



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

**EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
OCASIONADOS POR LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
DESULFURADORA DE GASOLINA EN SALAMANCA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA**

P R E S E N T A:

VERÓNICA HERNÁNDEZ VILLAVICENCIO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. VÍCTOR MANUEL LUNA PABELLO



MÉXICO, D. F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria:

“Especialmente le dedico con mucho amor esta tesis a mi hijo Diego por que se ha vuelto el motor que impulsa cada uno de mis logros, por que en él encontré la fuerza para luchar cada día y continuar en este camino lleno de satisfacciones”.

Reconocimiento

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme una educación de calidad. Por hacer posible un sueño inalcanzable para muchos y privilegio de pocos.

A la Facultad de Química se agradece el apoyo otorgado a través del PAIP 6190-14 (VMLP 2008) y PAPIIT (IN107209), así como por la beca recibida por la participación en los proyectos FQ-519, FQ-617.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Campo II, por formarme como profesionista.

Agradecimientos

A toda mi familia por el apoyo recibido durante los largos años de escuela. A mi hermano Hugo que siempre ha creído en mis capacidades, a mi hermana Claudia por cuidarme y apoyarme desde niña, a mi hermano Roberto por que sus palabras me enseñaron a aferrarme a mis sueños, a mi padre por su cariño y a mi madre por darme el coraje para cerrar círculos y seguir adelante.

A mis amigos de FES Zaragoza: Adriana (Kika), Itzel, Lucia, Rocío, Francisco (Kiko), Juan Carlos (Rice), Victorino (HidroX), Omar, que en algún momento de la carrera formamos los mejores equipos de estudio y por explicarme cuando me era difícil entender, con los que he contado en los momentos más difíciles y que gracias a Dios aun cuento con ellos.

A todos los profesores y demás compañeros de clase que contribuyeron a formar a esta nueva Ingeniera de FES Zaragoza.

A mis amigos y compañeros que conocí en la Facultad de Química: Lyenet, Jacob, Nayeli, Otoniel, Antonio, Benjamín, Ernesto, Rosario, Anita, gracias por escucharme, darme su amistad y hacerme pasar los ratos más agradables.

Al Dr. Víctor Manuel Luna Pabello por creer en mi desde el principio, por brindarme su apoyo y confianza para terminar esta tesis y darme la oportunidad de participar en sus proyectos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
1. OBJETIVOS Y ESTRATEGIA DE TRABAJO	11
1.1 Objetivo General	11
1.2 Objetivos Particulares	11
1.3 Método de Trabajo	11
2. PROCESO DE REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	12
2.1 Destilación Atmosférica	12
2.2 Destilación al Vacío	13
2.3 Desintegración Térmica (Coquización)	13
2.4 Craqueo Catalítico (FCC)	14
2.5 Proceso MTBE	15
2.6 Proceso TAME	15
2.7 Alquilación	16
2.8 Isomerización	17
2.9 Hidrodesulfuración (HDS)	18
2.10 Reformación Catalítica	19
2.11 Endulzamiento con Amina	19
2.12 Regeneración de aminas	20
2.13 Recuperación de azufre	20
3. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	23
3.1 Criterios de identificación de impactos	25
3.2 Criterios de evaluación de impactos	25
3.2.1 Magnitud de impacto	26
3.2.2 Importancia de los factores ambientales	28
3.2.3 Significancia de los impactos ambientales	28
4. ETAPAS DEL PROYECTO	31
4.1 Preparación del sitio	33
4.2 Construcción	34
4.3 Operación y Mantenimiento	35
4.4 Descripción de obras asociadas al proyecto	39
4.5 Programa general de trabajo	41
4.6 Etapa de abandono del sitio	41
4.7 Generación manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	42
4.7.1 Etapa de preparación del sitio	42
4.7.2 Etapa de construcción y arranque	42
4.7.3 Etapa de operación y mantenimiento	43
4.8 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de residuos ..	44
5. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	47
5.1 Delimitación del área de estudio	47
5.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental	49
5.3 Diagnóstico ambiental	58
5.4 Identificación y descripción de los impactos ambientales	60
5.4.1 Preparación del Sitio	60
5.4.2 Construcción	63
5.4.3 Operación y mantenimiento	67
5.4.4 Abandono del sitio	72

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

5.5	Matriz de impactos	75
5.6	Evaluación de los impactos ambientales	80
5.7	Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales ...	84
6.	CONCLUSIONES	88
7.	REFERENCIAS.....	90
8.	ANEXOS	94

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Tecnologías de desulfuración.....	8
Tabla 2.	Calidades del crudo.....	12
Tabla 3.	Variedades de petróleo	12
Tabla 4.	Criterios de evaluación de impactos ambientales	27
Tabla 5.	Rango de magnitud del impacto ambiental	28
Tabla 6.	Componentes y factores del sistema ambiental del proyecto.....	28
Tabla 7.	Criterios de calificación de los factores ambientales	29
Tabla 8.	Importancia de los factores ambientales	29
Tabla 9.	Rangos de significancia de impacto ambiental.....	30
Tabla 10.	Lista de actividades relevantes del Proyecto.....	32
Tabla 11.	Condiciones típicas de operación durante la Reacción	36
Tabla 12.	Clima dominante del municipio de Salamanca	49
Tabla 13.	Provincias y subprovincias fisiográficas	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Metodología de trabajo.....	11
Figura 2.	Diagrama de bloques del Proceso de Refinación	22
Figura 3.	Fases de la Evaluación de Impacto Ambiental.....	23
Figura 4.	Esquema de los componentes del Proyecto	31
Figura 5.	Diagrama del <i>Proceso ULSG</i>	38
Figura 6.	Layout Instalaciones de la Refinería ^[21]	40
Figura 7.	Programa de Trabajo del Proyecto de Instalación de la Planta Desulfuradora de Gasolina.....	41
Figura 8.	Delimitación del Área de estudio	48
Figura 9.	Provincias y subprovincias fisiográficas del municipio de Salamanca.....	53
Figura 10.	Etapa de preparación del sitio.	60
Figura 11.	Etapa de construcción y arranque.....	63
Figura 12.	Etapa de operación y mantenimiento.	67
Figura 13.	Etapa de abandono de sitio.....	72

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

LISTA DE ANEXOS

Anexo I. Glosario	94
Anexo II. Acrónimos	100
Anexo III. Legislación en materia ambiental aplicable al proyecto.	103
Anexo IV. Carta Climática de Salamanca	106
Anexo V. Carta Geológica de Salamanca.	108
Anexo VI. Carta Topográfica del Municipio de Salamanca.	110
Anexo VII. Carta Edafológica.	112
Anexo VIII. Carta de uso potencial de suelo de Salamanca.....	114
Anexo IX. Carta Hidrológica de aguas superficiales.....	116
Anexo X. Carta Hidrológica de aguas subterráneas.....	118
Anexo XI. Carta de Vegetación.	120
Anexo XII. Plano de Zonificación de uso de suelo.	122

RESUMEN

Actualmente en los países desarrollados como la Unión Europea se tiene un límite máximo de 10 ppm de contenido de azufre en la gasolina, en los Estados Unidos de Norteamérica es de 15 ppm y de 50 ppm para países como Japón, Hong-Kong y Australia con tendencias a niveles cada vez menores. Por tal razón es importante que la industria de la refinación en México, tome en cuenta la importancia de la reducción de azufre en gasolinas, ya que actualmente los niveles en México son de 200 ppm. Según la *NOM-148-SEMARNAT-2006* establece un límite de 10 ppm para Diciembre del 2009.

El desarrollo de este trabajo esta fundamentado en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular de proyectos petroleros (*MIA Particular*), emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (*SEMARNAT*), el cual fue elaborado en la *Facultad de Química* de la *Universidad Nacional Autónoma de México*, por lo tanto, se presento un panorama general de dicho proyecto aplicado a la *“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”*.

Con base en el método de Leopold (*Método Matricial*), se evaluaron los impactos ambientales, detectados durante las 4 etapas del Proyecto:

1. Preparación del sitio
2. Construcción
3. Operación y mantenimiento
4. Abandono del sitio

Se realizaron 3 matrices, para I. Identificación de impacto, II. Magnitud de impacto y III. Relevancia y/o significancia de impacto, donde se realizo una valoración cualitativa, se identificaron los impactos tanto negativos como positivos en los diferentes componentes ambientales:

1. Aire
2. Suelo
3. Agua
4. Paisaje
5. Socio-Economía

Donde se detectó que las emisiones a la atmósfera de gas acido (H_2S) con el azufre removido durante la etapa de operación y mantenimiento de la planta, provoca el mayor número de impactos negativos al componente ambiental aire. Por lo tanto aquí se presentan las medidas de mitigación que deberán aplicarse para minimizarlos, sugerido en cada caso la normatividad y legislación nacional en materia ambiental. Por lo tanto, cabe mencionar la necesidad de preservar el equilibrio ecológico, con el manejo y uso responsable de los recursos, así como

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

disponer adecuadamente de los residuos generados durante la ejecución de cada proyecto, siguiendo los lineamientos ambientales nacionales, para que de esta manera sea posible disminuir los efectos negativos provocados al medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

En el *Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas* se recopilan y analizan los datos de la calidad del aire generados por las redes locales de monitoreo de nueve zonas metropolitanas y ciudades mexicanas: las zonas metropolitanas del Valle de México, de Guadalajara, del Valle de Toluca y de Monterrey, y las ciudades de Puebla, Tijuana, Mexicali, Salamanca y Ciudad Juárez, para el periodo 1997-2005.

Las emisiones anuales de contaminantes en nuestro país son superiores a 16 millones de toneladas, de las cuales el 65% es de origen vehicular, siendo el azufre uno de los componentes emitidos a la atmósfera por este medio. En lo que respecta al SO₂, el escenario de las ciudades es más favorable, pues la mayoría de ellas cumplieron con las normas de calidad de aire. La excepción la constituye la ciudad de Salamanca, Gto., a consecuencia de las elevadas emisiones de SO₂, ya que es la ciudad donde se rebasan los límites de emisiones contaminantes establecidos en la NOM-022-SSA1-1993 que establece el valor permisible para la concentración de bióxido de azufre (SO₂) en el aire. Criterio para evaluar la calidad del aire y Valor normado para la concentración ^[4].

Según la Organización Mundial de la Salud, los SO₂, pueden afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y son causa de irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO₂ son más elevados. En combinación con el agua, el SO₂ se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida que causa la deforestación.

El azufre es un componente natural del petróleo crudo y en consecuencia se encuentra tanto en la gasolina como en el diesel. Cuando estos combustibles son quemados, el azufre se emite como bióxido de azufre (SO₂) o como partículas de sulfatos. Cualquier reducción en el contenido de azufre en los combustibles disminuye las emisiones de estos compuestos y cuando este contenido disminuye hasta en un 90% en peso, el beneficio aumenta hasta una disminución importante de las emisiones totales de contaminantes:

Los combustibles pobres en azufre (aprox. 150 ppm) hacen a los vehículos existentes más limpios. Estos combustibles reducen las emisiones de CO, HC, y NO_x de los vehículos a gasolina equipados con catalizadores, y las emisiones de partículas móviles (PM) de vehículos a diesel, con o sin catalizadores de oxidación. Estos beneficios se incrementan cuando los vehículos están diseñados para alcanzar normas de emisión más elevadas y los niveles de azufre bajan aún más:

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

Los combustibles de bajo azufre (aprox. 50 ppm) permiten mayores beneficios al incorporar tecnologías avanzadas de control para vehículos diesel. Los filtros de partículas de diesel pueden usarse con combustibles de bajo azufre pero sólo alcanzan un 50% de eficiencia de control, aproximadamente. La reducción catalítica selectiva puede aplicarse en este caso para lograr un control de emisiones de NO_x superior al 80%.

Los combustibles de ultra bajo azufre (aprox. 10 ppm) permiten el uso de equipo de absorción de NO_x, incrementando su control hasta niveles superiores al 90%, en vehículos a gasolina. Esto permite diseños de motores más eficientes, que son incompatibles con los actuales sistemas de control de emisiones. Los filtros de partículas alcanzan su máxima eficiencia con combustibles de ultra bajo azufre, cerca del 100% de reducción de partículas móviles.

La tecnología necesaria para reducir el azufre a niveles ultra bajos se utiliza actualmente en muchos lugares en todo el mundo. Los costos actuales son razonables y la industria de refinación continúa desarrollando catalizadores más activos y nuevos procesos para la remoción del azufre y reducir aún más los costos [5]. Por tal motivo, el desarrollo de este proyecto esta ligado directamente a la instalación de una planta desulfuradora de gasolinas en Salamanca, Gto.

En la tabla 1 se indican las principales tecnologías de desulfuración disponibles para producir diesel y gasolina de ultra bajo contenido en azufre. El costo de capital varía de acuerdo con el volumen de reactor y por tanto tiende a ser más altos para la refinación de diesel. También el costo de operación varía de acuerdo a las condiciones de operación, incluyendo la presión, la temperatura y el consumo de hidrógeno [6].

Tabla 1. Tecnologías de desulfuración

Proceso	Tratamientos	Condiciones de operación	Propiedades del producto (10 ppm)	Costo
Hidrotratamiento previo al cracking	Hidrogenación de fluidos de abastecimiento a la unidad de cracking (FCC) Reduce niveles de gasolina y azufre al mismo tiempo	Altas temperaturas y presiones requeridas Volúmenes elevados de reactor requeridos	Los productos requieren mayor desulfuración para alcanzar niveles de bajo azufre Reduce nitrógeno y metales que interfieren con la unidad de cracking (FCC)	\$100 millones de dólares, costo de instalación y altos costos de operación
Gasolina				
Hidrotratamiento de naftas	Hidrogenación de naftas de la	Presión: 50-56 bar	Pérdida de octanaje:	\$20-40 millones de

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

	unidad de cracking catalítico (FCC) Nuevos catalizadores y procesos están reduciendo condiciones de severidad y pérdida de octanaje	Temp: 320-350 °C Consumo de Hidrógeno	Intervalos dependientes de procesos y calidad de naftas (<i>Exxon's Scatfining / with Exomer</i>)	dólares, costo de instalación y moderados costos de operación
Adsorción	Uso de un adsorbente en lecho fluidizado de reactor Tecnologías comercialmente disponibles	Presión: 6-21 bar Temp: 370-420°C Bajo consumo de hidrógeno	Perdida de octanaje	\$15-30 millones de dólares, costo de instalación y bajos costos de operación
Diesel				
Hidrotratamientos de destilados medios	Hidrogenación de destilados medios de la unidad de cracking catalítico (FCC) Nuevos catalizadores y procesos están reduciendo el volumen requerido y el consumo de hidrógeno	Presión: 32-54 bar Temp: 300-400°C Alto consumo de hidrógeno Volúmenes de reactor de moderados a altos	Incremento del número de cetano de 4 a 7	\$40-80 millones de dólares, costo de instalación y costos de operación de elevados a moderados
Adsorción	Uso de adsorbente en reactor de lecho fluidizado, similar al de la desulfuración de la gasolina pero a temperaturas y presiones mayores Todavía en fase piloto	Presión: 34 bar Temp: 370-420°C No hay consumo de hidrógeno neto Requerimientos moderados de volumen de reactor	Sin cambios en el número de cetano del producto	Costos de capital desconocidos y costos de operación de bajos a moderados
Hidrocracking	Alternativa de unidad de cracking catalítico, el proceso desdobra fracciones pesadas del crudo y remueve azufre	Presión: 90-180 bar Temp: 320-410°C Alto consumo de hidrógeno	Eleva el número de cetano	Costos de capital desconocidos y costos de operación elevados
Nuevas tecnologías	La biodesulfuración usa enzimas bacterianas para	Los procesos están aún en fase de prueba en laboratorio o a	Procesos adicionales de refinería, serían requeridos en	Costos estimados de capital de 35 millones de

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

	la extracción del azufre La oxidación química de azufre con un ácido catalizado	nivel piloto por lo que las condiciones de operación son desconocidas	cada tecnología para alcanzar los niveles deseados de azufre	dólares.
--	--	---	--	----------

Fuente: ^[5] Blumber *et. al* 2003. “Low-sulfur gasoline & diesel: the key to lower vehicle emissions”.

El azufre en los combustibles tiene efectos directos e indirectos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. El azufre impide el funcionamiento eficiente de ciertos catalizadores, lo que se traduce en emisiones más elevadas de CO₂, derivadas de tecnologías mas avanzadas. El azufre también impide la aplicación de tecnologías de control de emisiones en diferentes escenarios, tales como: diseños de alta eficiencia para motores de gasolina, alternativos de rendimiento eficiente para vehículos a diesel o híbridos. De igual forma, las celdas de combustible, que son la solución de largo plazo más promisoría para eliminar gases de efecto invernadero requerirán de combustibles libres de azufre para funcionar^[6].

Considerando lo anterior, el presente trabajo se enfoco a la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por la instalación de una planta desulfuradora de gasolina en salamanca. En este sentido, la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental para la industria del petróleo, modalidad particular, establece que “la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar al promovente de un proyecto o de una actividad productiva, acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con su construcción. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente”.

1. OBJETIVOS Y ESTRATEGIA DE TRABAJO

1.1. Objetivo General

Evaluar los impactos ambientales, con base en el Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, para determinar los efectos en los factores bióticos (flora, fauna), abióticos (aire, agua, suelo) y sociales (socio-economía), previos a la instalación de una Planta desulfuradora de gasolina en la ciudad de Salamanca, Gto.

1.2. Objetivos Particulares

- Describir la situación actual del efecto de los óxidos de azufre en la Ciudad de Salamanca.
- Describir el proceso de desulfuración de gasolinas a partir de la refinación del petróleo crudo.
- Determinar teóricamente los principales impactos ambientales mediante un análisis cualitativo, que serán generados por las diferentes etapas del proyecto.
- Proponer medidas de mitigación para prevenir los efectos negativos en el ambiente.

1.3. Método de Trabajo

El presente proyecto fue elaborado con base en los lineamientos establecidos en la Guía de Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para Proyectos Petroleros emitida por la SEMARNAT ^[6], enfocado generalmente a la Ingeniería de Proyectos e Ingeniería Ambiental, ya que el tema es muy extenso, cabe resaltar, que el proceso de producción será el punto clave de partida, para el desarrollo de esta tesis, por lo tanto, la estrategia será la siguiente:

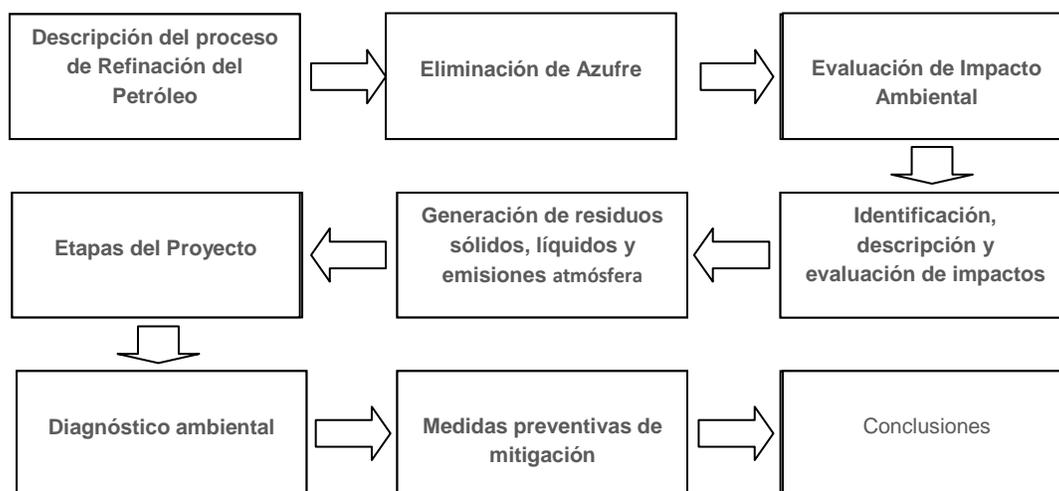


Figura 1. Metodología de trabajo

2. PROCESO DE REFINACIÓN DEL PETRÓLEO

En México el sistema nacional de refinación esta constituido por 6 refinerías: Cadereyta, Madero, Salamanca. Tula, Minatitlán y Salina Cruz, en el 2008 la producción nacional de crudo fue de 2792 miles de barriles diarios (MBD) de los cuales, en Salamanca se producen 192.5 MBD con lo que abastece la demanda de combustibles en las regiones central y oeste y la demanda de lubricantes en todo el país [7, 8].

La industria mundial de hidrocarburos líquidos clasifica el petróleo de acuerdo a su densidad API (parámetro internacional de Instituto Americano del Petróleo, que diferencia las calidades del crudo) [9].

Tabla 1. Calidades del crudo

Aceite crudo	Densidad (g/cm ³)	Densidad grados API
Extrapesado	>1.0	10.0
Pesado	1.0 – 0.92	10.0 – 22.3
Mediano	0.92 – 0.87	22.3 – 31.1
Ligero	0.87 – 0.83	31.1 – 39
Superligero	< 0.83	> 39

Fuente: [9] Página del Instituto Mexicano del Petróleo, Tipos de Petróleo: <http://www.imp.mx/petroleo/tipos.htm>

En México se extraen tres variedades de petróleo crudo:

Tabla 2. Variedades de petróleo

Itsmo	Maya	Olmecca
Ligero con densidad de 33.6 grados API y 1.3% de azufre en peso.	Pesado con densidad de 22 grados API y 3.3% de azufre en peso.	Superligero con densidad de 39.3 grados API y 0.8% de azufre en peso

Fuente: [9] Página del Instituto Mexicano del Petróleo, Tipos de Petróleo: <http://www.imp.mx/petroleo/tipos.htm>

El petróleo mexicano se encuentra presente en toda la industria nacional e internacional (calidad de exportación) como lo es en: transporte, alimentos, fármacos, fertilizantes, pinturas, textiles, etc.

2.1 Destilación Atmosférica

En una refinería el crudo es calentado a 220°C y enviado a una desaladora donde se le elimina la sal, agua y sedimentos, para evitar la formación de ácido clorhídrico causante de corrosión en las torres de destilación atmosférica. Obteniendo de aquí [10, 11, 12, 13].

1. Gases ligeros.
2. Nafta.
3. Gasóleos enviada a proceso de FCC.
4. Kerosina, Turbosina y Diesel a tratamiento HDS
5. Crudo reducido enviado a destilación al vacío.

2.2 Destilación al Vacío

En este proceso se alimenta el crudo reducido de la destilación atmosférica y su función es la de separar aun más está fracción, el residuo se precalienta fuego directo y se envía a la torre de destilación al alto vacío, donde se obtiene: [10, 11]

1. Gasóleos ligero y pesado de vacío, enviado como carga a las plantas catalíticas.
2. Asfalto o combustóleo pesado, usado como materia prima para aceite lubricante.
3. Residuo de vacío alimentado a coquización, que sirve para preparar combustóleo y asfalto.

2.3 Desintegración Térmica (Coquización)

Mediante un sistema de refinación se logra una mayor conversión de residuales a destilados enfocándose a obtener el volumen máximo de productos de mayor valor agregado y mejor calidad usando materias primas pesadas.

El proceso consiste en someter los residuos a un craqueo térmico para romper las macromoléculas de hidrocarburos de alto peso molecular en hidrocarburos más ligeros, sin necesidad de agregar algún disolvente, además de obtener hidrocarburos más ligeros como gas, gasolina y gasóleo. Para realizar el craqueo se realizan los siguientes tres pasos: [11]

- El primer paso es el calentamiento en la zona de convección alcanzando una temperatura de 340 a 360°C.
- El segundo paso es alcanzar una temperatura de 400°C en la zona de radiación.
- El tercer paso es donde se alcanza la temperatura de 430°C aprox.

