agua cruda y potable.	-21	-C	3	-1	3	1	3
31	BE6	Afectación a la abundancia de individuos faunísticos.	-24	-C	3	-1	3	2	3
33	EO4	Afectación en el flujo vehicular.	-24	-C	3	-1	3	2	3
37	SC4	Potencial afectación a la salud pública por la operación de la Planta.	0	N	3	0	3	2	3

En términos ambientales, **el proyecto se califica como viable**, pues los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada, mitigables, compensables y moderados o despreciables en el caso de los que resultan residuales. De acuerdo con la valoración realizada, no se espera que las obras y actividades asociadas a la construcción o a la operación del proyecto, representen riesgos a las poblaciones de especies vulnerables y protegidas por la legislación nacional, así como tampoco provoquen alteraciones en el ecosistema, ni pongan en riesgo la continuidad de procesos ecológicos, o la salud humana. Adicionalmente, los impactos positivos significativos, permanecerán durante la vida útil del proyecto y son sinérgicos, pues favorecerán el entorno socioeconómico local y regional.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SAR

Como resultado de la aplicación de las técnicas de identificación y evaluación de impactos ambientales desarrollada en el capítulo anterior, se obtuvieron y señalaron los impactos acumulativos y residuales en el contexto del SAR, o que derivan en efectos adversos; éstos sirvieron de base para analizar y proponer medidas de prevención, mitigación, y compensación, así como también de optimización de los impactos que se consideraron benéfico poco significativos.

Las medidas que han sido propuestas en este capítulo, corresponden fundamentalmente a elementos tecnológicos que forman parte integral del diseño del proyecto desde su concepción inicial, y cuya finalidad es reducir al máximo los niveles de emisiones atmosféricas producto del tratamiento térmico de los residuos sólidos urbanos. Se contemplan también obras e infraestructura para un manejo eficiente del agua, que incluye desde la captación pluvial y el tratamiento del agua industrial que será utilizada en la operación el proyecto, hasta el tratamiento y reutilización de los efluentes sanitarios, de tal manera que este conjunto de acciones permitirán reducir significativamente el consumo de agua potable en el contexto de la operación de la Planta.

Adicionalmente, se incluye una serie de recomendaciones que constituyen buenas prácticas ambientales en los procesos constructivos, así como lineamientos puntuales para la implementación de programas específicos, como el *Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre* cuyos objetivos y principales alcances se incluyen en este capítulo, o bien, como el *Programa Integral de Manejo de Residuos* que será necesario diseñar e implementar en función del tipo de residuos que serán generados durante la construcción del proyecto.

En este capítulo se establecen las medidas de prevención, mitigación, control y compensación que serán aplicadas a los impactos ambientales Acumulativos y Residuales identificados en el contexto del SAR, y a través de las cuales se dará cumplimiento a las regulaciones ambientales federales y locales. Para una fácil identificación, se enuncia también el número de impacto y su código, con el que han sido tratados anteriormente en el Capítulo V de este mismo estudio.

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

De lo expuesto en el presente capítulo se tiene que, como línea base ambiental, el espacio que ha de recibir el proyecto y el ámbito atmosférico que potencialmente puede ser afectado por su operación, corresponde a un espacio metropolitano de tipo megalópolis cuyo rápido crecimiento urbano ha rebasado los límites de la Ciudad de México llegando y manteniendo una conurbación cada vez más alejada de sus fronteras geopolíticas.

Ante los escenarios expuestos resulta relevante retomar el texto de Ezcurra que, se escribió en el contexto de una crisis primordialmente atmosférica:

“La recuperación ambiental ha podido resolverse exitosamente en otras ciudades del mundo, como Londres o Tokio. La ciudad de México debe asumir su posición como una de las urbes más pobladas del planeta y encontrar soluciones a su problemática ambiental, ya que el meollo radica fundamentalmente en un problema de decisión política, de acuerdo social, de organización ciudadana y de recursos para el logro de los objetivos.”

Es en este contexto de exigencia creativa y necesidad imperiosa que la Planta de Aprovechamiento del Poder Calorífico de los Residuos Sólidos Urbanos adquiere una relevancia más allá de sólo el hecho de implantar, en la ciudad más poblada y extensa del mundo, un esquema de gestión de residuos moderno, eficaz y altamente tecnificado.

Es claro que ya no hay espacio en la Zona Metropolitana para desarrollar un nuevo relleno sanitario, se tiene presente que la gestión y administración de los rellenos sanitarios es finita, costosa y ambientalmente delicada por la posibilidad de dispersión de los desechos y por la compleja gestión sanitaria de los lixiviados que, de una manera u otra suelen alcanzar aguas superficiales, subterráneas y suelos.

La calidad del aire de la Ciudad de México sigue siendo un elemento ambiental, social, económico y político de resolución compleja que no puede dissociarse de la expansión de la traza urbana, vertical y horizontal, la existencia de ciudades periféricas que operan como dormitorio, de un transporte colectivo desarticulado, de vialidades permanentemente colapsadas y, desde luego, la correlación de lo anterior con el permanente incremento del parque vehicular.

Se ha demostrado, mediante un riguroso modelo numérico de simulación, que las propiedades atmosféricas con la presencia operativa del proyecto no son, de forma determinante, superiores a aquellas registradas históricamente por las estaciones de monitoreo especializadas que operan en el área analizada por lo cual se estima que la alternativa para la gestión actual y futura para los RSU serán plantas termovalorizadoras, en México como en otros países del mundo, altamente tecnificadas orientadas a la minimización de emisiones, al gasto poco representativo de agua y a la resolución tecnológica de contaminantes.

La propuesta de Programas y convenios para asegurar la calidad ambiental en el ámbito de la construcción y operación de la Planta muestran que se ha asumido un

compromiso más allá de gestionar los residuos al proponer acciones directas destinadas a lograr mejoras ambientales con capacidad y decisión basada en acuerdos sociales y de organización.