Después del calentamiento al residuo de vacío se le inyectan gasóleos calientes, que se recirculan desde la misma planta o de las plantas catalíticas, para mantener en suspensión a los asfaltenos y además de enfriar la corriente hasta 397°C para detener la reacción de desintegración térmica y evitar la formación de carbón en la torre fraccionadora. Los productos obtenidos son: [12, 13]

1. Gas enviado a las plantas catalíticas para su tratamiento.
2. Gasolina a las plantas catalíticas para su endulzamiento.
3. Gasóleos ligero y pesado enviados como carga a las plantas catalíticas.
4. Coque o combustóleo, que sale desde el fondo de la torre a 360°C y es recirculado para su enfriamiento para después enviarlo a tanques de preparación de combustóleo.

Los dos procesos de coquización más comunes son la retardada y la continua (por contacto o líquida), que dependiendo del mecanismo de reacción, el tiempo, la temperatura y el crudo de partida se obtienen un tipo de coque alveolar o cristalizado en agujas.

2.4 Craqueo Catalítico (FCC)

Las plantas catalíticas reciben los gasóleos de carga ya sea directos de la destilación al vacío o de tanques de almacenamiento, los cuales son precalentados y transportados por medio de un tren de calentamiento, llegando a una corona de carga que esta compuesta por boquillas de atomizado con vapor, cuyo objetivo es de que el contacto de las partículas de hidrocarburos con el catalizador sea mayor, el catalizador es a base sílice-alúminio, el cual rompe las moléculas grandes de hidrocarburos para convertirlas en moléculas cortas (Cracking), dando productos de mayor valor agregado.

La reacción de la mezcla de catalizador y gasoleos se lleva a cabo en un reactor, a una temperatura de 550°C^[13], pasando posteriormente al separador, donde se lleva a cabo la separación de hidrocarburos y catalizador. Durante el proceso se forma coque (depósitos de carbón), que se depositan en el catalizador y para evitar reducir su actividad catalítica, se regenera en la parte baja del reactor de desintegración, usando aire caliente para quemar el coque y volverse a utilizar en recirculación continua; a esta parte del proceso se le denomina regeneración. La mezcla de hidrocarburos productos de la reacción, una vez separados, son enviados a la fraccionadora, donde se separan por diferencia de densidades (hirviendo en un rango de 55 y 210°C), saliendo en la parte inferior el decantado y por el domo gases, gasolina y vapor de agua.

La mezcla de gas-gasolina pasa por el absorbedor primario para poder eliminar los gases licuables propano-propileno arrastrados con el gas seco. Esta gasolina pasa por un acumulador de alta y mediante una bomba pasa a la sección de agotamiento para una rectificación primaria, en la cual se le elimina el metano y etano. Esta gasolina preestabilizada pasa a la torre fraccionadora con el objeto de eliminarle todos los gases licuados y la mayor parte de ácido sulfhídrico.

El gas licuado de petróleo obtenido en la fraccionadora pasa previamente al tratamiento con amina y luego es enviado a endulzamiento (*HDS*). El butano se manda como carga a la planta MTBE (Metil-Terbutil-Eter); el propano-propileno se manda a la torre depropilenizadora para separarse por el fondo propano utilizado en mezclas de propano-butano y por el domo propileno, enviados finalmente a almacenamiento. Los gases del acumulador de la fraccionadora, son comprimidos mandándolos al absorbedor primario y secundario para posteriormente ser tratados en el sistema Girbotol, saliendo de producto gas seco al sistema de gas combustible.

Las plantas catalíticas producen lo siguiente:^[12, 13]

1. Gas combustible enviado a la red del sistema.
2. Propano-propileno como producto final.
3. Butano-butileno como carga a la planta MTBE y otra parte se almacena para ser enviado a otras refinerías.
4. Gasolina catalítica de alto octano, que se envía *HDS* para remover los mercaptanos.
5. Aceite ligero usado para la preparación de diesel o mezclas y diluyente de combustóleos.

6. Aceite decantado como producto final usado para mezclas.

El objetivo de la reacción de desintegración catalítica es obtener gasolinas de alto octano a partir de los residuales de las destilaciones al vacío y gases licuados para uso doméstico e industrial de acuerdo al siguiente proceso:

Por el domo de las torres salen propano-propileno que sirve de carga a la torre fraccionadora, por el fondo sale butano-butileno que es almacenado como producto final o para usarse en las plantas de MTBE. El propileno que sale del domo se usa como materia prima en las plantas de acrilonitrilo.

Nota: Después de esta sección se integrará el *Proceso ULSG*, por lo que en la sección 4.3 Operación y Mantenimiento será descrito el proceso con más detalle.

2.5 Proceso MTBE

Es un proceso ecológico para producir combustibles oxigenados como Metil-Terbutil-Eter (MTBE) y reducir las emisiones de plomo a la atmósfera. Los butanos-butilenos producidos en las plantas catalíticas son la carga para la planta de MTBE, cuyo producto se usa como aditivo en la preparación de tanques de gasolina para aumentar el octano, disminuir el contenido de olefinas, se agrega oxígeno y disminuye la presión de vapor, con lo que mejora la combustión. El objetivo de este proceso es producir MTBE a partir de la reacción del isobutileno con metanol en una reacción molar uno a uno.^[10]



El proceso consiste básicamente de una sección de lavado de la carga de butanos con agua de las calderas la cual permite eliminar las impurezas de carácter básico provenientes de las plantas catalíticas.

Una sección de reacción que cuenta con un reactor de lecho de resina iónica expandida con el objeto de proporcionar una mayor área de contacto y una conversión mayor del isobutileno a MTBE, llevada a cabo en fase líquida.

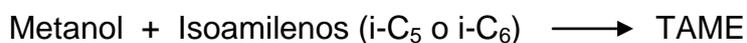
Una sección de fraccionamiento catalítico la cual permite la separación entre el producto deseado MTBE y los productos secundarios (refinados) y asegurar al mismo tiempo la conversión casi total del isobutileno a MTBE lográndose alcanzar hasta un 99% de conversión.

Por último, una sección de lavado cuyo objetivo es el de separar el exceso de metanol del refinado obtenido por el domo de la torre. Mas una sección de recuperación de metanol, en donde el exceso es separado del agua de forma tal que pueda ser recirculada hacia la sección de lavado de refinado para volver a separar el metanol excedente que proviene de la torre catalítica.

2.6 Proceso TAME

La carga TAME es la fracción del corte de los pentanos mas gasolina procedente de las plantas catalíticas, está entra primeramente a la sección de fraccionamiento de los pentanos (despentanización) en la cual se separan

pentanos y gasolina, pasando a la sección de purificación de la carga, en donde se le eliminan las impurezas básicas que son sales de metales solubles en agua, y que resultan ser venenos del catalizador. Estas son minimizadas por medio de un lavado con agua. Posteriormente pasa a la sección de reacción principal la cual consta de dos reactores en donde se lleva a cabo la mayor conversión de isoamilenos. La reacción principal es: ^[10]



Durante el proceso se deben tener presentes las siguientes consideraciones básicas:

1. La reacción principal es reversible.
2. Todas las reacciones son exotérmicas.
3. Un exceso de etanol ayuda a la producción de TAME.
4. Altas temperaturas incrementan el rango de reacción.
5. Bajas temperaturas favorecen la producción de TAME.

La mezcla de hidrocarburos que sale de la sección de reacción pasa a la sección de fraccionamiento donde se lleva a cabo el corte TAME, pentanos, saliendo por el fondo de la columna como producto TAME que va hacia tanques de almacenamiento para la preparación de gasolinas. ^[13]

El exceso de metanol es recolectado con un lavado de agua. La mezcla de agua-metanol es fraccionada y el metanol reciclado a la sección de reacción, mientras que el agua es retornada a la sección de lavado.

2.7 Alquilación

La reacción de alquilación es la combinación de una isoparafina (isobutano) con una olefina (propileno o butileno), en presencia de ácido fluorhídrico (HF) para producir una gasolina llamada alquilado. El proceso consiste en:

1. Sección de pretratamiento de la carga para secarla.
2. Sección de reacción.
3. Sección de fraccionamiento.
4. Sección de tratamiento del producto.

La carga de olefinas para la unidad de alquilación es una mezcla de las siguientes corrientes:

1. Corriente de refinados de la unidad de MTBE.
2. Corriente de butilenos de las unidades catalíticas.
3. Corriente de propileno de las unidades catalíticas.

La corriente de refinados de butanos de MTBE es pasada por un agotador para remover oxigenados, hidrocarburos ligeros, gaseosos y agua. Posteriormente la carga es mezclada y enviada a los secadores para remover la humedad.

La carga seca y el isobutano recirculado, son dispersados dentro del reactor de recirculación ácido a través de boquillas de rocío. La reacción de alquilación

ocurre instantáneamente en la sección de líneas verticales del reactor de ácido. El ácido, los productos alquilados y los isobutanos no reactivos fluyen hacia arriba donde la fase ácida y los hidrocarburos se separan por densidades, para pasar al fraccionador, donde son separados del efluente de hidrocarburos el ácido, alquilado, propano, butano e isobutano.

El propano es removido por la parte superior con algo de isobutano residual y ácido, pasando después al agotador de HF para remover el ácido residual, donde el ácido es retornado al separador de ácidos del fraccionador principal. Posteriormente, el propano pasa al defluorinador para remover las trazas de fluoruros orgánicos y descomponerlos en olefinas y HF.

El HF reacciona con alumina sólida en el defluorinador de propano para formar AlF_3 , las trazas de ácido fluorhídrico y agua son removidos del propano con el tratamiento KOH.

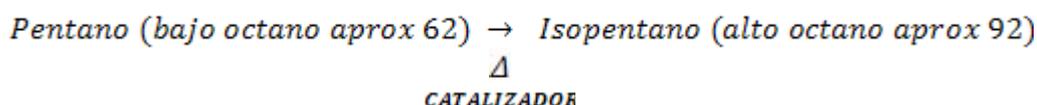
En suma el propanol, butano, los productos de alquilación y un subproducto llamado ASO (acid soluble in oil) aceite ácido soluble, son formados en pequeñas cantidades. El ASO es un aceite pesado formado como un subproducto de la reacción de alquilación. ^[10, 12, 13]

2.8 Isomerización

La unidad isomerización catalítica tiene por objetivo convertir las parafinas (de entre 5 y 6 átomos de carbón) en compuestos de estructura ramificada de alto número de octano, en este proceso son tratados los pentanos, hexanos y mezcla de ambos. Las reacciones tienen lugar en una atmósfera de hidrógeno sobre un lecho fijo de catalizador a base de platino o cloruro de aluminio, al cual se le adiciona el promotor de reacción percloro etileno a condiciones de presión y temperatura que favorezcan la isomerización y reduzcan el hidrocraqueo. Durante el proceso se obtiene gas y producto isomerizado. El proceso se desarrolla en tres secciones:

1. Acondicionamiento de la carga.
2. Sección de reacción.
3. Sección de estabilización y lavado cáustico.

Una corriente consistente de pentanos y hexanos libres de azufre provenientes de las unidades de hidrodeshulfuración de naftas, se calientan y se envían a la sección de secado, donde se le inyecta hidrógeno seco de las unidades de reformación, se precalienta y se le agrega el promotor de reacción, antes de alimentarla a la sección de reacción. Después pasa a la sección de estabilización y lavado cáustico cuyo objetivo es la separación de hidrógeno que no reaccionó, ácido clorhídrico y gases de craqueo (metano, etano y propanos) del producto isomerizado.



Después de que la reacción de isomerización se ha llevado a cabo, el producto pasa a una torre estabilizadora donde se separan los gases producidos en la reacción y que salen por el domo hacia un tratamiento cáustico para eliminar el HCl contenido.

2.9 Hidrodesulfuración (HDS)

Las gasolinas primarias y de tanques con un octano de 45 a 55, se manda a las plantas hidrodesulfuradoras de naftas (gasolinas), para eliminarles los compuestos de azufre, mediante una reacción catalítica con hidrogeno, también se eliminan nitrógeno, oxígeno y metales pesados, para después ser enviadas como carga a las unidades reformadoras de naftas. Este proceso consta de dos secciones:

1. Sección de reacción.

La carga constituida por la corriente de hidrocarburos que se va a desulfurar (nafta, turbosina, kerosina o gasóleo ligero) se mezcla con una corriente rica en hidrogeno, se calienta a una temperatura de 260-425°C en un calentador de fuego directo. La mezcla cargada al reactor que contiene un catalizador de níquel, reaccionando de la siguiente manera:

- El hidrogeno se combina con los átomos de azufre para formar ácido sulfhídrico (H_2S)
- Algunos metales contenidos en las corrientes de hidrocarburos son depositados sobre el catalizador.
- Los compuestos olefínicos, aromáticos, o nafténicos son saturados con hidrogeno y toman lugar algunas reacciones de desintegración, formando hidrogeno mas hidrocarburos ligeros; metano, etano, propano, butano y pentano.

2. Sección de fraccionamiento.

Con el objeto de proteger los catalizadores empleados en otras secciones de la refinería.

Los productos que se obtienen son:

1. Subproductos que se liberan en la reacción como el H_2S .
2. Una mezcla de hidrocarburos llamada isohehexanos.
3. Gasolina utilizada como carga para las unidades de reformación catalítica.
4. Turbosina y Kerosina desulfuradas.
5. Diesel desulfurado.
6. Combustóleo.

Nota: Después de esta sección se integrará el *Proceso ULSG*, por lo que en la sección 4.3 Operación y Mantenimiento será descrito el proceso con más detalle.

2.10 Reformación Catalítica

El proceso de reformación catalítica de naftas se utiliza para mejorar la calidad de las gasolinas respecto al número de octanos. La gasolina desulfurada de bajo octano, una vez tratada pasa a ser carga de esta unidad.

Aquí hay un reacomodo de los hidrocarburos nafténicos a hidrocarburos aromáticos con desprendimiento de hidrogeno, esto es con el objeto de obtener un octanaje de 92 a 98 octanos. Los principales productos que se obtienen son: gasolina reformada de alto octano que puede ser de 92 a 95 octanos, el cual se envía a tanques, el hidrogeno producto de la reacción de reformación que es utilizado en la *HDS* para su endulzamiento, se produce un gas ligero y un gas licuado que se envía para su proceso de fraccionamiento.

Estas plantas están conformadas por dos secciones:

1. Sección de tratamiento con dietanolamina (DEA), a través de un contactor para endulzamiento de los gases y líquidos.
2. Sección de fraccionamiento de hidrocarburos ligeros y pesados constituida por dos torres.

La carga para estas plantas son los gases ácidos ricos en ácido sulfhídrico, isopentanos e isohexanos provenientes de las Plantas *HDS* y reformadoras, obteniéndose gas dulce que se envía a la red de gas combustible, gas ácido a la planta de azufre y gas licuado de petróleo que se envía a almacenamiento.
[10, 11, 12]

Nota: Después de esta sección se integrará el *Proceso ULSG*, por lo que en la sección 4.3 Operación y Mantenimiento será descrito el proceso con más detalle.

2.11 Endulzamiento con Amina

Es la parte del proceso donde se lleva a cabo el Proceso Girbotol, que consiste en la retención de ácido sulfhídrico y bióxido de carbono de una corriente de gas natural amargo utilizando una disolución acuosa de dietanolamina (DEA) a una concentración del 15 al 30 % en peso^[11] a baja temperatura y alta presión. La sección de absorción cuenta con una torre absorbidora de gases ácidos y un separador de gas combustible.

En esta sección se alimentan dos corrientes, una de gas amargo proveniente de los módulos de compresión y otra de disolución acuosa de DEA. El gas amargo es alimentado por el fondo de la torre absorbidora, para ponerse en contacto a contracorriente con la disolución de DEA regenerada (DEA pobre), misma que es alimentada por el primer plato de la torre. Antes de entrar a la torre absorbidora, la DEA pobre pasa por un enfriador donde se abate su temperatura.

La torre absorbidora de gas amargo, donde la disolución de DEA pobre se pone en contacto directo con el gas, absorbiéndole casi el total de los gases presentes en la corriente de gas amargo alimentada a la planta endulzadora.

El gas dulce abandona la torre por el domo dirigiéndose al separador del gas combustible, el cual cuenta con una malla separadora para asegurar la recuperación de DEA que el gas haya podido arrastrar. El gas dulce después de pasar por la válvula de control que regula la presión a esta sección, es enviado a la red de gas combustible.

La DEA recuperada sale del separador de gas combustible y se une a la corriente de DEA proveniente del fondo de la torre absorbidora (DEA rica), que se envía a la sección de regeneración de DEA. ^[10, 11]

2.12 Regeneración de aminas

La disolución de DEA rica proveniente del fondo de la torre absorbidora y el separador de gas combustible se alimenta al tanque de desorción con el fin de eliminar los hidrocarburos líquidos y parte de los gases ácidos retenidos por la DEA que por efecto de presión se disuelven en la DEA.

La amina rica acumulada en el tanque de desorción, se envía por diferencia de presiones al intercambiador de calor de DEA rica/DEA pobre, donde se calienta a contracorriente la DEA pobre procedente del rehervidor de la torre regeneradora.

Una vez precalentada, la amina pasa al filtro de DEA rica tipo cartucho, con la finalidad de eliminar los sólidos y partículas de sulfuro presentes en la disolución de DEA, formados por el contacto de la amina con el gas. Una vez filtrada la disolución continúa hacia la torre regeneradora. ^[11]

2.13 Recuperación de azufre

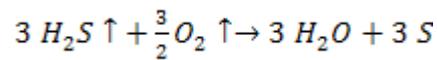
Los gases amargos procedentes del craqueo térmico y de los productos de los tratamientos de endulzamiento con aminas en las plantas catalíticas, son los que sirven de carga a las plantas de azufre por su alto contenido de H₂S con ello se ayuda a la preservación del medio ambiente al transformar los gases ácidos en azufre, por medio de un tratamiento térmico y catalítico.

Los procesos Claus son muy eficientes dado que trabajan con una conversión del 95 al 98 %, con gases que contengan mas del 20 % en volumen de sulfuro de hidrogeno. Actualmente se emplean variaciones del proceso según las concentraciones de sulfuro de hidrogeno en hidrocarburos.

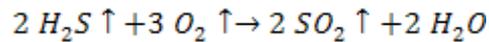
El diseño de esta unidad esta basada en el Proceso Clauss en el cual, a partir de H₂S gas, se le da un tratamiento para obtener azufre elemental, de esta forma se elimina el azufre de la corriente gaseosa, donde el gas residual se envía al oxidador térmico. El sulfuro de hidrogeno es altamente toxico por lo que es necesario separarlo, formando un compuesto menos reactivo, con la finalidad de no liberar emisiones de gases ácidos a la atmosfera, provenientes de la planta endulzadora.

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

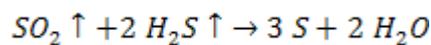
La URA es la Unidad Recuperadora de Azufre (Proceso Clauss), convierte el H₂S (ácido sulfhídrico) a azufre elemental por medio de una reacción de oxidación:



Las reacciones en la cámara de combustión son de oxidación y equilibrio:



La reacción en los reactores se lleva a cabo mediante un catalizador de alúmina activada (Al₂O₃), para la reacción de azufre elemental, misma que ocurre gracias a la presencia de H₂S y SO₂ en el sistema: ^[10, 13]



Nota: Antes de esta sección se integrará el *Proceso ULSG*, por lo que en la sección 4.3 Operación y Mantenimiento será descrito el proceso con más detalle.

En la siguiente figura se presenta un diagrama de bloques típico de Refinación, donde se integran los diferentes procesos que intervienen en la producción de gasolina, el cual no representa el que se lleva a cabo actualmente en la Refinería de Salamanca, Guanajuato.

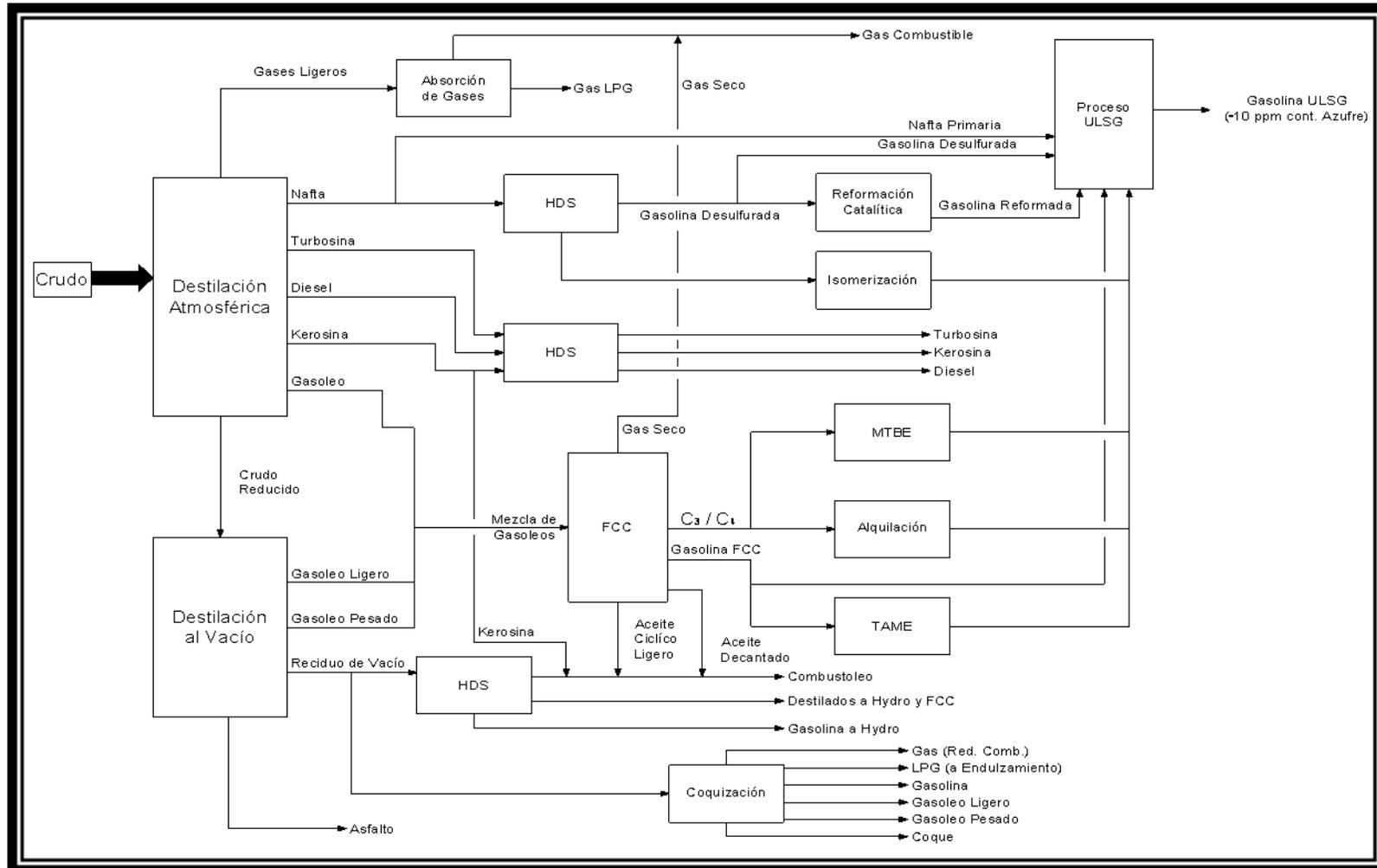


Figura 1. Diagrama de bloques del Proceso de Refinación

Fuente: ^[10] Villarreal (2005). “Proceso de Refinación de Petróleo crudo a productos terminados” ^[11] Nakazawa (2007). “Pruebas Biológicas por lotes para la degradación de aminas gastadas provenientes de refinerías” ^[12] Torres (2002). “Análisis y Simulación de Proceso de Refinación del Petróleo” ^[13] Venegas (2008). “Mejoramiento de la Calidad de las Gasolinas”

3. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Esta denominación es otorgada al examen y análisis ambiental que se puede aplicar a proyectos o programas de desarrollo que poseen impactos diversos o significativos sobre los ecosistemas. El proceso enfatiza en la identificación oportuna de problemas ambientales en las diferentes etapas de los proyectos, y propone alternativas de solución con el objeto de evitar, atenuar o compensar los impactos generados por el posible desarrollo del proyecto ^[14]. De igual forma la evaluación ambiental puede ser adaptada a escala regional o sectorial y empleada para evaluar los impactos de programas sectoriales, proyectos múltiples y para la elaboración de políticas y planes.

Toda contaminación (o sea, emisión de materia o energía más allá de la capacidad asimilativa del medio) causa impacto ambiental, pero, no todo impacto ambiental tiene como su causa la contaminación.

“Evaluación del impacto esta definida, por el proceso de identificar las consecuencias futuras de una acción presente o propuesta”.

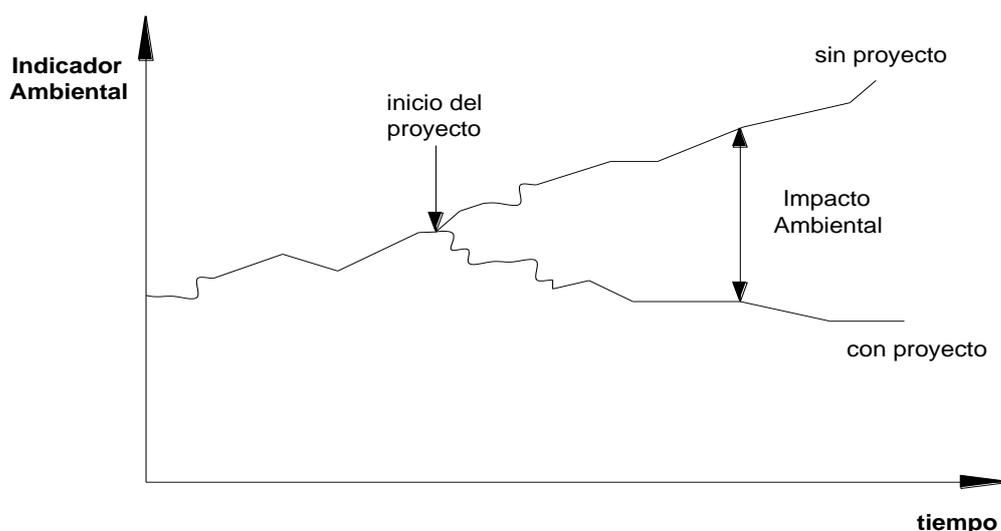


Figura 1. Fases de la Evaluación de Impacto Ambiental

Según la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el objetivo de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales ^[15].

Tiene sus bases jurídicas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). De la cual se derivó el reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental, en el que se establecen tres

modalidades para la presentación de evaluación del estudio de impacto ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es realizada por la autoridad mediante un procedimiento de tipo técnico administrativo, hay tres opciones mediante las cuales puede presentarse dependiendo del control que se tenga sobre los impactos y la magnitud del área donde se pretende desarrollar un proyecto:

- a) Informe Preventivo
- b) Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular
- c) Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

La Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) es un estudio donde las personas (físicas o morales) que desean realizar alguna de las obras o actividades previstas en el artículo 28 de la LGEEPA, analizan y describen las condiciones ambientales anteriores a la realización del proyecto con la finalidad de evaluar los impactos potenciales que la construcción y operación de dichas obras o la realización de las actividades podría causar al ambiente y definir y proponer las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar esas alteraciones.

La información que debe contener la MIA Particular^[6] es:

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental
- II. Descripción del proyecto
- III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo
- IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales
- VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales
- VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

Debido a que este documento es muy extenso, los puntos a tratar en esta tesis serán breves y se dará un panorama general de la MIA Particular (Metodología aplicable a este proyecto), con un enfoque directo a la Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionado por la instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca.^[16]

3.1 Criterios de identificación de impactos

La aplicación de los criterios de identificación de impactos ambientales se realiza tomando en cuenta las características de obras y actividades del proyecto, el estado actual del sistema ambiental de la zona de estudio, los requisitos legales y definición de los indicadores ambientales.

- 1. Determinación de las actividades relevantes del proyecto.** En este paso se sintetiza y ordena la información relativa a las actividades del proyecto en sus diferentes etapas; con esto se elabora un diagrama de bloques de las actividades y se genera una lista de las actividades relevantes.
- 2. Determinación de los componentes y factores ambientales relevantes del área de estudio.** Con base en el estado actual del sistema ambiental, y las observaciones de campo obtenidas durante el recorrido del sitio del proyecto (*Nota:* en este caso, dichas observaciones y la visita al sitio de proyecto, fueron realizadas por un grupo multidisciplinario de la UNAM, integrado por especialistas ambientales; Ingenieros, Biólogos, Químicos, entre otros), se determina un inventario de los componentes y factores relevantes que conforman el sistema ambiental del área de estudio e interactúan como parte del ecosistema.
- 3. Requisitos de la legislación y normatividad aplicable.** Con base en la normatividad aplicable al proyecto, se realizó un resumen de las obligaciones y requisitos legales, para ser tomados en cuenta en el cumplimiento ambiental legal base del proyecto.
- 4. Definición de indicadores de impacto ambiental.** Para cada uno de los componentes o factores ambientales relevantes que integran el sistema ambiental, se define un índice de referencia, cualitativo o cuantitativo (en este caso fue cualitativo), para evaluar la dimensión de las modificaciones o alteraciones en el ambiente como consecuencia del establecimiento del proyecto.

3.2 Criterios de evaluación de impactos

La finalidad de la evaluación es determinar la dimensión de los impactos ambientales para clasificarlos por su significancia o relevancia en el equilibrio ecológico de la zona de estudio y la prevención de la contaminación de tal manera que se identifique el escenario ambiental del área de estudio con la inserción del proyecto.

La significancia o relevancia de los impactos ambientales, se determinó a partir de la relación directa de dos criterios generales de evaluación: La magnitud del impacto sobre el ambiente y la importancia del factor o componente ambiental influenciado.

La **magnitud del impacto ambiental** es un indicador del nivel de influencia o efecto que puede causar cada actividad del proyecto sobre un componente ambiental.

La **importancia del factor ambiental** indica el valor o sensibilidad que puede tener determinado componente ambiental al mantener el equilibrio ecológico del sistema de estudio, como parte integral y funcional del mismo^[17].

3.2.1 Magnitud de impacto

Para determinar la magnitud de impacto, se aplican tres criterios particulares: duración del efecto, extensión del efecto y la forma de incidencia sobre el factor ambiental.

Duración (D): Se refiere al tiempo que se puede mantener el efecto de un impacto una vez ocurrido o la actividad que lo genera. Se relaciona con el periodo de tiempo que dura el efecto sobre el ambiente, ocasionado por la actividad del proyecto. Se tiene en cuenta la capacidad que tiene el sistema ambiental para absorber dicha modificación o disturbio sobre cada componente ambiental.

- **Temporal.-** Cuando los efectos generados por una acción son absorbidos por el sistema ambiental en un periodo de tiempo relativamente corto, considerando como referencia el periodo de tiempo que dura la actividad que genera el impacto.
- **Permanente.-** Cuando los efectos sobre el ambiente persisten debido a que el sistema no retorna a su condición original.

Extensión (Ex): Determina el efecto del impacto sobre un horizonte espacial, es decir, en referencia a una superficie determinada como área de afectación sobre el componente ambiental analizado, estableciéndose en las siguientes categorías.

- **Puntual.-** El efecto del impacto se extiende dentro de las áreas de ejecución del proyecto.
- **Local.-** El efecto del impacto se extiende dentro de los límites del área de estudio.
- **Regional.-** El efecto del impacto se extiende más allá de la zona de influencia; es decir, dicho impacto puede manifestarse más allá de los límites del área de estudio.

Efecto (Ef): Este criterio se refiere a la forma de incidencia de la acción sobre el factor o componente ambiental que se evalúa. El efecto del impacto puede ser de tres tipos.

- **Indirecto.-** cuando el impacto no incide de forma directa sobre el factor ambiental.
- **Directo.-** cuando el impacto incide directamente sobre el factor ambiental.
- **Sinérgico.-** cuando los efectos benéficos o adversos del impacto en evaluación se suman o adicionan a los que causa otra acción simultánea.

Como siguiente paso, los criterios mencionados fueron valorados por un grupo multidisciplinario, donde se les asignó un valor de jerarquía de 1 a 3 dependiendo del efecto e incidencia, en el orden de menor a mayor magnitud, tomando en cuenta la descripción anterior se presenta la Tabla 1 ^[16].

Tabla 1. Criterios de evaluación de impactos ambientales

IMPACTO	CLAVE	VALOR
DURACIÓN		
Temporal	T	1
Permanente	Pe	3
EXTENSIÓN		
Puntual	P	1
Local	L	2
Regional	R	3
EFECTO		
Directo	D	1
Indirecto	In	2
Sinérgico	S	3

Considerando los valores asignados a estos criterios y aplicando la siguiente ecuación se estimó un índice de la Magnitud del Impacto, tomando como referencia la propuesta de ^[18] Conesa F. V. *et al* 1997, que trata de predecir la magnitud del impacto, lo que equivale a medir la cantidad de factor ambiental alterado:

$$M = (D + Ex + Ef)$$

Donde:

M= Magnitud del impacto

D= Duración de la acción

Ex= Extensión del impacto

Ef= Efecto del impacto

Donde la magnitud se representa por una sumatoria de impacto, por ejemplo, cuando la duración es temporal (D=1), de extensión puntual (Ex=1) y efecto directo (Ef=1), el valor mínimo de magnitud calculado será $M = (1 + 1 + 1) = 3$. Por lo tanto, se determina que la magnitud del impacto de valor 3 es la mínima. En el caso de que la sumatoria de un impacto de duración permanente (D=3), extensión regional (Ex=3) y efecto sinérgico (Ef=3), el valor máximo de magnitud calculado será $M = (3 + 3 + 3) = 9$, con los valores asignados a los criterios considerados para evaluar la magnitud de los impactos.

Por lo que los valores de magnitud de los impactos calculados conforme a los valores de la Tabla 1 en la ecuación anterior serán indicados con tres rangos de magnitud en la Tabla 2.

Tabla 2. Rango de magnitud del impacto ambiental

RANGO	MAGNITUD
Alta	7-9
Media	5-6
Baja	3-4

3.2.2 Importancia de los factores ambientales

Los componentes y factores ambientales que son relevantes en el área del estudio y que son susceptibles de interactuar con las actividades del proyecto ya sea de forma positiva o negativa; es decir, sobre los que se pueden causar algún tipo de impacto se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Componentes y factores del sistema ambiental del proyecto

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
AIRE	Calidad del aire
	Olor
	Visibilidad
	Ruido
SUELO	Calidad del suelo
	Permeabilidad
AGUA	Calidad del agua
	Uso
	Disponibilidad
PAISAJE	Aspecto Visual del Paisaje
SOCIO-ECONOMÍA	Economía regional
	Economía local
	Generación de Infraestructura y servicios públicos

3.2.3 Significancia de los impactos ambientales

Para efecto de la evaluación de los impactos que se podrían causar al ambiente, se tomaron en cuenta cinco criterios que determinan su interrelación en el equilibrio ecológico del sistema ambiental de estudio, con base en lo establecido en la visita técnica en el punto 2 de la sección 1. Considerando la importancia de los factores ambientales, se dio un valor de jerarquía a las posibles alteraciones (en el intervalo de 1 a 5, ordenados de menor a mayor), procurando que fueran lo mas representativas, medibles y completas, para establecer el valor de los criterios en la Tabla 4.

Tabla 4. Criterios de calificación de los factores ambientales

VALOR	CRITERIO
1	Valor biológico (biodiversidad, conservación, endemismo, rareza)

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

VALOR	CRITERIO
2	Importancia para el funcionamiento del ecosistema local o regional
3	Valor estético, paisajístico o cultural
4	Afectación sobre la abundancia, disponibilidad o calidad del componente ambiental en el área de estudio
5	Valor para la calidad de vida de los pobladores locales

Con base en la discusión de un equipo multidisciplinario, se analizó cada componente y factor ambiental, considerando las condiciones actuales del sistema ambiental del área de estudio y del sitio del proyecto y se realiza la sumatoria de valores asignados a cada concepto aplicable con los criterios de calificación (Tabla 5). Los resultados obtenidos muestran que los factores ambientales más importantes del sistema de estudio son la calidad del aire, y la calidad y disponibilidad del agua.

Tabla 5. Importancia de los factores ambientales

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ASIGNACIÓN DE VALORES	IMPORTANCIA DEL FACTOR AMBIENTAL
AIRE	Calidad del aire	4+5	9
	Olor	4+2	6
	Visibilidad	3	3
	Ruido	4	4
SUELO	Calidad del suelo	4	4
	Permeabilidad	4	4
AGUA	Calidad del agua	4+5	9
	Uso	4+2	6
	Disponibilidad	4+5	9
PAISAJE	Paisaje	3	3
SOCIO-ECONOMÍA	Economía regional	5	5
	Economía local	5	5
	Generación de infraestructura y servicios	5	5

Fuente: [16] *Estudio de Impacto Ambiental de la Planta Desulfuradora de Gasolinas Catalíticas, sus servicios auxiliares e integración de la Refinería “Ing. Antonio M. Amor”, Salamanca Gto.* Proyecto elaborado por la UNAM en la Facultad de Química. Diciembre 2007.

Por ejemplo, la tabla nos indica que la alteración del componente ambiental aire, ocasionara la afectación a la calidad del aire en el área de estudio y se agregara la disminución de la calidad de vida de los pobladores locales. Por lo tanto la importancia del factor ambiental, esta dada por la sumatoria de alteraciones ocasionadas, conforme a los criterios descritos en la Tabla 4, realizando el mismo calculo para dar un valor numérico de importancia a cada uno de los componentes ambientales.

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

Finalmente, la determinación de la significancia o relevancia de los impactos ambientales se realiza a partir de la factorización de la magnitud del impacto y la importancia del factor ambiental. El producto de los factores se cuantifica como la significancia del impacto ambiental y se clasifica con los rangos de ponderación indicados en la Tabla 6.

$$SIGNIFICANCIA\ DEL\ IMPACTO = \frac{MI * IFA}{9}$$

Donde:

MI= Magnitud del Impacto

IFA= Importancia del Factor Ambiental

y 9 es el rango más alto de significancia en este caso.

Tabla 6. Rangos de significancia de impacto ambiental

SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	RANGO
No Significativo	1-4
Importante	5-7
Muy importante	8-9

4. ETAPAS DEL PROYECTO

Con base en el proyecto generado por Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina, se determina que pertenece al sector de la industria del petróleo, las instalaciones de la planta procesarán 25,000 barriles por día (BPD) de carga, constituida por una corriente de Gasolina Ligera y una corriente de Gasolina Pesada, para producir Gasolina con 10 ppm en peso de azufre. Las instalaciones incluyen una Planta Desulfuradora de Gasolinas Catalíticas (ULSG), un Sistema de Regeneración de Amina, sus servicios auxiliares, así como las integraciones necesarias para el suministro de cargas, materias primas, servicios y salidas de productos, subproductos, efluentes y desfogues para su completa y adecuada integración a los procesos existentes, lo cual se describirá más adelante.

La Planta Desulfuradora de gasolina incluye las instalaciones propias del proceso productivo, más las instalaciones de la Planta Regeneradora de Aminas, el cuarto de control central y quemador elevado; las instalaciones de servicios auxiliares serán construidas para el proyecto (torre de enfriamiento de agua y subestaciones eléctricas), así como las integraciones necesarias (conexiones y adecuaciones) entre las instalaciones nuevas del proyecto y las instalaciones existentes en la Refinería. En la Figura 1 se presenta un esquema con los componentes que se integraran en el Proyecto.

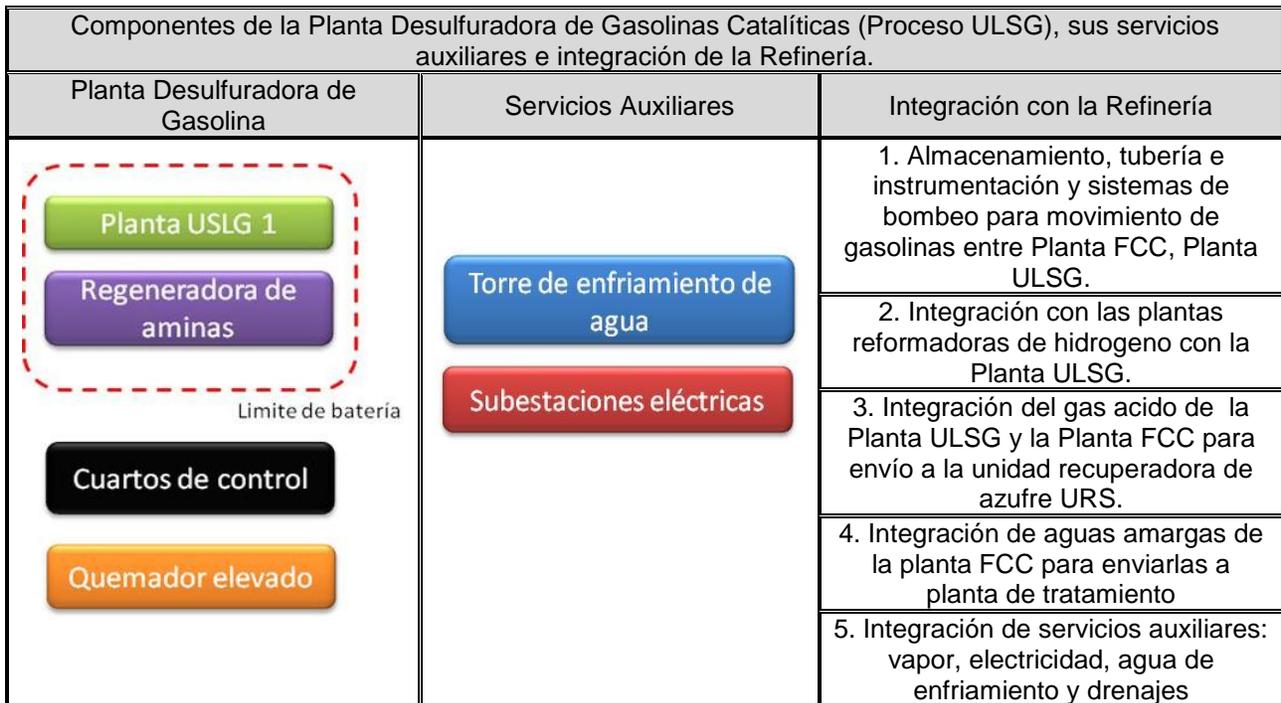


Figura 1. Esquema de los componentes del Proyecto

Fuente: [16] *Estudio de Impacto Ambiental de la Planta Desulfuradora de Gasolinas Catalíticas, sus servicios auxiliares e integración de la Refinería “Ing. Antonio M. Amor”, Salamanca Gto. Proyecto elaborado por la UNAM en la Facultad de Química. Diciembre 2007.*

Con base en la descripción del proyecto, se identificaron las diferentes actividades que tendrán que realizarse, sus características y su alcance en cada etapa del proyecto.

1. Preparación del sitio
2. Construcción y pruebas de arranque
3. Operación y mantenimiento
4. Desmantelamiento y abandono del sitio

El listado general de las actividades del Proyecto que podrían interactuar con los componentes ambientales del sistema de estudio, se presenta en la Tabla 1. Lista de actividades relevantes del Proyecto.

Tabla 1. Lista de actividades relevantes del Proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD		DEFINICIÓN
Preparación del sitio	1	Administración de personal	Trabajadores que desarrollarán las actividades de esta etapa del proyecto
	2	Excavación para cimentaciones e instalaciones subterráneas	Ruptura de concreto de algunas áreas, y remoción del suelo para enterrar cimentaciones y colocar instalaciones subterráneas. Movimiento de tierra dentro y fuera de las áreas
	3	Acondicionamiento de áreas para maniobras, talleres y almacenes	Compactación, nivelación y cobertura de concreto al suelo.
	4	Obras provisionales	Instalación de sanitarios, oficinas y comedor provisionales
	5	Uso de maquinaria, equipo y vehículos	Máquinas empleadas para la preparación del sitio, transporte de tierra y materiales para construcción
Construcción	6	Administración de personal	Trabajadores que desarrollarán las actividades de esta etapa del proyecto
	7	Obra civil	Cimentación, levantamiento de estructuras, adecuación de la calles, construcción de edificios, levantamiento e instalación de tuberías, limpieza y pintado de obras e instalaciones
	8	Obra electromecánica	Instalación y ensamble de equipos, instalación del sistema eléctrico, instalación de instrumentación y control, habilitación del cuarto de control
	9	Obras de Integración de la Planta ULSG con instalaciones existentes	Extensión/ampliación de ductos, tuberías y cableado de conexión entre las instalaciones nuevas del Proyecto y las instalaciones existentes
	10	Pruebas de arranque y operación	Pruebas de arranque de maquinaria y equipos de la Planta ULSG, Torre de enfriamiento, Cuarto de Control, Subestación eléctrica y quemador

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca”

ETAPA	ACTIVIDAD		DEFINICIÓN
	11	Uso de maquinaria, equipo y vehículos	Máquinas empleadas para la preparación del sitio, transporte de tierra y materiales para construcción
	12	Obras y servicios de apoyo	Uso y operación de las áreas de servicio: almacenes de materiales, talleres, patios y sanitarios
Operación y Mantenimiento	13	Administración de personal	Trabajadores que desarrollarán las actividades de esta etapa del proyecto
	14	Operación y mantenimiento de la Planta ULSG	Desulfurización de la gasolina catalítica para reducir la concentración de azufre de 200 ppm a 10 ppm
	15	Operación y mantenimiento de la Regeneradora de amina	Eliminación de azufre de la corriente de amina rica proveniente de la Planta ULSG para ser recirculada
	16	Operación y mantenimiento de la Torre de enfriamiento	Enfriamiento de agua para los sistemas de intercambio de calor
	17	Operación y mantenimiento del quemador	Combustión de las emisiones de gases provenientes de la Planta ULSG
	18	Operación y mantenimiento de las subestaciones eléctricas	Transformación del voltaje de la energía eléctrica recibida de los turbogeneradores
	19	Mantenimiento y limpieza de infraestructura y servicios	Obras y actividades para la reparación de caminos, acceso en general, iluminación, bases, racks, drenajes, edificios, servicios sanitarios y administrativos, entre otros
Abandono del sitio	20	Administración de personal	Trabajadores que desarrollarán las actividades de esta etapa del proyecto
	21	Desmantelamiento de instalaciones	Desmantelamiento de las unidades y componentes de limpieza
	22	Uso de maquinaria, equipo y vehículos	Máquinas empleadas para la preparación del sitio, transporte de tierra y materiales
	23	Disposición de materiales y residuos	Manejo y disposición final de los materiales y residuos generados durante el desmantelamiento

Fuente: [16]. *Estudio de Impacto Ambiental de la Planta Desulfuradora de Gasolinas Catalíticas, sus servicios auxiliares e integración de la Refinería “Ing. Antonio M. Amor”, Salamanca Gto.* Proyecto elaborado por la UNAM en la Facultad de Química. Diciembre 2007.

4.1 Preparación del sitio

A continuación se presenta un listado del equipo y/o maquinaria que típicamente se utiliza durante la construcción (unidades móviles):

- Grúas móviles
- Plataformas
- Camiones con grúa
- Cargueros delanteros
- Equipo de compactación
- Pick ups
- Máquinas soldadoras
- Compactadoras

Asimismo, se considera el empleo y consumo de materiales de construcción, tales como:

- Cemento
- Madera para cimbra y triplay
- Mortero
- Gases para soldar (oxígeno y acetileno)
- Acero de refuerzo
- Malla ciclónica
- Acero estructural
- Lámina
- Pinturas
- Gases para soldar

4.2 Construcción

A continuación se presenta un listado del equipo y/o maquinaria que típicamente se utiliza durante la construcción (unidades móviles):

- Grúas móviles
- Plataformas
- Camiones con grúa
- Cargueros delanteros
- Equipo de compactación
- Pick ups
- Máquinas soldadoras
- Compactadoras

Asimismo, se considera el empleo y consumo de materiales de construcción, tales como:

- Cemento
- Madera para cimbra y triplay
- Mortero

- Gases para soldar (oxígeno y acetileno)
- Acero de refuerzo
- Malla ciclónica
- Acero estructural
- Lámina
- Pinturas
- Gases para soldar

Fuente: [16] *Estudio de Impacto Ambiental de la Planta Desulfuradora de Gasolinas Catalíticas, sus servicios auxiliares e integración de la Refinería “Ing. Antonio M. Amor”, Salamanca Gto.* Proyecto elaborado por la UNAM en la Facultad de Química. Diciembre 2007.

4.3 Operación y Mantenimiento

Esta unidad consiste en dos columnas de destilación hidrosulfuradoras de nafta ligera (CDHydro) y nafta pesada (CDHDS) respectivamente y su función es desulfurar la nafta de craqueo catalítico fluido (FCC) y cracking donde se reducen al mínimo la saturación de olefinas.

En el proceso se lleva cabo una destilación catalítica, mediante el cual se elimina el azufre y nitrógeno presentes en la fracción ligera de la alimentación y en la hidrogenación catalítica de los compuestos de azufre y nitrógeno de la fracción pesada con una pérdida mínima de octano, con un posterior tratamiento de los subproductos. Dentro de las instalaciones de la planta, se contará con una Sección de Endulzamiento con Amina donde el gas de recirculación y el gas combustible serán endulzados, para lograr una concentración de 20 ppm de azufre. Aquí se generará como uno de los subproductos principales del proceso, gas combustible.

De forma general, la unidad de proceso ULSG consiste en columnas 2 de destilación catalítica y 2 columnas de destilación convencionales completas con acumuladores de reflujo, bombas, rehervidor a fuego directo, compresor de hidrógeno fresco, compresor de gas de recirculación, absorbedoras de amina, un reactor de lecho fijo y equipos asociados con los trenes de integración de calor. La columna CDHydro esta conformada por dos camas de catalizadores. El catalizador de la cama inferior es base níquel. El catalizador de la cama superior es base paladio.

Los catalizadores pueden perder su actividad por diferentes mecanismos y la pérdida puede ser temporal o permanente. Los principales venenos del catalizador son los metales pesados, tales como plomo o arsénico, lo que causa una desactivación permanente. El agua, azufre elemental y compuestos de azufre son inhibidores.

Para la activación del catalizador se requiere de un hidrocarburo saturado dulce como gasolina, diesel ligero o keroseno puede ser aceptado, tal que sea calentado a 350° F.

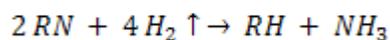
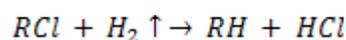
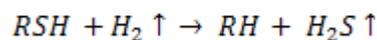
La columna CDHydro contiene 33 platos de válvulas, 4 platos de chimenea y dos sistemas de destilación y reacción simultáneas, en la parte inferior y superior. El sistema inferior realiza las reacciones de teoeterificación, mientras el sistema superior realiza las reacciones de hidroisomerización. En ambos sistemas tiene lugar la hidrogenación selectiva de diolefinas.

La corriente de gasolina catalítica ligera es alimentada a la columna CDHydro en donde se remueven los mercaptanos del producto destilado ligero. El producto de fondo de la columna CDHydro y la gasolina catalítica pesada son alimentados a la columna CDHDS, donde el azufre que contiene la alimentación se convierte a ácido sulfhídrico (H₂S). El H₂S en el gas amargo es removido por contacto con una disolución de amina pobre en la absorbidora de amina del gas de recirculación de la CDHDS.

La columna CDHDS contiene 8 sistemas con apoyo individual. Cada uno contiene catalizador de hidrodesulfuración^[19] dentro del empaque estructurado. Los sistemas están diseñados para proporcionar destilación e hidrodesulfuración simultáneas, al mismo tiempo que reduce la saturación de olefinas. La sección superior de la columna tiene una temperatura de reacción mas baja que promueve la reacción de olefinas. El sistema superior proporciona una sección de empaque estructurado de alto rendimiento a la transferencia de calor con el fin de elevar la temperatura del líquido de reflujo, a la temperatura de reacción.

Los productos de los domos y fondos de la columna CDHDS son alimentados a una tercera columna, la columna agotadora de H₂S para remover el ácido sulfhídrico y extraer el hidrogeno disuelto e hidrocarburos livianos. Los productos del fondo de la columna agotadora de H₂S son pasados a través de tren de precalentamiento y luego alimentados al reactor de pulido. El reactor de pulido trata la corriente líquida de la agotadora de H₂S, haciendo reaccionar los mercaptanos y otros compuestos de azufre residuales. El efluente del reactor de pulido es alimentado a la estabilizadora de gasolina para remover el H₂S y otros componentes ligeros del producto final: gasolina de ultra bajo azufre, la cual contiene 10 ppm en peso de azufre. El producto ligero destilado de la columna CDHydro y el producto del fondo de la estabilizadora de gasolinas son combinados antes de enviarse a almacenamiento fuera del LB.

Durante el *Proceso ULSG*, se llevan a cabo las siguientes reacciones ^{[19], [20]}:



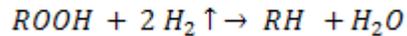


Tabla 2. Condiciones típicas de operación durante la Reacción

Temperatura, °F	600-780
Presión, psig	600-3000
H ₂ de reciclo de, scf/bbl	1500-3000
H ₂ fresco, scf/bbl	700-1000

El catalizador del reactor de pulido es base cobalto y molibdeno. Su principales venenos son el silicón, metales pesados (plomo y arsénico) y agua.

Para el arranque de las instalaciones de la Planta ULSG, se requiere de procesos de acondicionamiento de los catalizadores en el que se utilizan sustancias químicas.

Para la activación de los catalizadores de la columna CDHDS y el reactor de pulido, se requiere de hidrocarburos más pesados. Para la sulfuración de estos catalizadores se requiere de MDEA al 40 % en peso (disolución acuosa). Adicionalmente debe considerarse que como el sustrato del catalizador de CDHDS es higroscópico, se requiere nitrógeno puro para remover la humedad que éste haya absorbido de la atmósfera durante su empaclado y manejo. El proceso de secado dura aproximadamente 10 horas. En caso de que la reactivación de los catalizadores, no funcione, se requiere nitrógeno y disolución de sosa cáustica, así como vapor de baja presión y aire.

Para mostrar de manera gráfica las principales operaciones y secuencia del proceso productivo, en la Figura 2. Diagrama del proceso ULSG se presenta un diagrama de bloques del proceso que se llevará a cabo en las instalaciones de la Plantas ULSG.

El consumo de agua estimado para el proyecto de la *Planta ULSG*, tomando en cuenta que durante los procesos de refinación se usa la mínima cantidad, será de un flujo aproximado de 15 m³/h, cantidad que será utilizada en la preparación de la solución de MDEA para ser recirculada, previo tratamiento, en la unidad de regeneración de aminas, de acuerdo con las Bases de Diseño preliminares.

4.4 Descripción de obras asociadas al proyecto

Tal como se ha descrito en esta sección, el proyecto consta básicamente de la Planta ULSG y su sistema de Regeneración de Amina, por lo tanto las obras asociadas al proyecto son las siguientes:

- Equipos de bombeo
- Líneas de arranque y lavado de catalizador
- Cuarto de operadores
- Cuarto de Control
- Servicios auxiliares
- Integración de instalaciones
- Quemador
- Subestaciones eléctricas

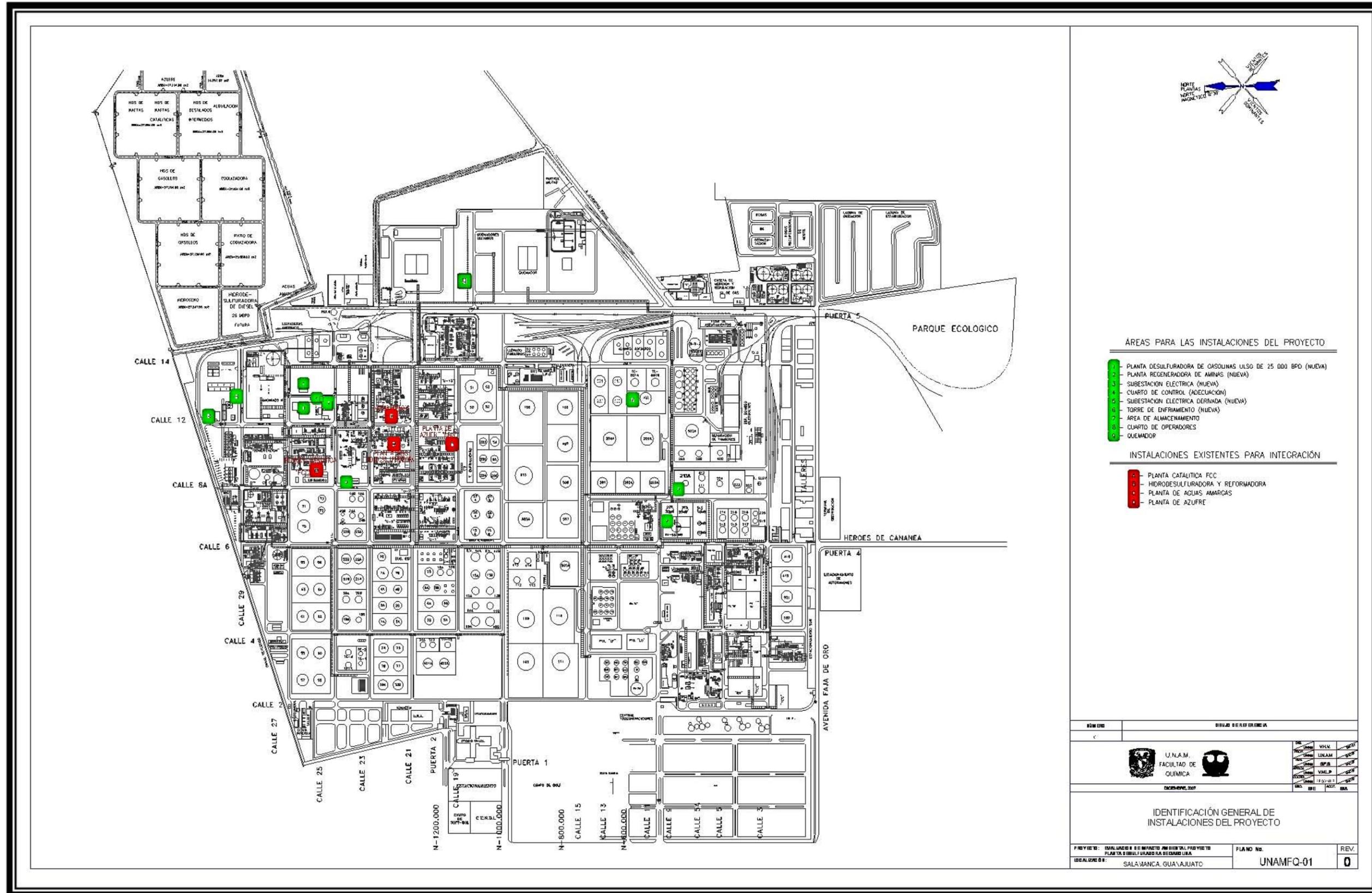


Figura 3. Layout Instalaciones de la Refinería [21]

4.5 Programa general de trabajo

El programa general de trabajo comprende 72 meses de actividad, e incluye el periodo de Ingeniería Básica y de Detalle, preparación del sitio, construcción, pre-arranque y pruebas, según se muestra en la Figura 4:

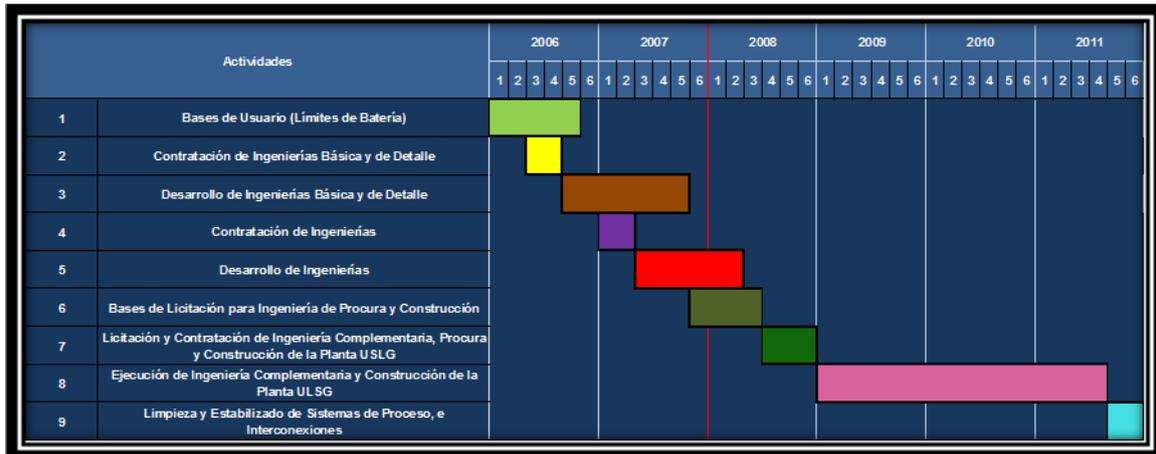


Figura 4. Programa de Trabajo del Proyecto de Instalación de la Planta Desulfuradora de Gasolina.

4.6 Etapa de abandono del sitio

Al final del periodo de vida útil de las instalaciones (Aprox. 25 años), normalmente se realiza una evaluación técnica-económica (para venta o destrucción de instalaciones) tomando en cuenta factores tales como el nivel de mantenimiento recibido, el estado de los equipos e instalaciones, para definir el costo de su reparación o reposición, tal que se compare con el costo de operación, para decidir si es conveniente reinvertir para prolongar la vida del proyecto, como se hace frecuentemente o se suspende la operación al término de los primeros 20 años.

En caso de suspensión de operaciones, las instalaciones serán desmanteladas y el sitio deberá ser estudiado para determinar sus condiciones ambientales, principalmente del suelo y subsuelo. En caso de ser requerido se definirían y ejecutarían acciones de restauración y mitigación o recuperación ambiental, para tal caso se realizaría un nuevo estudio para definir los impactos que se ocasionan al ambiente.

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

El diseño del proyecto según los requerimientos de la ingeniería; deberá considerar la minimización de la generación de residuos y emisiones en cada etapa del proyecto.

De igual forma, como parte de las políticas y especificaciones del proyecto, se cumplirá con las obligaciones aplicables en la legislación ambiental (que serán mencionadas en el Capítulo 5, Sección 5.6) de tal manera que se deberá contar con los recursos humanos, materiales y económicos necesarios, para el control de residuos sólidos y líquidos, así como de emisiones a la atmósfera.

4.7.1 Etapa de preparación del sitio

Por las actividades que se ejecutan durante esta etapa del proyecto, se consideró la generación de los siguientes residuos y emisiones:

- Residuos sólidos: basura general y de servicios sanitarios del personal.
- Aguas residuales sanitarias, generadas por el personal contratista.
- Residuos peligrosos: aceite usado y sólidos con aceite y grasas de maquinaria, equipos y vehículos de contratistas
- Emisiones a la atmósfera de gases de combustión generados por los motores de maquinaria y vehículos de contratistas.
- Emisiones a la atmósfera de polvos y partículas debido a la carga, descarga y transporte de tierra o suelo de las excavaciones.
- Residuos de tierra, proveniente de las excavaciones de suelo para las cimentaciones.
- Residuos de materiales de construcción generados por el acondicionamiento de áreas para maniobras, talleres y almacenes, y obras provisionales.

4.7.2 Etapa de construcción y arranque

Entre los principales residuos y emisiones que se prevén debido a las actividades a desarrollar son los siguientes:

- Residuos de materiales de construcción, que pueden incluir cascajo, restos de morteros, mampostería y ladrillos, plásticos, chatarra de fierro, pedacería de metal, cables y otros.
- Residuos peligrosos como aceites gastados, filtros usados, sólidos impregnados de grasa, aceite o disolvente, envases de sustancias químicas tales como disolventes, pinturas y limpiadores, restos de soldadura, lodos de limpieza de tanques por habilitar, y de tubería y equipos por integrar, catalizadores usados en pruebas de arranque,

lodos acumulados, equipos y tubería usados durante pruebas de arranque, entre otros.

- Emisiones a la atmósfera de gas combustible, gas amargo y ácido sulfhídrico provenientes de las pruebas de arranque de los venteos de equipos y del quemador elevado.
- Emisiones a la atmósfera como gases de combustión provenientes de los motores de maquinaria y equipo de contratistas, así como del venteo del calentador de combustión directa de la torre CDHDS durante las pruebas de arranque.
- Residuos sólidos como basura general y de servicios sanitarios del personal.
- Aguas amargas generadas durante las pruebas de arranque de los equipo de proceso.
- Aguas residuales sanitarias generadas por el personal contratista.
- Emisiones a la atmósfera de polvos, partículas, humos y vapores debido a la carga, descarga y transporte de tierra o suelo de las excavaciones, y por la construcción, soldadura y pintado de instalaciones.

4.7.3 Etapa de operación y mantenimiento

Los principales residuos y emisiones considerados durante esta etapa del proyecto son los siguientes:

- Residuos sólidos generados durante actividades de mantenimiento tales como cascajo, restos de morteros, mampostería y ladrillos, plásticos, chatarra de hierro, pedacería de metal, cables y otros.
- Residuos peligrosos como aceites y disolventes gastados, filtros usados, sólidos impregnados de grasa, aceite o solvente, envases de sustancias químicas tales como disolventes, pinturas y limpiadores, restos de soldadura, lodos y sedimentos de limpieza de tanques, de tubería, equipos y drenajes, catalizadores usados, restos de aceite dieléctrico, entre otros.
- Emisiones a la atmósfera de gas combustible, gas amargo y gas ácido provenientes de venteos de equipos y del quemador elevado.
- Emisiones a la atmósfera como gases de combustión provenientes de los motores de la maquinaria y equipo de contratistas, así como de venteo del calentador de combustión directa de la torre CDHDS.
- Residuos sólidos como basura general y de servicios sanitarios del personal.
- Aguas amargas generadas durante las pruebas de arranque y operación de los equipo de proceso.
- Aguas residuales del sistema de regeneración de aminas.
- Aguas residuales sanitarias generadas por el personal.
- Emisiones a la atmósfera de polvos, partículas, humos y vapores debido a las actividades eventuales de soldadura y pintado de instalaciones por mantenimiento.

4.8 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de residuos

El diseño del proyecto ha previsto la minimización y el manejo adecuado de residuos que se pueden generar en las diferentes actividades y etapas del proyecto. En cumplimiento de la legislación mexicana vigente, en cada etapa del proyecto, los residuos serán debidamente clasificados y separados, considerando su tipo (orgánicos e inorgánicos), potencial de reúso o reciclaje, su volumen y sus características de peligrosidad (peligrosos y no peligrosos).

De acuerdo con la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, debido a que la instalación de la Planta de Desulfuración de Gasolina estará ubicada dentro de una Refinería (o en su caso la compañía que la represente), esta será responsable de los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto, así como del manejo y disposición adecuada de los mismos. Para el manejo de los residuos generados durante las actividades de operación, la Refinería cuenta con almacén temporal de residuos peligrosos, el cual será también ocupado para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos que se generarán durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. Este almacén actualmente es controlado por personal capacitado, y sus instalaciones cumplen con los requisitos establecidos en la legislación aplicable en lo relativo al envasado, etiquetado, control de entradas y salidas del almacén. Además las operaciones de manejo dentro del almacén de residuos peligrosos son realizadas conforme procedimientos establecidos para asegurar con debido control de cantidades de residuos, el tiempo de almacenamiento, la entrega a empresas de servicio autorizado para transporte y disposición final. El personal asignado, se encarga del registro documentado de los movimientos de residuos en el almacén y los envíos a sitios autorizados para disposición final.

En general, el manejo de los residuos y su disposición final, así como de las emisiones líquidas y gaseosas, incluye lo siguiente:

- El manejo de estos residuos cumplirá con los requisitos legales vigentes, tal que serán debidamente clasificados y separados, envasados en contenedores identificados, almacenados temporalmente en instalaciones adecuadas, enviados a sitios de tratamientos, reciclaje o disposición final con empresas de servicio y de transporte autorizado, manteniéndose los registros tales como bitácoras de generación, y manifiestos de entrega a transporte y disposición final^[16].
- Los residuos no peligrosos, serán debidamente separados y manejados para obtener la máxima recuperación de materiales reciclables, evitando su contaminación con residuos peligrosos.
- Los residuos sanitarios generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y pruebas de arranque, y mantenimiento (cuando sea necesario), serán colectados en sanitarios portátiles provisionales, cuyo

contenido será retirado del sitio por camiones apropiados y enviados a sitios autorizados para su disposición final. Durante la etapa operación,

los servicios e instalaciones sanitarias, contarán con drenaje segregado acorde con la configuración actual de la Refinería, de tal forma que los residuos de aguas sanitarias se envíen al sistema de tratamiento correspondiente, previo a su descarga conforme con las condiciones autorizadas.

- Los residuos sólidos, especiales y peligrosos que sean factibles de ser reciclados o reutilizados, (aceite, papel, cartón, plásticos, vidrio, latas, metales y trapos, entre otros) podrán ser entregados a empresas de servicio autorizadas.
- Los residuos de construcción, se almacenarán temporalmente en áreas cercanas a los puntos donde se realice la obra dentro del predio, su recolecta y disposición final se llevará a cabo a través de un contratista externo en un sitio autorizado por las autoridades correspondientes.
- Para los residuos no peligrosos (de tipo urbano) generados por el personal en las diferentes etapas del proyecto (orgánicos e inorgánicos), se establecerá un sistema de recolección con la ubicación de un número adecuado de contenedores por tipo residuo, en diferentes puntos de las áreas del proyecto. Los residuos que no sean factibles de ser reciclados, serán dispuestos en depósitos o rellenos sanitarios autorizados para tal efecto.
- Entre los residuos líquidos, se encuentran las aguas amargas y residuales del sistema de regeneración de aminas, las cuales se enviarán a plantas de tratamiento existentes en la Refinería, cuya descarga general hacia el Río Lerma, deberá cumplir con la calidad indicada en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas y bienes nacionales. Última aclaración D.O.F. 30-04-1997.
- Las emisiones a la atmósfera que se prevén en el proyecto provenientes de venteos de los diferentes tanques separadores, de recirculación y de almacenamiento, las descargas de relevo o desfuegos que se emitirán en condiciones de paros ordenados o por ensuciamiento de la planta, estarán dirigidas a la red de combustible de la Refinería y eventualmente al quemador elevado.
- El gas combustible generado durante las pruebas de arranque y durante la operación normal de las instalaciones, será tratado en las absorbedoras de amina para reducir su concentración de azufre a 20 ppm en volumen, y posteriormente será alimentado a la red general de combustible de la Refinería.
- Otras corrientes gaseosas, como las emitidas en los tanques separadores previos a la estabilizadora de naftas y en la absorbedora de gas de purga, podrán ser recuperadas por su composición en hidrógeno, como H₂ de reciclo, el cual será recirculado al calentador de la columna CDHSD y a la columna agotadora de H₂S.
- El gas ácido que se generará en Regeneradora de Aminas, será enviado a la planta recuperadora de azufre, la cual será rehabilitada para mejorar su eficiencia y capacidad para tratar esta corriente. El azufre elemental

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca

recuperado (sólido) tiene un valor comercial, por lo que la Refinería lo maneja como un subproducto.

5. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

La descripción del sistema ambiental del área de proyecto, fue realizada por un grupo multidisciplinario de la UNAM, considerando en forma conjunta las siguientes dimensiones:

- Dimensión regional, a nivel municipio, cartas consultadas del *INEGI* con escala de 1:250 000 para variables de medio físico como clima, edafología, geomorfología e hidrología.
- Dimensión local, de la organización de hojas del *INEGI* con escala de 1:50 000 se identificaron variables de medio abiótico, biótico e infraestructura, como es relieve, geología, hidrología superficial, edafología, procesos de erosión, vegetación, fauna, vías de comunicación y asentamientos humanos ^[22,23y 25].
- Dimensión socioeconómica, referida estadísticamente por las unidades político-administrativo, nivel municipal y estatal, para las variables de población y actividades económicas; obtenida del *cuaderno estadístico municipal de Salamanca 2003*^[24].
- La información referida en los puntos anteriores se tomó de las *cartas temáticas y el Cuaderno Estadístico del Municipio 2000 que el INEGI tenía disponible en las fechas de realización del presente estudio. Además como los resultados preliminares del II Censo de Población y Vivienda del 2005.*

5.1 Delimitación del área de estudio

Las áreas disponibles para las instalaciones del proyecto están localizadas dentro de la Refinería, la cual se ubica en la Zona Urbana del municipio de Salamanca del estado de Guanajuato; es decir, las obras y actividades para la construcción de la Planta ULSG, sus servicios auxiliares e integración, cuentan con un área disponible dentro de la Refinería de aproximadamente 60, 225 m². Dichas áreas ya se encuentran impactadas y no están dentro o colindando con áreas naturales protegidas o reservas ecológicas del territorio.

El área de estudio para describir el sistema ambiental o zona de influencia del proyecto sobre la que se podrían observar efectos de manera directa e indirecta, se define con aproximadamente 7 km², estimando un radio de 1.5 km medido a partir del centro del área principal del proyecto. En la Figura 1, se presenta un mapa topográfico con la delimitación del área de estudio ^[26].

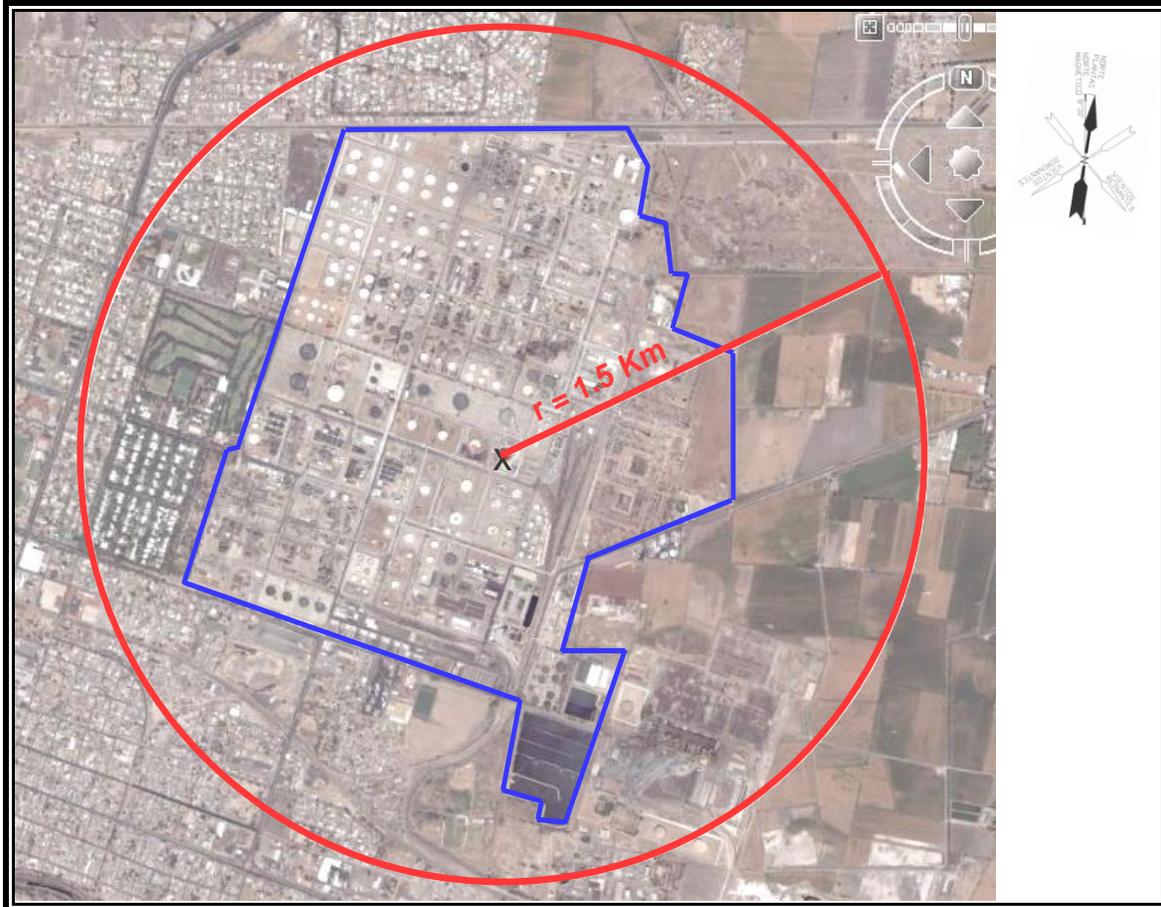


Figura 1. Delimitación del Área de estudio

Fuente: ^[26] Imagen Software Google Eart.

5.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

En esta sección de la tesis, así como en el apartado anterior, se presenta la información de forma muy general, dado que la caracterización y análisis del sistema ambiental está conformado por documentos muy extensos.

En su mayor parte se utilizó el procedimiento de “superposición de mapas”, que comienza con la elaboración de un inventario, representado en mapas con los siguientes factores de forma aislada: clima, geología, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. En el inventario tomo en cuenta la casualidad de los factores citados, que fueron considerados como indicadores de los procesos naturales, requiriéndose así la comprensión de la naturaleza como un proceso. El clima y geología hicieron posible interpretar la fisiografía, que a su vez, determinó la hidrología y esto permitió comprender la información del recurso suelo. La distribución de la vegetación fue el resultado de la interacción entre los factores citados, y la fauna que esta íntimamente ligada a ella.

Se superpuso en transparencias la cartografía lograda utilizando para cada componente, un color con sus diferentes matrices que mostró el nivel de resistencia que cada factor ofrece al proyecto, para hacer resaltar las zonas de gran sensibilidad ambiental que habrá que escatimar y aquellas otras donde las obras proyectadas se podrán llevar a cabo causando el mínimo perjuicio.

a) Aspectos abióticos

- **Clima**

El clima en el municipio es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad baja en un 92.3% del territorio del municipio y el resto de la superficie, es templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. Éste último se encuentra localizado en la parte norte del municipio.

La zona urbana de Salamanca y, en particular donde se ubica el predio del proyecto, tiene un clima de tipo semicálido subhúmedo, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Clima dominante del municipio de Salamanca

TIPO O SUBTIPO	% DE LA SUPERFICIE
Semicálido sub-húmedo con lluvias en verano, De menor humedad	92.43
Templado sub-húmedo con lluvias en verano, Humedad media	7.57

Fuente: [22] Carta de Climas, INEGI 1:1 000 000

Clima Semicálido Subhúmedo (menor humedad)

Los intervalos de precipitación media anual están entre los 700 y 800 mm. La temperatura media anual va de los 18 a los 20°C ^[22].

Temperatura

Para la localidad de Salamanca, los registros de temperatura media anual promedio para el sitio del proyecto son 17.8, 20.7 y 19.1°C respectivamente. Fuente: ^[27] SMN (2007)

Precipitación

Considerando los datos de la precipitación pluvial total anual se estima un promedio de 195.3 mm, según los datos registrados por CNA datos emitidos por la estación de monitoreo “Los Razos” ^[27], lo cual en conjunto con la temperatura, es propio del clima semicálido subhúmedo donde la precipitación no es abundante o copiosa.

Viento

La dirección de los vientos reinantes que se presentan en esta región generalmente es de Sur y Oeste, con una velocidad de 21 m/s, mientras que la dirección de los vientos dominantes es Norte-Este y circulan a una velocidad 17.9 m/s.

Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos).

Inundaciones.

El 19 de Junio de 1888, inició la inundación más catastrófica registrada durante ese siglo, desbordándose tanto el Río Grande (Lerma), como el arroyo de San Antonio. En el 2003, se vio impactada por una inundación que afecto gravemente a la población. Dicha inundación fue causada por una tromba que desbordo el Río Lerma.

Nevadas

Las nevadas, son muy raras en el Municipio. El único testimonio que se tiene al respecto, es del día 7 de febrero de 1881, éste marca el inicio de la nevada después de una lluvia. Posterior a este testimonio no se tiene registros de este fenómeno en la esta zona.

Granizadas

La granizada es el fenómeno mediante el cual cae agua congelada previamente condensada, dicho fenómeno es asociado con la presencia de vientos fríos en la región. Generalmente, la afectación puede tener varios kilómetros, provocando daños y problemas en el campo (sembradíos y ganado) y ocasionalmente en la población. Durante la década de los 70's, se presentó una granizada que afectó la parte central del estado.

En lo que respecta a granizadas, el fenómeno no guarda un patrón de comportamiento bien definido, aunque comúnmente está asociado con los períodos de precipitación. Fuente: ^[27] SMN (2007).

Heladas

La frecuencia de heladas en los climas templados es de 10 a 40 días en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, presentándose en enero la máxima incidencia, con una frecuencia de 42 días (Según el ^[28] Registro de Heladas).

Geología y Geomorfología

Fisiografía y geomorfología

La importancia de la geología en el estado radica fundamentalmente en la minería. En esta actividad, Guanajuato ha destacado como un gran productor de oro y plata. Por otra parte, una peculiar conformación geológica, ha permitido la existencia y explotación de acuíferos subterráneos, principalmente en las partes central y sur de la entidad. Fuente: ^[23] INEGI (2000).

Eje Neovolcánico

El municipio de Salamanca se ubica en la región fisiográfica de la provincia del Eje Neovolcánico, esta provincia colinda al norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; al sur, con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur. Se considera que se trata de una antigua sutura reabierto a fines del Cretácico que formó un sistema volcánico transversal a las sierras Madre Oriental y Occidental. Se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de aparatos volcánicos diversos conos, calderas y coladas que en su mayoría han conservado intacta su estructura original.

De manera particular el sitio del proyecto se ubicará en la provincia X del Eje Neovolcánico en la subprovincia 51 del Bajío Guanajuatense, en el sistema 500 de topomorfias de llanura, que abarca en total de 55.65% las superficie municipal. Como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2. Provincias y subprovincias fisiográficas

PROVINCIA		SUBPROVINCIA		SISTEMA DE TOPOFORMAS		% DE LA SUPERFICIE
Clave	Nombre	Clave	Nombre	Clave	Nombre	Municipal
IX	Mesa del Centro	44	Sierras y llanuras del Norte de Guanajuato	100	Sierra	11.87
X	Eje Neovolcánico	51	Bajío Guanajuatense	200	Lomerío	7.98
				300	Meseta	7.57
				302	Meseta con lomeríos	6.47
				320	Meseta con cañadas	10.46
				500	Llanura	55.65

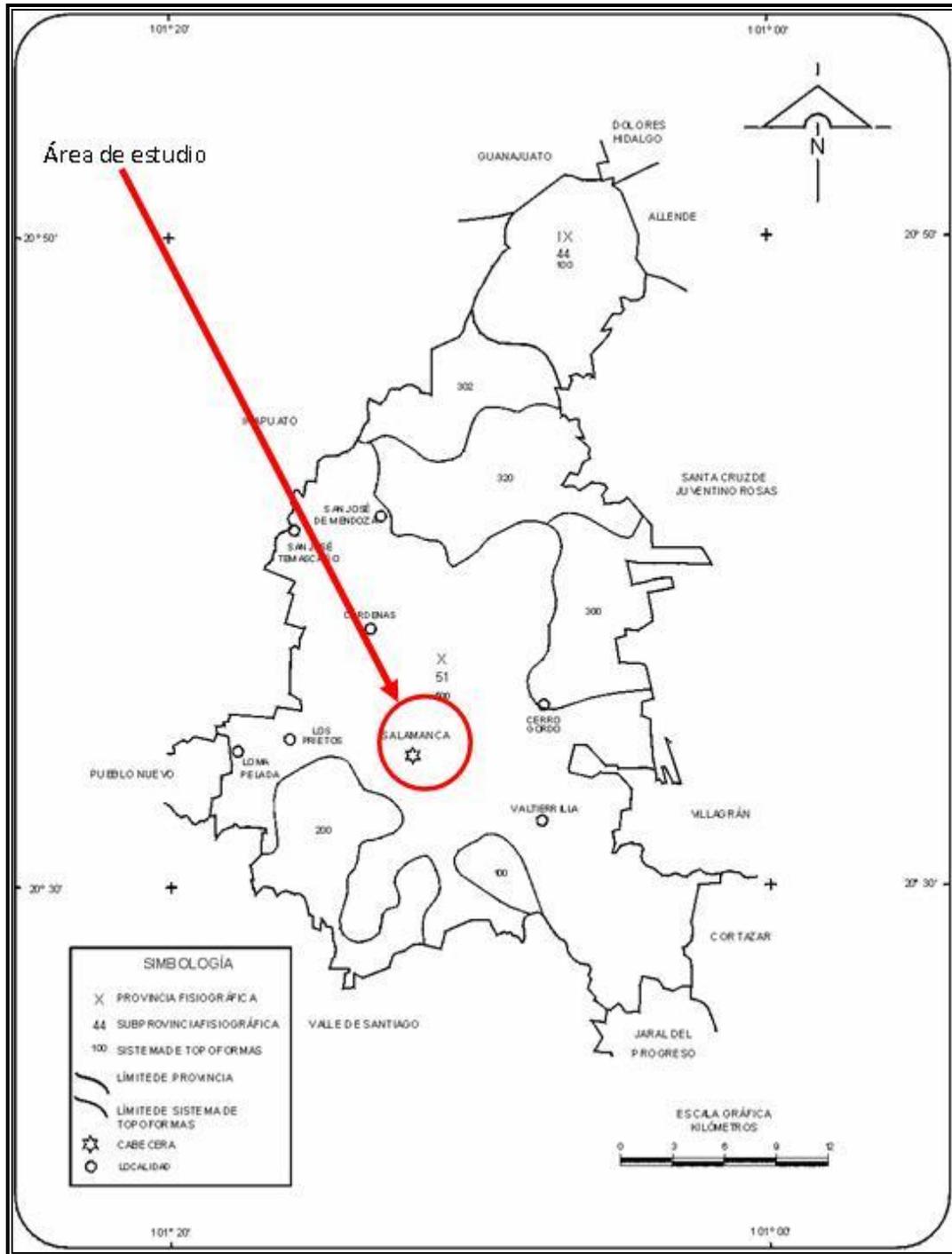


Figura 2. Provincias y subprovincias fisiográficas del municipio de Salamanca.

Características litológicas del área

Localmente, la mancha urbana de Salamanca se localiza en un valle originado por una fosa tectónica. El tipo de roca superficial prevaleciente son alternancias de sedimentos lacustres, aluviones y suelos residuales de grano fino a medio. En el

área se encuentran distribuidas rocas volcánicas y rocas sedimentarias, cuyas edades van del terciario al reciente. Fuente: ^[31,32] Carta Geológica de Salamanca.

Orografía

La entidad se encuentra atravesada por diversos accidentes orográficos, cuyas elevaciones fluctúan entre los 2,300 metros y los 3,000 metros sobre el nivel del mar, siendo su altura media del relieve topográfico de 2,305 metros para las partes altas y en 1,725 metros para las llanuras.

Particularizando por la localización el sitio de interés, el área del proyecto se localizará en una superficie donde no se encuentra ninguna elevación del terreno. Fuente: Carta topográfica (INEGI, 1:50 000).

Presencia de fallas y fracturamientos

En el municipio, se tienen detectadas 4 fallas geológicas que afectan seriamente la infraestructura urbana y rural, así también se ha detectado una zona de fracturamiento.

En el caso del medio rural la problemática debido a este fenómeno geológico es la pérdida considerable del agua agrícola en las grietas, así como también ruptura de canales y el hundimiento de tierras de cultivo causando desnivel.

Zonas afectadas por causa de fallas geológicas

De acuerdo a las observaciones hechas durante la visita técnica realizada, en el área donde se ubicará la Planta ULSG y sus servicios auxiliares, a pesar de la existencia de la falla de la Ave Faja de Oro, que atraviesa la zona sureste de la Refinería, no se observaron agrietamientos o cuarteaduras en los terrenos destinados para su construcción ^[31]. En este sentido, los estudios de mecánica de suelos brindarán información precisa sobre la viabilidad o no de las construcciones a realizar.

Susceptibilidad de la zona a Sismicidad

De acuerdo a la clasificación de municipios de la República Mexicana y con la Regionalización Sísmica, el municipio de Salamanca se encuentra considerado en una zona, en 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 ^[33]. En consecuencia, la zona del proyecto no se encuentra sujeta a frecuentes movimientos sísmicos.

Derrumbes

En el sitio del proyecto no se reportan zonas de derrumbes ocasionados por desgajamiento de terrenos elevados. Asimismo, tampoco existen riesgos por deslizamientos debido a que la zona está conformada por una planicie suave ^[33].

Suelos

El municipio de Salamanca se caracteriza por tener suelos de aluviales originados en el cenozoico por depósitos aluviales, de acuerdo a la Síntesis Geográfica del Estado de Guanajuato los suelos predominantes en el Municipio son el vertisol pélvico y fozem lúvico.

Clasificación y Uso del Suelo

En la región se practica la agricultura intensiva, siendo la parte norte de la ciudad de Salamanca, potencialmente de agricultura de riego anual semipermanente y al sur de la misma, de agricultura de temporal.

La zona urbana de la ciudad de Salamanca distingue en la los principales usos del suelo, la zona industrial al norte y oriente; la zona del Centro Histórico, que proporciona servicios básicos y medios; y el gran sector habitacional, ubicado al norte y sur del Río Lerma.

Con respecto al sitio del proyecto, donde se ubicará la planta desulfuradora ULSSG y servicios auxiliares (dentro del predio de la Refinería), al estar al norte de la ciudad de Salamanca, zona de tipo industrial, no se requerirá tramitar cambio de uso de suelo, ya que es compatible con el uso actual. Fuente: ^[34,35] Carta de Uso Potencial de Uso de Suelo.

Hidrología superficial y subterránea

Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio

El estado de Guanajuato queda comprendido en parte de las regiones hidrológicas: Lerma-Chapala-Santiago, que abarca la mayor parte del estado y del alto Río Pánuco (en la zona norte). La división, entre estas dos regiones, es un tramo del parteaguas continental, ya que es una región que drena al Golfo de México y otra al Pacífico.

El proyecto se localiza en la Cuenca del Río Lerma-Salamanca en la subcuenca Salamanca-Río Lerma Ángulo, la cual drena una superficie correspondiente a la zona centro y sur del estado. Tiene su origen en la presa Solís en donde recibe las aguas de las subcuenca Presa Solís-Salamanca y forma la conocida bifurcación del Lerma; comprende además los afluentes del centro de la entidad, Salamanca-Río Angulo, arroyo Temazcatío y Río Guanajuato-Silao. Dentro de esta subcuenca

se localizan dos de los cuatro almacenamientos más importantes del estado que son: las presas “La Purísima y La Gavia”.

Además recibe las aguas del Río Turbio-Presa Palote, Río Turbio-Manuel Doblado, donde se originan el cauce del Río Turbio y finalmente Río Turbio-Corralejo. El área del Río Lerma recibe la corriente Arroyo Feo, que conduce aguas residuales de la zona urbana de la ciudad de Salamanca y aguas residuales industriales, que provienen del corredor industrial de esta localidad, así como la Refinería. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales ^[29].

Almacenamientos

Los almacenamientos en esta parte del estado son escasos y de poca importancia encontrándose obras intermitentes como bordos y represas de uso agrícola y ganadero. Salamanca se ubica en una zona donde se ha incrementado el uso del agua (poblacional agrícola, ganadero, industrial y de servicios) ocasionando que la extracción del agua subterránea se incremente año con año, a costa del almacenamiento acuífero.

Hidrología Subterránea

La formación de subsuelo en la zona de estudio es escasa y su profundidad es muy somera. Sólo se encontró reportado un pozo cercano a la Ciudad de Salamanca, con un corte litológico de 700 m de profundidad.

Los acuíferos son de tipo libre, que se explotan por medio de norias y pozos, el tipo de agua es dulce, y su uso es generalmente para riego, actividades pecuarias y consumo humano. Con gastos máximos de 80 L/s ^[25].

Uso potencial de las aguas subterráneas

En el uso potencial de acuíferos de acuerdo a la información de la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas, en el estado de Guanajuato el uso es principalmente para consumo humano y de riego.

Con relación a este tema el municipio de Salamanca se ubica en dos zonas de veda la rígida y la elástica, en ambos casos el aprovechamiento de agua se debe de hacer con uso controlado y racional, sujetándose lo establecido en la Ley Nacional de Aguas.

b) Aspectos bióticos

Vegetación

Debido a que el área donde se instalará la planta ULSG se encuentra dentro de las instalaciones de la Refinería, y zona urbana de la Ciudad de Salamanca, éstas no cuentan con asociaciones vegetales nativas representativas del municipio,

como tampoco sitios de cultivo, por lo cual éste factor no será afectado en ninguna etapa por la ejecución del proyecto. Según la visita técnica al sitio ^[34, 35, 36].

Fauna

Considerando que el sitio donde actualmente se localiza la Refinería, y que es una zona urbanizada donde no se encuentran habitando por fauna silvestre o bien de tipo comercial ganadero, éste factor no será afectado en forma alguna. Según la visita técnica al sitio.

Paisaje

La construcción del proyecto como se ha venido mencionando se ubicará al lado Sureste de la Refinería; donde el uso de suelo es industrial por lo que no se tendrá ninguna afectación significativa por la construcción de las plantas sobre el paisaje en ninguno de sus aspectos: visibilidad, calidad paisajista y fragilidad visual de la zona circunadante. Según la visita técnica al sitio.

c) Medio socioeconómico

El municipio de Salamanca se ubica en la ciudad de Salamanca, al norte de Guanajuato y posee una extensión territorial de 2,961.3 km² que representan el 3.7% de la extensión del estado y está integrado por 261 localidades.

La población en Salamanca, según el XII Censo General de Población y Vivienda, para el año 2000 fue de 226 654 habitantes, cifra que representa el 4.86% de la población total del Estado ^[24].

De acuerdo a los resultados que presenta el II Conteo de Población y Vivienda del 2005, en el municipio habitan un total de 363 personas que hablan alguna lengua indígena.

La población total del municipio de Salamanca es de 226,654 habitantes, cifra que representa el 4.86% de la población total del Estado. De la población total del municipio el 47.9% son hombres y el restante 52.1%, mujeres.

Industria

Los principales giros industriales en el municipio se dedican a la elaboración de derivados del petróleo, uniformes deportivos, productos químicos, hielo, óxido de hierro, mezclas de hule y plásticos, vaselina, aceites, oxígenos, nitrógeno, argón, anhídrido carbónico, pinturas, adhesivos, mejoradores de suelos, envases de hojalata, equipos industriales, reactores, pesticidas, sulfato de amonio, urea, refacciones industriales, velas, brillantinas y bióxido de carbono líquido, principalmente.

La industria manufacturera representa una importante fuente de ingresos para Salamanca, entre éstas destacan la alimentaría, la de fabricación de productos no metálicos y metálicos, la maderera, la textil y otras. Fuente: ^[24] INEGI Cuaderno Estadístico Municipal de Salamanca, 2003.

5.3 Diagnóstico ambiental

El área donde se ubicará la Planta ULSG, está caracterizada por una superficie plana, originada por el acarreo de material suelto (aluviones) del cuaternario. El tipo de clima es semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, la temperatura promedio anual es de 19.2°C con una precipitación de 195.3 mm promedio anual registradas. Las granizadas ocurren en la época de mayor precipitación, en tanto que las heladas generalmente suceden en la época de otoño invierno cuando se registra un escaso número de precipitaciones y temperaturas bajas.

Los factores antes mencionados ambientales, no serán afectados, debido a que los trabajos de obra para la construcción de la planta desulfuradora se realizarán en forma local y únicamente en el predio de la Refinería de un área total aproximada de 60 225 m². Es decir los factores clima, geología, topografía y suelo no tendrán alteraciones importantes, esto también considerando que el área se encuentra actualmente impactada por las actividades propias de la Refinería.

De acuerdo a la descripción que se realizó en el presente capítulo la Refinería se encuentra dentro de la provincia X del eje neovolcánico (anteriormente mostrado en la Figura 2), la cual cuenta con las instalaciones adecuadas de drenajes de agua debido a que es un área industrial. Por lo que su estructura, composición fisicoquímica, si se encuentran alteradas actualmente debido la presencia de la Refinería.

En cuanto a la identificación de fallas geológicas en el sitio del proyecto, la Refinería se encuentra en el área sureste de Estado de Guanajuato, atravesada por la Falla de la Ave y Faja de Oro. No obstante en el año 1993 fue afectado el sistema de drenaje de la Refinería, pero éste evento geológico no fue determinante para ocasionar un paro o emergencia en algún proceso, como tampoco afectará a las nuevas instalaciones de la Planta ULSG, debido a que no será construida sobre dichas fallas.

El sitio para la construcción de la Planta ULSG se ubica en la Región hidrológica, donde la corriente superficial de agua más próxima está a 1.0 km de distancia en dirección sureste, llamado Río Lerma, cabe señalar que el suministro de agua potable no proviene de éste, sin embargo es un receptor de aguas residuales tratadas, por lo que si se vera reflejado en el aumento en la contaminación del Río.

El suministro de agua potable a la Refinería, se realiza por el aprovechamiento de pozos de agua de acuíferos subterráneos mediante una concesión dada por CNA,

para esta actividad se destaca que el proyecto se ubica en una zona de veda de agua subterránea por lo que existen restricciones para su uso y explotación, la actual concesión con la que cuenta, le permite un flujo de extracción de 2,761.2 T/h de los cuales consume 1,956.7 T/h.

Por la ubicación del sitio del proyecto dentro de la Refinería la vegetación presente es de tipo secundaria (pasto) y la que rodea al predio no será alterada por ninguna de las actividades que se realicen para la construcción y operación de la Planta ULSG.

Por otro lado, al encontrarse en una zona de tipo urbano y con uso de suelo industrial, en el área de interés no se encuentran especies de flora y fauna sujetos a protección por la NOM-059-2001.

De acuerdo a la cartografía del INEGI disponible a escala 1: 50 000, el uso potencial de suelo circundante a la ciudad de Salamanca es de tipo agrícola y pecuario, y considerando que el proyecto se realizará en el predio actual de la Refinería el uso normal no será afectado de ninguna forma. Con respecto al uso de suelo del sitio de interés se encuentra ubicado en una zona industrial, por lo que tampoco se alterará esta condición.

En cuanto a los aspectos socioeconómicos desde la construcción a la operación y mantenimiento de la Planta ULSG, representará un beneficio en el sentido de generación de empleos y continuará contribuyendo con el desarrollo industrial y económico de la Región de Salamanca, Guanajuato.

Los usos actuales de suelo y vegetación, así como los sistemas de manejo empleados para ello, implican en la mayoría de las veces, modificación de la composición vegetal causando cambios ligeros que alteran la cobertura y distribución vegetal presente, hasta cambios tan severos que impliquen su remoción total o parcial. La identificación de esta condición en el tiempo permite valorar de manera cuantitativa las variaciones en superficie y cualitativamente las pérdidas o ganancias de calidad de los recursos naturales.

Con el propósito de establecer las condiciones ambientales previas al proyecto e identificar los posibles deterioros ambientales con la información obtenida se realizó una estimación de la fragilidad natural.

Al respecto puede decirse que el sitio de interés se encuentra actualmente impactado por las instalaciones, procesos y actividades propios de la Refinería que se encuentra operando desde 1950, la fragilidad del ambiente por la presencia de cobertura vegetal natural es significativa. Pero cabe resaltar que durante la instalación de la Planta se proveerá no contribuir al deterioro y disminución de la calidad del medio ambiente y los recursos naturales de la Región.

5.4 Identificación y descripción de los impactos ambientales

5.4.1 Preparación del Sitio

En la Figura 3 se presenta un diagrama de bloques con las actividades de esta etapa del proyecto y la indicación de las principales emisiones que pueden tener interacción con el medio ambiente y generar impactos ambientales.

1. Administración de personal.
2. Excavación para cimentación e instalaciones subterráneas.
3. Acondicionamiento de áreas para maniobras, talleres y almacenes.
4. Obras provisionales.
5. Uso de maquinaria, equipo y vehículos.

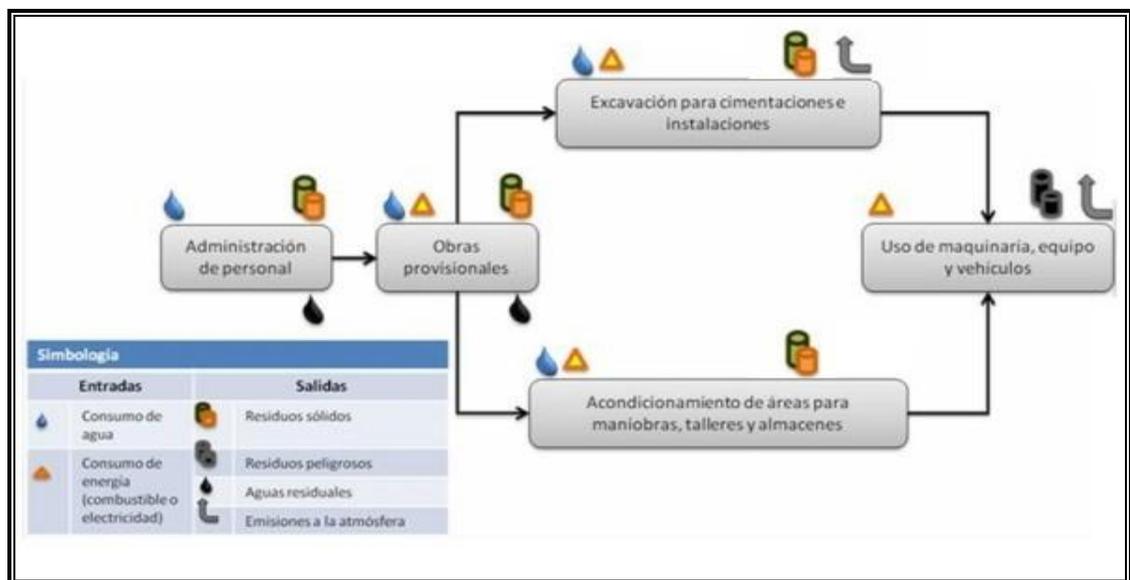


Figura 3. Etapa de preparación del sitio.

1. Administración de personal. Para el desarrollo de las actividades en sitio, se contratará al personal necesario, el cual podrá ser local preferentemente.

SOCIO-ECONOMIA: Impactos benéficos por la generación de oportunidades de trabajo, debido a la derrama económica por sueldos y salarios, el desarrollo de actividades comerciales de baja escala tales como hospedaje, renta de habitaciones, oferta de alimentos, servicios de transporte, servicios de recreación,

entre otros, beneficios en el incremento del mercado de productos y actividades productivas locales, y mejora en la calidad de vida

SUELO: Se identifica un impacto negativo, por la generación de residuos del personal, se prevé un impacto a la calidad del suelo debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado (tirar bolsas, botellas, papeles, objetos de uso común, etc.).

AGUA: También se identifica impacto negativo, por la generación de residuos del personal y por la generación de aguas residuales sanitarias principalmente dependiendo directamente de la calidad del agua descargada.

En cuanto al consumo de agua potable, este solo deberá ser empleado para consumo humano, por lo que no se prevé un impacto adverso altamente significativo en la disponibilidad del recurso agua.

2. Excavación para cimentación e instalaciones subterráneas. Durante estas actividades se prevé la ruptura de concreto en algunas áreas, la excavación y apertura de zanjas, trincheras y perforaciones del suelo, el movimiento de tierras, así como la nivelación y compactación.

AIRE: Afectación potencial a la calidad, por la emisión de polvos durante el movimiento y traslado de materiales de construcción, ruptura de concreto y excavaciones y el suelo.

SUELO: Impacto negativo, mientras se mantengan abiertas las cepas y trincheras para la cimentación, lo que podrá afectar la permeabilidad del mismo. También en este factor queda influenciado con los residuos de excavación que deberán ser dispuestos en áreas externas y no modificar la orografía, patrones de drenaje, permeabilidad y uso de las áreas.

3. Acondicionamiento de áreas para maniobras, talleres y almacenes. Estas actividades consisten en la delimitación, limpieza y nivelación de los espacios asignados para maniobras de construcción, talleres electromecánicos y almacenes temporales para herramientas y equipos para etapa de construcción. El proyecto contempla la colocación de señalización para identificación de áreas y de seguridad en los puntos en donde sea necesario. Las áreas seleccionadas serán espacios actualmente disponibles y libres de vegetación.

AIRE. Debido a la generación y dispersión de polvos y partículas generadas por el movimiento y transporte de suelo y materiales secos de construcción, se identifica un impacto negativo en la calidad del aire y la visibilidad.

SUELO: Por la generación de residuos, se prevé un impacto a la calidad del suelo debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo.

AGUA. Por el consumo de agua para el manejo de materiales de construcción, la preparación de pisos provisionales y demás obras constructivas menores que se deriven de las necesidades primarias, así como el uso de agua potable para consumo humano se prevé un impacto negativo en la disponibilidad del agua.

4. Obras Provisionales. Esta actividad consiste en la instalación y funcionamiento de sanitarios portátiles, oficinas y posible áreas de comedor para el personal en campo. Durante la realización de estas obras y con el funcionamiento de estas instalaciones temporales, se prevén impactos adversos similares pero de menor intensidad a los identificados a la actividad anterior en el aire suelo y agua.

AIRE. Debido a la generación y dispersión de polvos y partículas generadas por el movimiento y transporte de suelo y materiales secos de construcción, se identifica la afectación en la calidad del aire y la visibilidad.

SUELO: Por la generación de residuos, se prevé un impacto a la calidad del suelo debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado de residuos.

AGUA: Por el consumo de agua no potable para el manejo de materiales de construcción, la preparación de pisos provisionales y demás obras constructivas menores que se necesitan en esta etapa. Asimismo, se considera que solo habrá uso de agua potable para consumo humano, cocina-comedor y sanitarios del contratista, por lo que el impacto sobre el recurso agua puede considerarse negativo y de baja significancia en cuanto a la disponibilidad del mismo.

5. Uso de maquinaria, equipos y vehículos. Se considera la operación de unidades de transporte, incluyendo vehículos pesados, así como maquinaria propia de esta etapa del proyecto como excavadoras (manos de chango), grúas, etc. Al respecto se prevé que dichas unidades móviles estarán debidamente verificadas de sus emisiones de gases contaminantes a la atmósfera provenientes de la combustión en motores.

AIRE. Se identifica la modificación potencial de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos, así como por la dispersión de polvos generados durante el transporte de materiales, escombros y residuos en general. Asimismo se prevé la influencia de ruido generado por esta actividad.

SUELO. Se identifica la modificación potencial de la calidad y permeabilidad del suelo debido al tráfico interno de vehículos y sus efectos en las calles existentes y en las áreas de maniobras, así como por los eventuales escurrimientos que tuvieran lugar por residuos líquidos y lixiviados, debidos a prácticas inadecuado de mantenimiento y limpieza de vehículos y máquinas.

5.4.2 Construcción

En esta etapa todas las actividades para la construcción de las instalaciones e incluyendo la planta desulfuradora de gasolina catalítica (ULSG), sus servicios auxiliares y las obras de integración con las instalaciones existentes; es decir, obras nuevas y adecuaciones de instalaciones existentes. Las actividades que se identifican durante la etapa de construcción son:

1. Administración de personal.
2. Obra civil.
3. Obra electromecánica.
4. Obras de Integración.
5. Pruebas de arranque y operación.
6. Uso de maquinaria, equipo y vehículos.
7. Obras y servicios de apoyo.

En la Figura 4 se presenta un diagrama de flujo con las actividades de esta etapa del proyecto y la indicación de las principales emisiones que pueden tener interacción con el medio ambiente y generar impactos ambientales.

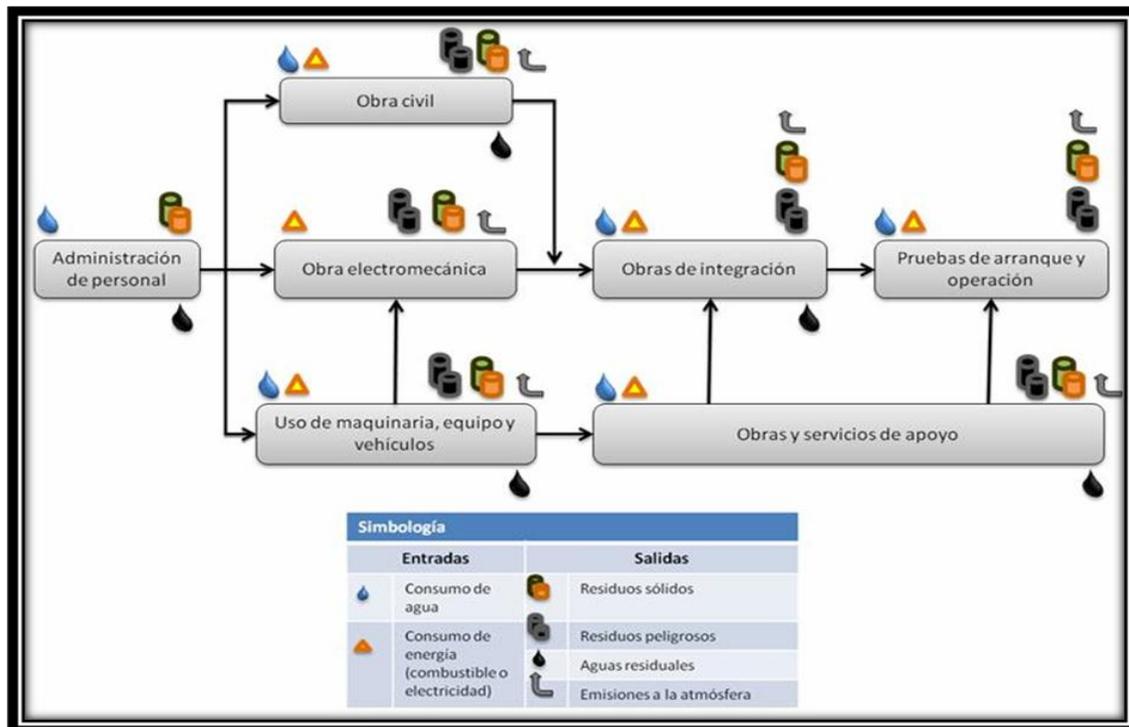


Figura 4. Etapa de construcción y arranque.

En general, el manejo y disposición de los residuos generados en esta etapa es uno de los puntos principales, donde se debe tener mucho cuidado para evitar la contaminación al suelo y aguas subterráneas y crear focos de infección. Entre los principales residuos están los generados por los propios trabajadores (residuos sanitarios) y los remanentes de los materiales de construcción.

Los materiales de construcción pueden crear afectaciones al ambiente si no se almacenan adecuadamente. Por que el material a granel puede deslavarse y afectar el drenaje, así como la calidad del agua por descarga de aguas residuales.

1. Administración de personal. Para el desarrollo de estas actividades, también se contratará al personal necesario y con experiencia; el personal especializado será seleccionado y contratado con base en su formación profesional, perfil y experiencia, y podrá ser personal local o foráneo si cuenta con el perfil requerido.

SOCIO-ECONOMÍA. Se identifica impacto positivo con la generación de oportunidades de trabajo, debido a la derrama económica por sueldos y salarios, el desarrollo de actividades comerciales de baja escala tales como hospedaje, renta de habitaciones, oferta de alimentos, servicios de transporte, servicios de recreación, entre otros, traducido en beneficios para incrementar el mercado de productos y actividades productivas locales, por lo que mejora la calidad de vida.

SUELO: Por la generación de residuos del personal, se prevé un impacto a la calidad del suelo debido al posible riesgo de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado de los mismos.

AGUA:

- Por la generación de aguas residuales sanitarias se impactaría la calidad del componente ambiental agua, en caso de un tratamiento inadecuado de efluentes, o incurrir en incumplimiento de requisitos legales de la calidad en la descarga de agua residual generada. Al respecto, se debe tener en cuenta que se contará con instalaciones de servicios sanitarios portátiles y la red de drenajes separados por cada tipo de descarga de agua residual.

- Por el consumo de agua no potable para el manejo de materiales y realización de obras asociadas a la construcción propias de esta etapa. Se considera que solo habrá uso de agua potable para consumo humano, cocina-comedor y sanitarios del contratista, por lo que el impacto sobre el recurso agua puede considerarse adverso de no significativo en cuanto a la disponibilidad del mismo.

2. Obra civil. Esta actividad incluye la cimentación, levantamiento de estructuras, adecuación de calles (nivelación y pavimentación), construcción de los edificios del cuarto de operadores, el cuarto satélite, la instalación y levantamiento de tuberías, limpieza y pintado de obras e instalaciones. Al respecto, se prevé el manejo de materiales de construcción, el movimiento de tierra dentro y fuera de

las áreas de construcción, el consumo de agua, la ruptura de concreto en algunas áreas, la excavación y nivelación de suelos.

AIRE. Debido a la generación y dispersión de polvos y partículas generadas por el movimiento y transporte de suelo y materiales secos de construcción, se identifica la afectación en la calidad del aire y la visibilidad.

SUELO: Por la generación de residuos, se prevé un impacto a la calidad del suelo debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado de los mismos o de no cumplirse con los requerimientos legales de manejo y disposición de residuos.

AGUA. Por el consumo de agua no potable, para el manejo de materiales de construcción, la preparación de materiales construcción para obras de edificación que se necesitan en esta etapa. Asimismo, se prevé un impacto moderado adverso en la disponibilidad del agua por el consumo necesario de la misma durante esta actividad

Para las actividades siguientes tales como: **3. Obra electromecánica y 4. Obras de integración**, se identifican impactos similares a la actividad de Obra civil sobre los factores ambientales agua, aire y suelo, con la diferencia del tipo de emisiones y cantidades, lo cual será evaluado respectivamente en la Sección 5.6.

5. Pruebas de arranque y operación. Las pruebas que serán realizadas para el arranque y operación de las instalaciones del proyecto, incluyen entre las pruebas de energía eléctrica, pruebas hidrostáticas de tuberías y equipos, y el acondicionamiento de catalizadores. En esta etapa se requerirá el suministro de servicios como energía eléctrica, aire comprimido, agua y sustancias químicas como hidrógeno y gasolinas. Se identifica la interacción en la calidad de aire con las emisiones a la atmósfera por venteo de gases generados durante el acondicionamiento de catalizadores y las pruebas de los equipos, así como durante los paros y arranque de prueba de los equipos.

AIRE: Se identifica un impacto adverso, por las etapas de eliminación de parafinas y lavado de catalizadores debido a su acondicionamiento se generarán venteos de hidrógeno y nitrógeno, principalmente; y en las etapas de reducción y sulfhidración, se generará gas ácido proveniente del procesamiento del hidrocarburo utilizado como material de prueba. En general los venteos se conducirán hacia el absorbedor de aminas y finalmente se enviarán al sistema de gas combustible de la Refinería o al quemador. También se identifica la emisión de gases de combustión durante las pruebas de arranque y operación del calentador de la torre CDHDS del sistema. Estas emisiones ocasionarán impacto en la calidad del aire con los contaminantes que se emitan, se generarán olores de los compuestos azufrados, y se modificará la visibilidad con la emisión de partículas, humos y vapores, asimismo como se prevé la generación de ruido.

SUELO: Se prevé un impacto negativo en la calidad, debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado. Los residuos serán de catalizadores, filtros usados, residuos o partes de chatarra o equipos, envases vacíos de sustancias químicas, entre otros.

AGUA: Se prevé un impacto adverso en la disponibilidad, debido a la generación de aguas amargas, las cuales se enviarán a la Planta de Tratamiento de Aguas Amargas existente de la Refinería; sin embargo, se prevé un impacto potencial negativo sobre la calidad del agua, considerando que el sitio de disposición final es el Río Lerma.

6. Uso de maquinaria, equipo y vehículos. El uso constante de maquinaria pesada y la circulación constante de vehículos, durante esta etapa del proyecto, impactará la calidad del aire ambiente debido a la emisión de ruido y gases de combustión y generación de polvos y partículas.

AIRE: Se identifica la modificación potencial de la calidad, por la emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos, así como por la dispersión de polvos generados durante el transporte de materiales, escombros y residuos en general. Así mismo se prevé la influencia de ruido generado por esta actividad.

SUELO: Se identifica impacto negativo en la calidad y permeabilidad, debido al tráfico interno de vehículos y sus efectos en las calles existentes y en las áreas de maniobras, así como por los eventuales escurrimientos que tuvieran lugar por residuos líquidos y lixiviados, debidos a prácticas inadecuado de mantenimiento y limpieza de vehículos y máquinas.

7. Obras y servicios de apoyo. Esta actividad se refiere al uso y operación de áreas de servicio, almacenes, talleres, patios y servicios auxiliares, durante la etapa de construcción. Los impactos ambientales que se identifican son los siguientes:

AIRE: Debido a la generación y dispersión de polvos y partículas generadas por las actividades y servicios que generan los talleres con maquinaria y equipos tales como tornos, soldadores, cortadoras, trasvase y suministro de sustancias químicas, y materiales en general, se identifica la afectación en la calidad, la visibilidad y se prevé la emisión de ruido.

SUELO: Por la generación de residuos, se prevé un impacto a la calidad, debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado de los mismos. Entre los residuos que se generarán se encuentran materiales de construcción, envases vacíos, entre otros.

AGUA. Por el consumo de agua potable para la provisión de servicios tales como sanitarios, limpieza, mantenimiento, etc, se prevé un impacto negativo de baja significancia en la disponibilidad del recurso agua.

5.4.3 Operación y mantenimiento

La operación de las instalaciones será prácticamente automatizada, por lo que las actividades son mínimas, tal que desde el punto de vista ambiental, en esta etapa del proyecto los impactos ambientales, están más relacionados con las actividades de mantenimiento que con la operación propiamente, ya que las actividades de mantenimiento implican el manejo de sustancias químicas y el transporte de personal, maquinaria o equipo.

Las actividades previstas para esta etapa del proyecto son las siguientes:

1. Administración de personal.
2. Operación y mantenimiento de la Planta ULSG.
3. Operación y mantenimiento de la Regeneradora de amina.
4. Operación y mantenimiento de la Torre de enfriamiento.
5. Operación y mantenimiento del quemador.
6. Operación y mantenimiento de las subestaciones eléctricas.
7. Operación y Mantenimiento de Cuartos de Control.
8. Mantenimiento y limpieza de infraestructura y servicios.

En la Figura 5 se presenta un diagrama de flujo con las actividades de esta etapa del proyecto y la indicación de las principales emisiones que pueden tener interacción con el medio ambiente y generar impactos ambientales.

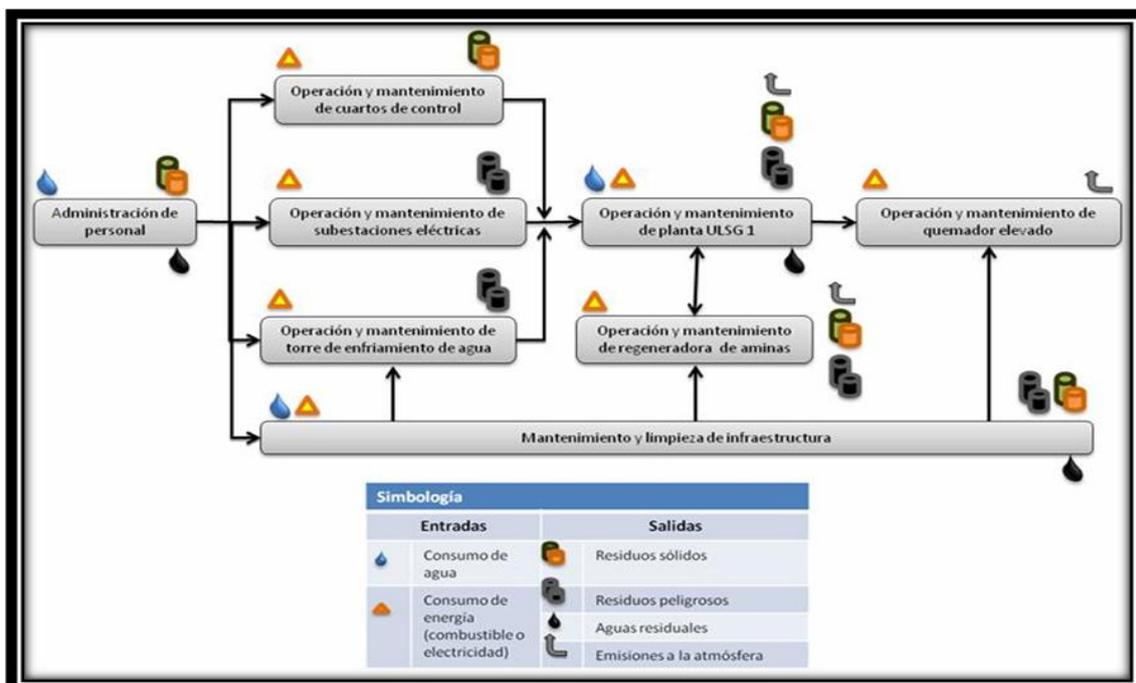


Figura 5. Etapa de operación y mantenimiento.

1. Administración de personal. Durante esta etapa, la cantidad de personal puede ser variable porque para la operación y control se requiere en su mayoría, de personal especializado; y para las actividades de mantenimiento, la cantidad de personal puede ser variable porque pueden contratarse empresas externas que provean de cuadrillas de cantidades variables de personal durante determinados periodos de tiempo.

El personal especializado será seleccionado y contratado con base en su formación profesional, perfil y experiencia. Para el mantenimiento general y el especializado, es común que se requieran servicios de empresas especializadas.

Los impactos ambientales que se identifican en esta etapa es la siguiente:

SOCIECONOMIA: Se identifica impacto benéfico, por la generación de oportunidades de trabajo, debido a la derrama económica por sueldos y salarios, el desarrollo de actividades comerciales en diferente escala tales como hospedaje, renta de habitaciones, compra venta de bienes raíces, oferta de alimentos, servicios de transporte, servicios de recreación, entre otros, con los consecuentes beneficios en el incremento del mercado de productos y actividades productivas locales, así como la mejora en la calidad de vida.

SUELO: Se identifica impactos adversos en la calidad, por la generación, mal manejo y disposición de los residuos sólidos de tipo domiciliario o municipal, las descargas de aguas sanitarias, posibles derrames en la casa de máquinas durante las actividades de mantenimiento

AGUA: Se prevé impacto negativo por la generación de aguas residuales sanitarias, en caso de un tratamiento inadecuado de efluentes. Se debe tener en cuenta que la planta contará con instalaciones de servicios sanitarios y red de drenajes separados para cada tipo de descarga de agua residual. Se prevé un impacto negativo de baja significancia en la disponibilidad, por el uso de agua potable para consumo humano.

2. Operación y mantenimiento de la Planta ULSG. Esta actividad se refiere a la desulfurización de la gasolina catalítica para reducir la concentración de azufre de 200 ppm a 10 ppm e incluye la operación y mantenimiento de las instalaciones correspondientes descritas en la sección 4.3 Operación y Mantenimiento de esta tesis.

Considerando el suministro y consumo de servicios como energía eléctrica, aire comprimido, agua y sustancias químicas como hidrógeno y gasolinas, durante esta etapa. Los impactos que se identifican son los siguientes:

AIRE: Se identifica la interacción en la calidad de aire y los olores debidos a las emisiones a la atmósfera por venteo de gases generados durante el acondicionamiento de catalizadores y las pruebas de los equipos, así como durante los paros y arranque por mantenimiento de los equipos.

En las etapas de eliminación de parafinas y lavado de catalizadores debido al re-acondicionamiento de los mismos, se generarán venteos de hidrógeno y nitrógeno, principalmente; y en las etapas de reducción y sulfhidración, se generará gas ácido proveniente del procesamiento del hidrocarburo utilizado como material de prueba. Estos venteos se conducirán en el absorbedor de aminas y serán enviados al sistema de gas combustible de la Refinería o al quemador. También se prevé la emisión de gases de combustión durante el mantenimiento y operación del calentador de la torre CDHDS como venteos y/o emisiones fugitivas eventuales. Estas emisiones pueden ocasionar impacto en la calidad del aire con los contaminantes que se emitan, se generarán olores de los compuestos azufrados, y se modificará la visibilidad con la emisión de partículas, humos y vapores de calentador de la columna CDHDS. Asimismo como se prevé la generación de ruido de la operación general de bombas y compresores.

SUELO: Por la generación de residuos, se prevé un impacto a la calidad del suelo debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado de los mismos o de no cumplirse con los requerimientos legales de manejo y disposición de residuos. Los residuos que se prevén son residuos de catalizadores, filtros usados, residuos o partes de chatarra o equipos, envases vacíos de sustancias químicas, entre otros. En particular, se identifica la generación de azufre elemental (sólido) que será recuperado de cómo subproducto de las corrientes gaseosas del proyecto, en Plantas Recuperadoras de azufre existentes en la Refinería. Es muy importante destacar que con las condiciones ambientales actuales de la calidad del aire en la zona, es una prioridad ambiental del proyecto que se recupere eficientemente el azufre y que apliquen alternativas viables de su manejo como subproducto.

AGUA: Por el consumo de agua para los sistemas de enfriamiento, se prevé un impacto adverso en la disponibilidad del agua. Adicionalmente, debido a la generación de aguas amargas, se prevé un impacto potencial a la calidad del agua, considerando que el sitio de disposición final es el río Lerma. Para la evaluación del impacto, debe considerarse que las aguas amargas que se generarán serán conducidas a la Planta de Tratamiento de Aguas Amargas existente de la Refinería.

3. Operación y mantenimiento de la Regeneradora de amina. Entre las actividades que aquí se incluyen, la principal se refiere a la eliminación de azufre de la corriente amina rica proveniente de la Planta ULSG para ser recirculada. Los impactos identificados son los siguientes:

AIRE: Se identifica la interacción en la calidad de aire con las emisiones a la atmósfera por venteo, como venteos y/o emisiones fugitivas eventuales de gas ácido. Estas emisiones pueden ocasionar impacto en la calidad del aire con los contaminantes que se emitan, se generarán olores de los compuestos azufrados. Asimismo como se prevé la generación de ruido de la operación general de bombas y compresores.

SUELO: Por la generación de residuos, se prevé un impacto a la calidad del suelo debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado de los mismos o en caso de fugas o derrames. Entre los residuos que se prevén son residuos de catalizadores, filtros usados, residuos o partes de chatarra o equipos, envases vacíos de sustancias químicas, entre otros.

AGUA: El proceso de operación y mantenimiento de las instalaciones de la Regeneradora de aminas, requiere el mínimo consumo de agua, ya que se alimentarán 25 m³/h de solución de MDEA al 40 %, por lo tanto, solo se usará la cantidad necesaria para la preparación de dicha solución, cantidad que será recirculada en proceso continuo, por lo que se puede decir que no generará aguas residuales, donde no se identifican impactos ambientales a agua.

4. Operación y mantenimiento de la Torre de enfriamiento. Enfriamiento de agua para los sistemas de intercambio de calor. El impacto identificado es siguiente:

AGUA: Por el consumo para los sistemas de enfriamiento, se prevé un impacto adverso en la disponibilidad del agua. Para la evaluación del impacto, debe considerarse que el sitio del proyecto se encuentra en una zona de veda para la extracción del acuífero, y el volumen de consumo de agua requerido por el proyecto para esta operación (Autorizado por CNA).

5. Operación y mantenimiento del quemador. Esta actividad se refiere a la operación y mantenimiento del quemador elevado nuevo que será construido para la recepción y quemado de las fugas y/o venteos eventuales que se pueden generar durante el mantenimiento, pruebas y acondicionamiento de equipos, las cuales son actividades normales de esta etapa del proyecto. Asimismo, este quemador está diseñado para operar en caso de emergencia en las instalaciones del proyecto, y se usa solo si se requiere la descarga emergente e inmediata de las diferentes cargas gaseosas del proceso. El impacto identificado es siguiente:

AIRE: Se identifica la interacción en la calidad de aire con las emisiones a la atmósfera por la emisión de los gases de combustión directa de los gases que sean enviados al quemador, incluyendo de manera principal corriente de gas ácido. Estas emisiones ocasionan impacto en la calidad del aire con los contaminantes que se emitan, en particular el H₂S, y también se generarán olores de los compuestos azufrados no oxidados completamente, en caso de que ocurra.

6. Operación y mantenimiento de las subestaciones eléctricas. La operación y mantenimiento de estas instalaciones, dedicadas a la transformación del voltaje de la energía eléctrica recibida de los turbogeneradores.

AIRE: Se identifica la interacción en la calidad de aire con las emisiones a la atmósfera porque entre las actividades se incluye el cambio de gas dieléctrico de hexafluoruro de azufre (SF₆) el cual puede evaporarse fácilmente a la

atmósfera, y aunque se usa en cantidades bajas (menos de 20 litros en transformadores comerciales), es un gas estable, y es considerado no tóxico, también se reconoce su capacidad reactiva en altos niveles atmosféricos con la capa de ozono. Al respecto se identifica un impacto potencial a la calidad del aire.

7. Mantenimiento y limpieza de la infraestructura general y de servicios.

Conforme con las indicaciones de ingeniería, será programado el mantenimiento preventivo de infraestructura e instalaciones de supervisión. Tales actividades pueden ser de diferente orden de magnitud considerado el tiempo de trabajo asignado, el número de trabajadores asignados, así como la cantidad y tipo de emisiones contaminantes que se prevean.

AIRE: Se identifica la interacción en la calidad de aire y los olores debidos a las emisiones a la atmósfera por venteo de gases generados durante el acondicionamiento de catalizadores y las pruebas de los equipos, así como durante los paros y arranque por mantenimiento de los equipos. En las etapas de eliminación de parafinas y lavado de catalizadores debido al re-acondicionamiento de los catalizadores, se generarán venteos de hidrógeno y nitrógeno, principalmente; y en las etapas de reducción y sulfhidración, se generará gas ácido proveniente del procesamiento del hidrocarburo utilizado como material de prueba. Estos venteos se conducirán en el absorbedor de aminas y se enviarán al sistema de gas combustible de la Refinería o al quemador. También se prevé la emisión de gases de combustión durante el mantenimiento y operación del calentador de la torre CDHDS como venteos y/o emisiones fugitivas eventuales. Estas emisiones pueden ocasionar impacto en la calidad del aire con los contaminantes que se emitan, se generarán olores de los compuestos azufrados, y se modificará la visibilidad con la emisión de partículas, humos y vapores de calentador de la columna CDHDS. Asimismo como se prevé la generación de ruido de la operación general de bombas y compresores.

SUELO: Por la generación de residuos, se prevé impacto ambiental a la calidad del suelo debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado de los mismos o de no cumplirse con los requerimientos legales de manejo y disposición de residuos. Los residuos que se prevén son residuos de catalizadores, filtros usados, residuos o partes de chatarra o equipos, envases vacíos de sustancias químicas, remanentes de sustancias químicas utilizadas, residuos de limpieza, materiales y refacciones desechadas, entre otros.

Entre estas actividades se incluye lo relacionado con el control de plagas o fauna urbana nociva, con el uso de plaguicidas o químicos tóxicos autorizados para el control de la proliferación de dichos organismos indeseables, nocivos a la salud pública, a la ecología de la zona y/o a la operación y uso de las instalaciones.

AGUA: Por el consumo de agua para la limpieza de las áreas se prevé un impacto adverso en la disponibilidad del agua.

5.4.4 Abandono del sitio

Con base en la vida útil estimada del proyecto, se prevé que la etapa de abandono de sitio tendrá lugar después de 20 años o más, una vez iniciada la operación, según el mantenimiento que se proporcione a las instalaciones. Posiblemente para ese momento la legislación ambiental tenga requerimientos específicos; sin embargo para este momento se prevé que se realice la renovación tecnológica necesaria para extender el periodo de operación de las instalaciones. Otra opción para esta actividad sería el desmantelamiento de las instalaciones y el posible aprovechamiento de la tubería en instalaciones que así lo permitan. El manejo de residuos que puedan generarse en cualquier actividad durante esta etapa del Proyecto, se realizará conforme con la legislación ambiental aplicable.

Las actividades previstas para esta etapa del proyecto son las siguientes:

1. Administración de personal.
2. Desmantelamiento de instalaciones.
3. Uso de maquinaria, equipo y vehículos.
4. Disposición de materiales y residuos.

En la Figura 6 se presenta un diagrama de flujo con las actividades de esta etapa del proyecto y la indicación de las principales emisiones que pueden tener interacción con el medio ambiente y generar impactos ambientales.

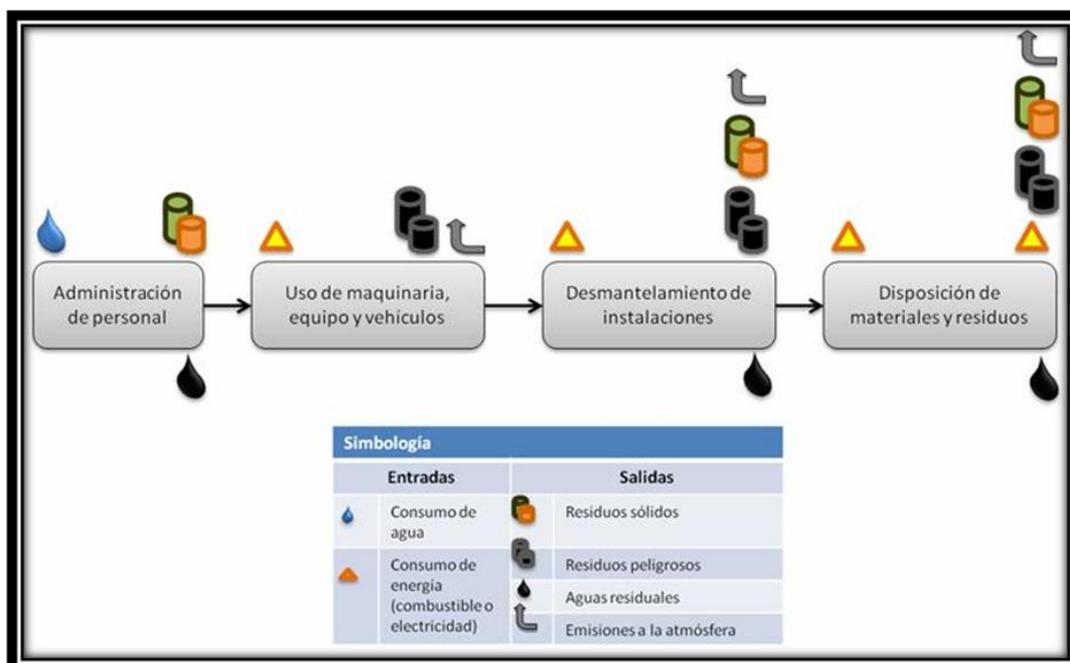


Figura 6. Etapa de abandono de sitio

1. Administración de personal. Para el desarrollo de estas actividades, también se contratará al personal necesario y con experiencia; el personal especializado será seleccionado y contratado con base en su formación

profesional, perfil y experiencia. El personal especializado será seleccionado y contratado con base en su formación profesional, perfil y experiencia, y podrá ser personal local o foráneo si es conforme con el perfil requerido. Al igual que en la etapa de preparación del sitio, en esta actividad se identifican los siguientes impactos:

SOCIO-ECONOMIA: Se identifica impacto benéfico en la socio-economía por la generación de oportunidades de trabajo para el personal que participaría en esta actividad, se considera la derrama económica por sueldos y salarios. Asimismo deberá considerarse un posible impacto adverso por la rescisión de contratos de trabajadores de operación y mantenimiento de las instalaciones a desmantelar.

SUELO: Por la generación de residuos del personal, se prevé un impacto adverso a la calidad del suelo debido al riesgo potencial de contaminación de suelo y subsuelo en caso de un manejo inadecuado de los mismos o de no cumplirse con los requerimientos legales de manejo y disposición de residuos, pero al mismo tiempo deberá evaluarse la posibilidad de un impacto positivo debida a la obligación legal vigente de caracterizar el estado ambiental del suelo y subsuelo con base en la norma NOM-138 SEMARNAT-SS-2003, para obtener la autorización para implantar un Programa de Desmantelamiento.

AGUA:

- Por la generación de aguas residuales sanitarias se impactaría la calidad del componente ambiental agua, en caso de un tratamiento inadecuado de efluentes, o incurrir en incumplimiento de requisitos legales de la calidad del agua residual de descarga. Al respecto se debe tener en cuenta que se contará con instalaciones de servicios sanitarios provisionales.
- Por el consumo de agua potable por parte del personal, se prevé un impacto negativo de baja significancia en la disponibilidad actual del recurso agua.

2. Desmantelamiento de instalaciones. Se asume que la actividad de desmantelamiento de las unidades y componentes de limpieza, incluirá la generación de residuos, chatarra, equipos, envases vacíos, entre otros, por lo que se identifica impacto adverso en el suelo por la generación de residuos y en su caso si se hace un mal manejo de ellos.

3. Uso de maquinaria, equipo y vehículos. Se considera la operación de unidades de transporte, incluyendo vehículos pesados, así como maquinaria propia de esta etapa del proyecto como excavadoras (manos de chango), grúas, etc. Al respecto se prevé que dicha unidades móviles estarán debidamente verificadas de sus emisiones de gases contaminantes a la atmósfera provenientes de la combustión en motores. Se identifican los impactos adversos siguientes:

AIRE: Se identifica la modificación potencial de la calidad de este factor, por la emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos, así como por la dispersión de polvos generados durante el transporte de materiales, escombros

y residuos en general. Asimismo se prevé la influencia de ruido generado por esta actividad.

SUELO: Se identifica la modificación potencial de la calidad y permeabilidad del suelo debido al tráfico interno de vehículos y sus efectos en las calles existentes y en las áreas de maniobras, así como por los eventuales escurrimientos que tuvieran lugar por residuos líquidos y lixiviados, debidos a prácticas inadecuado de mantenimiento y limpieza de vehículos y máquinas.

4. Disposición de materiales y residuos. Manejo y disposición final de los materiales y residuos generados durante el desmantelamiento, está directamente relacionado con las actividades descritas para esta etapa del proyecto, por lo tanto los impactos ambientales identificados son los siguientes:

SUELO: Por los residuos resultantes de esta etapa y la necesidad de sitios e infraestructura para su disposición final, los cuales estarán compuestos de los residuos sanitarios de los trabajadores, así como de los residuos de los equipos y materiales de construcción.

5.5 Matriz de impactos

El Método de Leopold fue desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de Estados Unidos, el cual resultó útil en proyectos de construcción de obras. Donde se desarrolla una matriz con el objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo que contienen “actividades del proyecto” y “factores ambientales” susceptibles de verse modificados por el proyecto ^[38]. Es un método de identificación que puede ser usado como método resumen para la comunicación de resultados.

La metodología seleccionada consiste en una matriz del tipo “Leopold” modificada, en donde la información contenida en los renglones de la matriz se adecua para hacerla acorde a las condiciones ambientales del sitio del proyecto, marcando una sección particular para cada una de las etapas de desarrollo, es decir, preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento. Posteriormente se incorpora una lista de actividades asignadas a cada etapa del proyecto.

Después, en la primera columna se ponen los Factores Ambientales susceptibles de ser modificados, correspondientes a cada componente ambiental (aire, suelo, agua, paisaje y socio-economía).

En la Matriz I se interrelacionan los factores ambientales, susceptibles de ser impactados positiva o negativamente por las actividades realizadas en el área del proyecto. Para poder cuantificar dichos factores se asigna un valor numérico (Impacto Negativo=-1 o Impacto Positivo=+1). Con base en la descripción presentada en el capítulo 5.4 Identificación y descripción de los impactos ambientales, se asignaron los valores que muestra la Matriz I.

En la Matriz II de acuerdo a los criterios asignados en la sección 3.2 Criterios de evaluación de impactos, de la Tabla 4, donde se dieron valores a la Duración (D), Extensión (Ex) y Efecto (Ef), por medio de la sumatoria de los mismos es posible medir la magnitud del impacto, por ejemplo:

La visibilidad del aire tendrá un impacto negativo de duración temporal (=1), extensión local (=2) y efecto indirecto (=1).

Por lo tanto:

$$\Sigma = D + Ex + Ef$$

$$MI = 1 + 2 + 1 = 4$$

donde MI es la magnitud de impacto, por lo que será de baja magnitud, duración temporal, extensión local y de efecto indirecto durante la preparación del sitio, por el uso de maquinaria, equipo y vehículos, de acuerdo a la Tabla 5

Rango de magnitud de impacto ambiental presentada en el Capítulo 3 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL sección 3.2.1 Magnitud de Impacto.

Entonces con los valores obtenidos anteriormente en la Matriz II, se elabora la Matriz III, donde se calcula la Relevancia y/o Significancia con la siguiente fórmula:

$$\text{Relevancia o Significancia del Impacto} = \frac{IFA * MI}{9}$$

Donde:

IFA= es la importancia del factor ambiental, valores asignados en Tabla 8 de la sección 3.2.2 Importancia de los factores ambientales, capítulo 3 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

MI= es la magnitud de impacto, valor obtenido en la Matriz II.

Continuando con el ejemplo anterior, la visibilidad del aire no será afectada significativamente, durante el uso de maquinaria, equipos y vehículos. Dado que:

$$\text{Relevancia o Significancia del Impacto} = \frac{3 * 4}{9} = 1.3$$

Entonces su relevancia de impacto es no significativa.

Se puede decir que lo mismo sucede en las casillas de cada Matriz.

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca

<p>MATRIZ III. RELEVANCIA Y/O SIGNIFICANCIA DE IMPACTO</p>			Preparación de sitio					Construcción							Operación y mantenimiento							Abandono de sitio				
			Administración de personal	Excavación p/cimentación e instalaciones subterráneas	Acondicionamiento de áreas para maniobras, talleres y almacenes	Obras provisionales	Uso de maquinaria, equipo y vehículos	Administración de personal	Obra civil	Obra electromecánica	Obras de integración	Pruebas de arranque y operación	Uso de maquinaria, equipo y vehículos	Obras y servicios de apoyo	Administración de personal	Operación y mantenimiento de la Planta ULSG	Operación y mantenimiento de la Regeneradora de amina	Operación y mantenimiento de la torre de enfriamiento	Operación y mantenimiento del quemador	Operación y mantenimiento de las subestaciones eléctricas	Mantenimiento y limpieza de infraestructura y servicios	Administración de personal	Desmantelamiento de instalaciones	Uso de maquinaria, equipo y vehículos	Disposición de materiales y residuos	
Componente Ambiental	Factor Ambiental	IFA	Impacto																							
Aire	Calidad	9	0	5.0	5.0	5.0	5.0	0	0	0	0	6.0	6.0	0	0	8.0	8.0	0	8.0	6.0	8.0	0	0	5.0	0	
	Olor	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0	0	0	0	5.3	5.3	0	5.3	0	0	0	0	0	0	
	Visibilidad	3	0	1.0	0	0	1.3	0	1.0	1.0	1.3	1.3	0	0	0	2.3	0	0	2.3	0	0	0	0	1.3	0	
	Ruido	4	0	0	0	0	1.8	0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0	2.7	2.7	0	0	0	2.7	0	0	1.8	0	
Suelo	Calidad	4	1.3	1.8	1.8	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.6	3.1	3.1	0	0	0	3.6	1.8	0	1.8	2.7		
	Permeabilidad	4	0	1.3	0	0	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0		
Agua	Calidad	9	5.0	0	0	0	0	5.0	0	0	0	5.0	0	0	6.0	8.0	0	0	0	0	0	9.0	0	0	0	
	Uso	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.7	0	0	
	Disponibilidad	9	4.0	0	4.0	4.0	0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0	4.0	6.0	0	0	7.0	0	0	7.0	6.0	7.0	0	0	
Paisaje	Paisaje	9	0	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.0	0	0	0	8.0	0	8.0	
Socio-Economía	Economía regional	5	0	0	0	0	0	3.9	0	0	0	0	0	0	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Economía local	5	3.3	0	3.3	0	0	3.3	0	0	0	0	0	0	4.4	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0	
	Generación de infraestructura y servicios públicos	5	0	0	0	0	0	2.8	0	0	0	0	0	0	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Significancia del Impacto				
No significativo	Importante	Muy Importante		
1	4	5	7	8
				9

5.6 Evaluación de los impactos ambientales

Con base en los indicadores y la identificación de los impactos ambientales, se aplica la metodología descrita en la sección 3. Evaluación de Impacto Ambiental.

La duración de los impactos en las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio, son de carácter temporal porque el periodo de ejecución es corto respecto al periodo de vida útil del proyecto (25 años). Asimismo, siendo la etapa de operación y mantenimiento la de mayor plazo del proyecto, la duración de los impactos que se generen en la misma es evaluada como permanente.

La extensión de efecto o alcance del impacto se aplica en forma directa y específica para cada tipo de emisión; por ejemplo: las emisiones a la atmósfera por ser susceptibles de dispersión o concentración, pueden generar impactos de alcance regional o local. Cuando es posible argumentar la cantidad de carga o flujo relativo de la emisión gaseosa, entonces puede evaluarse la diferenciación entre un impacto de alcance puntual o local.

Para evaluar el tipo de efecto o forma de incidencia del impacto sobre el factor ambiental analizado; de esta manera, los impactos al aire son directos y se evalúan como sinérgicos en el caso de la calidad del aire cuando se adicionan compuestos óxidos de azufre, porque ya existe un estado actual de alta concentración de este contaminante en la zona, tal que el efecto del impacto se adiciona al existente.

A continuación se presenta la evaluación de los impactos ambientales identificados por cada componente ambiental del sistema de estudio.

A. Aire

Como se ha identificado previamente, la calidad del aire es el factor ambiental más sensible en el sistema de estudio debido a la problemática actual regional en la zona por las altas concentraciones de SO₂ en la atmósfera; por ello, el análisis para la aplicación de los criterios de evaluación de impactos al aire ha considerado la estimación de las emisiones actuales de la Refinería y las condiciones adicionales que tendrá el proyecto.

Todos los factores ambientales del aire analizados: calidad, olor, visibilidad y ruido, reciben impactos por emisión y dispersión de humos, polvos y vapores.

En particular, los impactos al aire durante las etapas de preparación del sitio y construcción se refieren a la afectación de la visibilidad y generación de ruido. Las emisiones de humos y polvos pueden ser de cantidades considerables en estas actividades pero la duración es temporal, la extensión del efecto es local o puntual, con efecto directo dentro de las áreas de obra, dentro de la Refinería, por lo que los impactos resultan de baja magnitud.

Los impactos a la atmósfera generados en la etapa de operación y mantenimiento inciden directamente en la calidad de aire durante todo el tiempo de vida útil del proyecto (25 años), por lo que se les evalúa como impacto de duración permanente. Las emisiones provenientes de los equipos de proceso y servicios contribuirán con diferentes cargas de contaminantes a la atmósfera, siendo particularmente importante la presencia de compuestos de azufre, los cuales al adicionarse a las concentraciones existentes en la zona, ocasionarán impacto de efecto sinérgico. Considerando que las fuentes de emisión, tales como el quemador elevado, son instalaciones industriales con condiciones físicas y de operación que favorecen la dispersión de emisiones, se evalúa que los impactos tendrán una extensión de alcance regional. En caso de baja dispersión de contaminantes; condiciones climáticas no favorables, por ejemplo, los impactos tendrán un efecto de alcance local, pero con el riesgo de mayor afectación sinérgica. Los impactos a la calidad del aire en esta etapa del proyecto requieren de medidas de mitigación para no resultar significativos porque califican con magnitud alta a partir de su extensión, duración y efecto, e inciden en el factor ambiental más importante del sistema de estudio.

Casi el 50 % de los impactos adversos que se identifican en la matriz, corresponden a impactos al aire, los cuales inciden directamente en la calidad del aire y se presentan en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

B. Agua

Los impactos que se generarán en el agua afectarán principalmente la capacidad del acuífero contribuyendo a la reducción de la disponibilidad de agua en la actual zona de veda. Estos impactos se identifican en todas las etapas del proyecto con duración temporal, excepto en la etapa de operación y mantenimiento.

La extensión de estos impactos se evalúa como puntuales porque están limitados al acuífero de explotación, y de efecto directo porque el consumo de agua es bajo, prácticamente exclusivo para el personal y mantenimiento general de las instalaciones, ya que el proceso no requiere del consumo prioritario de agua. En particular, se evaluó la operación y mantenimiento de la torre de enfriamiento de agua que se instalará para servicio de intercambiadores de calor, se identificó que es la instalación que generaría el impacto ambiental más importante del proyecto en el agua, y se le asignó una evaluación de efecto sinérgico al contribuir con la extracción actual del agua del acuífero.

En relación con la calidad del agua, las aguas residuales que se generarán en las diferentes etapas del proyecto son principalmente aguas sanitarias. Las aguas de proceso (aguas amargas) se generarán en una proporción de 15 m³/h, aunque cabe mencionar que dicha cantidad será recirculada en el proceso continuo, ya que en ninguna operación del proceso se agrega o produce agua. Además, todas las descargas de aguas residuales (sanitarias y proceso) serán conducidas en drenajes separados a sistemas de tratamiento específico antes de su descarga a cuerpo receptor.

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca

En este escenario, los impactos en la calidad del agua resultan de baja magnitud debido a que se circunscriben en una extensión local al ser descargados a un cuerpo receptor, pero de efecto indirecto porque la descarga es previamente tratada.

En relación con el uso del agua, éste prácticamente se mantiene conforme las condiciones actuales de la zona. En la etapa de abandono de sitio, con el cierre y desmantelamiento de las instalaciones se asume que se tendrá la disponibilidad del agua que utilice el proyecto, para que entonces pueda ser utilizado en cualquier otra actividad productiva, consumo humano, o aprovechamiento para recarga del acuífero; es decir, un efecto benéfico equivalente al escenario de no proyecto.

En resumen, aun cuando el agua es un factor ambiental importante en el sistema de estudio, los impactos identificados en la calidad, uso y disponibilidad, resultan importantes pero no significativos porque sus efectos son temporales, de alcance local, y de incidencia indirecta sobre el acuífero actualmente explotado.

C. Suelo

Los impactos en el suelo pueden ser claramente diferenciados en los dos factores que fueron analizados:

a) Permeabilidad. Los impactos ocasionados por las obras de preparación del sitio y la construcción, cuando las excavaciones y levantamiento de estructuras modifican temporalmente la configuración de la superficie y los patrones de drenaje existentes con incidencia directa en la permeabilidad del suelo. Estos impactos se evalúan con extensión puntual debido a que las acciones se ejecutan exclusivamente en las áreas asignadas para el proyecto, los efectos son de duración temporal porque sólo el impacto se genera durante las etapas indicadas, y tienen un efecto directo sobre la permeabilidad del suelo. De esta manera, los impactos resultan de magnitud media y no significativos.

b) Calidad de suelo, este factor ambiental puede ser impactado por la generación y manejo de residuos en las diferentes etapas del proyecto. La magnitud de los impactos dependen de la cantidad y tipo de residuos, pero principalmente de las prácticas de manejo que se apliquen. Todas las etapas del proyecto tienen generación de residuos sólidos no peligrosos, pero por las grandes cantidades se prevé que en la etapa de construcción se generen altos volúmenes de residuos de manejo especial. En la etapa de operación y mantenimiento es generará la mayor cantidad de residuos peligrosos. Las condiciones de peligrosidad de los residuos pueden determinar que los impactos relacionados con su manejo sean considerados como de extensión regional, debido a que es necesario ubicar sitios autorizados para tratamiento y/o disposición final fuera de la zona de estudio. Los impactos relacionados por el manejo de residuos de manejo especial, son evaluados con efecto de extensión local considerando la posibilidad de disposición, reuso o reciclaje

dentro de la zona de estudio. El efecto del impacto al suelo en todos los casos se considera indirecto, con base en que los sitios de disposición final serán lugares e instalaciones autorizadas en cumplimiento con la legislación aplicable. De esta manera, los impactos al suelo por la generación de residuos, resultan importantes en todas las etapas del proyecto.

D. Paisaje

En relación al tipo de paisaje, no se prevé un cambio de las condiciones actuales. El escenario se mantendrá conformado de instalaciones industriales petroleras; por lo tanto, el presente proyecto no influirá en el impacto residual existente en el paisaje, el cual ya es local y no mitigable.

De forma positiva, se identifican beneficios en el paisaje en la etapa de abandono de sitio, considerando el desmantelamiento y eliminación de las instalaciones del proyecto, y la restitución posible del sitio a condiciones naturales.

E. Socio-economía

Este factor ambiental es influenciado positivamente en todas las etapas del proyecto. La magnitud de los impactos en sus tres factores evaluados: economía regional, local y generación de infraestructura y servicios públicos es favorecida principalmente por generar efectos directos y sinérgicos y de extensión local, con lo cual se beneficia a la comunidad del municipio de Salamanca.

Las etapas de construcción y operación sobresalen en la magnitud de los impactos en este factor ambiental debido al número de personal que puede ser contratado, y los efectos directos y sinérgicos en la economía local. En particular se tiene en cuenta que, de acuerdo con el programa del proyecto, la mayor duración de los impactos es durante la etapa de operación y mantenimiento.

F. Impactos ambientales en emergencias

Los impactos potenciales que se prevén, relativos a situaciones de emergencia y que pueden afectar a cualquier componente ambiental, pueden derivarse principalmente de incendios de gasolina o fugas de nafta o gasolina.

Debe tenerse presente que la probabilidad de que se lleve este tipo de eventos es baja, y se encuentra ligada principalmente a las condiciones derivadas del mantenimiento de las líneas y de las condiciones de corrosión de las mismas.

5.7 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

La factibilidad de las medidas preventivas propuestas está basada en criterios generales de diseño del proyecto y el proceso que incluso pueden ya haber sido consideradas, pero también podrían estar supeditadas a condiciones operativas que puedan incluso evitar su implantación, por lo tanto se pretende resaltar su importancia en la factibilidad ambiental el proyecto en materia de impacto ambiental.

La descripción de cada una de las medidas de mitigación, consideradas viables económica y técnicamente incluye explicaciones de su mecanismo, la forma en que se evaluará la eficiencia, la duración estimada de las obras y actividades de mitigación y la etapa en la que se implementarán, así como las especificaciones de operación y mantenimiento en caso de que la medida implique el empleo de equipo o la construcción de obras, además en algunos casos será sugerida la norma que aplique según el caso que trate.

A. Aire

Componente Ambiental:	Aire.
Factores Ambientales:	Calidad del aire
Impacto ambiental:	Concentración de contaminantes.
Etapas del Proyecto:	Pruebas de arranque, Operación y Mantenimiento.
<p>A partir de las operaciones actuales de la Refinería se identifica que las emisiones a la atmósfera con las que actualmente contribuye la Refinería en la calidad de aire de Salamanca dependen de forma importante de la eficiencia de recuperación de azufre en las Plantas Recuperadoras de Azufre actualmente existentes.</p> <p>En el escenario con el proyecto de la Planta ULSG a la Refinería, se identifica la adición de la emisión de gases con contenido de SOx.</p> <p>La principal medida de mitigación es la operación efectiva de las Plantas Recuperadoras de Azufre, estas instalaciones deberán trabajar con eficiencias de operación cercanas o mayores al 90 % y en cumplimiento con la NOM-148-SEMARNAT-2006.</p>	

Componente Ambiental:	Aire.
Factores Ambientales:	Olor, Visibilidad y Ruido.
Impacto ambiental:	Emisiones perceptibles y molestas de olores, humos y polvos, afectación en la percepción visual, y altos niveles sonoros
Etapas del Proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, y Abandono de sitio.
<p>Medidas preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dar mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos. • Identificación de fuentes de ruido. • Monitoreo periódico de ruido. • Cumplir con lo establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994 sobre límites máximos permisibles de emisión de ruido perimetral, con monitoreos de niveles sonoros considerando fuentes fijas de emisión y su radio de influencia. • Programar que se realicen las actividades con potencial generación de ruido, en horarios de baja susceptibilidad a la molestia. 	

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca

Componente Ambiental:	Aire.
Factores Ambientales:	Olor, Visibilidad y Ruido.
Impacto ambiental:	Emisiones perceptibles y molestas de olores, humos y polvos, afectación en la percepción visual, y altos niveles sonoros
Etapas del Proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, y Abandono de sitio.
<p>Medidas de mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para mitigar la dispersión de partículas o polvo durante el transporte, la carga y descarga de materiales y suelo, el transporte de los materiales de construcción se realizará en camiones cubiertos con lona y en caso de ser necesario, humedecer parcialmente los materiales para evitar la dispersión de polvos y partículas. • Asimismo, cuando se detecte que las obras de construcción provocan molestias en el personal, por la dispersión de polvos, se llevarán a cabo actividades de riego en las áreas de trabajo, con el fin de evitar dicha dispersión. • Las emisiones de gases de combustión provenientes de la maquinaria y vehículos que operen durante la preparación del sitio y construcción, serán mitigadas mediante el cumplimiento con la verificación de emisiones de todas las unidades de transporte conforme con la NOM-041-SEMARNAT-2006. • Atención inmediata de quejas en caso de que se presentaran. • Uso de equipo de seguridad personal adecuado para los trabajadores expuestos (NOM-011-STPS-2001 y NOM-017-STPS-2001). • No quemar, dentro del predio, ningún tipo de residuos durante el proyecto. 	

B. Agua

Componente Ambiental:	Agua.
Factores Ambientales:	Calidad y disponibilidad del agua.
Impacto ambiental:	Concentración de contaminantes y extracción de agua del acuífero.
Etapas del Proyecto:	Pruebas de arranque, Operación y Mantenimiento.
<p>Medidas preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La construcción de las instalaciones deberá cumplir con las especificaciones de la ingeniería conceptual propuesta por el proyecto, dando un adecuado uso del agua (NOM-127-SSA-2001 Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento) y minimizando la generación de aguas residuales: • Drenajes separados para los diferentes tipos de descargas de aguas residuales (NRF-140-PEMEX-2005-Establece requisitos técnicos que deben cumplir los servicios de diseño o construcción de los sistemas de drenajes que se utilizan en instalaciones industriales). • Todas las descargas de aguas residuales serán tratadas en los sistemas de tratamiento existentes en la Refinería, con la finalidad de que la calidad del agua tratada cumpla con la indicada en la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos en descarga de aguas y bienes nacionales. • El diseño de las instalaciones integra la optimización de intercambio de energía e incluye la recirculación y aprovechamiento térmico de las corrientes de proceso, de tal manera que el consumo de agua de enfriamiento es considerado óptimo. • Las aguas amargas generadas en proceso estarán conducidas en instalaciones bien identificadas, consistentes en líneas, bombas y tanques acumuladores que serán interconectados hacia dos de las Plantas de tratamiento de aguas amargas de la Refinería. <p>Medidas de mitigación:</p>	

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca

Componente Ambiental:	Agua.
Factores Ambientales:	Calidad y disponibilidad del agua.
Impacto ambiental:	Concentración de contaminantes y extracción de agua del acuífero.
Etapas del Proyecto:	Pruebas de arranque, Operación y Mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar de manera racional el agua para uso humano. • Para evitar el vertido de residuos de gasolinas y aceites, o cualquier otro tipo de residuos líquidos en el drenaje municipal, no habrá conexión con éste. • Implantar un plan de contingencia ambiental y accidentes para evitar la contaminación por derrames accidentales de gasolinas, mezclas oleosas, aguas con aceites, grasas y otros contaminantes. 	

C. Suelo

Componente Ambiental:	Suelo
Factores Ambientales:	Calidad de suelo y permeabilidad.
Impacto ambiental:	Concentración de contaminantes y cobertura permanente con concreto
Etapas del Proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono de sitio.
<p>Medidas preventivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El mantenimiento preventivo de la subestación eléctrica deberá estar debidamente programado, y será realizado por una empresa de servicio calificada. El manejo de insumos que requiera y residuos que se generen serán debidamente documentados en procedimientos de los registros que genere el manejo de sustancias químicas y residuos; y serán guardadas en las oficinas para documentar el debido cumplimiento conforme con la legislación aplicable. • Los programas de mantenimiento preventivo y correctivo pueden incluir verificación, limpieza, pintura, lubricación y ajustes, entre otras actividades que contribuyan a dar la mayor seguridad, eficiencia en funcionamiento y buena presentación a las instalaciones, tanto a estructuras como a equipos. • Los materiales e insumos que sean necesarios para el mantenimiento general de las instalaciones eléctricas y de la maquinaria en general, en particular aditivos como anticorrosivos, refrigerantes, lubricantes, aislantes, etc., serán manejados en cantidades seguras y por personal capacitado para su debido uso y aplicación. • Se definirán las cantidades mínimas de sustancias químicas y en envases debidamente identificados, acomodados en áreas específicamente asignadas dentro de un gabinete o almacén cerrado y considerando las medidas de seguridad necesarias respecto a la incompatibilidad química (NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos). <p>Medidas de mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durante la preparación del sitio y la construcción, se contará con letrinas móviles para uso de los trabajadores que laboren en las obras. Conforme con la normatividad ambiental aplicable, los desechos serán dispuestos en sitios autorizados por las autoridades municipales. <p>En todas las etapas del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará mantenimiento preventivo y correctivo de caminos y accesos. • Se generarán diferentes tipos de residuos, los cuales deben ser manejados en forma adecuada conforme con la NOM-053-SEMARNAT-1993 (Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente), de tal manera que sean debidamente clasificados, separados, envasados, etiquetados, almacenados, transportados y dispuestos, incluso se contratará empresas autorizadas para el manejo de residuos 	

“Evaluación de los Impactos Ambientales ocasionados por la Instalación de una Planta Desulfuradora de Gasolina en Salamanca

Componente Ambiental:	Suelo
Factores Ambientales:	Calidad de suelo y permeabilidad.
Impacto ambiental:	Concentración de contaminantes y cobertura permanente con concreto
Etapas del Proyecto:	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento y Abandono de sitio.

conforme se requerirá.

- Los residuos sólidos domésticos se depositarán en contenedores provistos de tapa, los cuales se ubicarán en forma visible y estratégica en áreas de generación para su disposición en los sitios que señale la autoridad local competente.
- Los residuos susceptibles de reutilizarse tales como: papel, madera, vidrios, metales en general y plásticos, se separarán y enviarán a empresas que los aprovechen o depositarse donde la autoridad competente lo autorice.
- Se evitarán derrames en el suelo, o en cuerpos de agua presentes en la zona, de residuos de grasas, aceites, solventes y sustancias peligrosas que se lleguen a generar en las diferentes etapas de construcción de la obra. Estos residuos se manejarán conforme con lo establecido en la legislación y normatividad ambiental aplicable.
- Se seguirán los procedimientos del sistema de administración ambiental y seguridad de la Refinería relativos al manejo seguro de los residuos, y del almacén de los residuos peligrosos.
- Se deberá contar con un plan de contingencia en caso de derrame para la limpieza del área que pueda resultar afecta, una vez abandonadas las instalaciones.

Durante las pruebas de arranque y en mantenimiento:

- Se tendrá previstos procedimientos para residuos de manejo especial el cual deberá incluir la desactivación e inertización de catalizadores y el volumen de residuos peligrosos que se generen.

D. Socio-economía

Los impactos ambientales sobre este componente ambiental son positivos prácticamente en todas las etapas del proyecto, por lo que no aplica la definición de medidas preventivas o de mitigación.

E. Impactos residuales

Considerando que el impacto residual es aquel efecto que permanece en el ambiente, aún después de implantar las medidas de mitigación, los impactos residuales identificados en este proyecto son los siguientes:

Impacto residual en el suelo y paisaje en donde ya existen afectaciones previas generadas por las instalaciones de la Refinería en el sitio del proyecto, más la adición de los residuos líquidos generados por la sección del Proceso ULSG y Sistema de Regeneración de aminas, en caso de fugas y derrames de residuos generados durante el proceso.

Impacto residual en la calidad del aire por la alta concentración de SO₂ ya existente en la zona del proyecto, más la adición de gases tóxicos que serán generados por el quemador elevado del Proceso ULSG.

6. CONCLUSIONES

Una vez identificadas las interacciones con los componentes del sistema ambiental, la evaluación de dichas interacciones e impactos, y con base en el escenario actual obtenido en la Sección 5.3, se procedió a construir el escenario modificado hipotético, sumando al escenario actual los efectos potenciales que se generarán con el desarrollo del Proyecto.

- A) El sitio del proyecto mantendrá la calidad actual del suelo y el paisaje industrial de la Refinería, a menos que sucedan derrames de líquidos frecuentemente en el sitio donde se instale la Planta ULSG.
- B) El Río Lerma recibirá de manera adicional el volumen de descarga de agua residual tratada procedente de la Unidad de Regeneración de Aminas, el cual se estima en aproximadamente 15 m³/h cantidad que será desechada periódicamente debido a que será recirculada en proceso continuo, contribuirá en las aguas residuales tratadas que recibe actualmente (emitidas por la Refinería), mismas que tendrán que cumplir con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996.
- C) La extracción de agua del acuífero aumentará, sin sobrepasar el volumen total actualmente autorizado por la CNA para la Refinería.
- D) No habrá interacción alguna con flora y fauna, debido a que no existen en la zona de estudio, debido a que las instalaciones se encontraran dentro de una zona industrial.
- E) Sin embargo la calidad del aire si podría verse afectada, a pesar de implantar las medidas de mitigación para evitar la emisión de gases con óxidos de azufre a la atmósfera.

De acuerdo con lo establecido en esta tesis en condiciones normales de operación, el gas ácido será enviado a la Planta Recuperadora de Azufre, mientras que los desfuegos debidos a paros extraordinarios y/o emergencia serán conducidos al quemador, donde no será excluyente la emisión de SO₂. Con la implementación de este proceso será posible disminuir el contenido de azufre en las gasolinas comerciales usadas en México, por lo tanto, las emisiones en la combustión de automóviles disminuirán. Pero cabe resaltar que no es posible cuantificar el orden real de los impactos negativos por el “Proceso ULSG”, debido a que la presentación del Estudio de Manifestación de Impacto Ambiental, se realiza previo a la ejecución del proyecto, por lo que los datos de Ingeniería Básica y Detalle no están disponibles. Por lo anterior, se debe verificar que las emisiones cumplan con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.

Asimismo, se han planteado las medidas de mitigación enfocadas al manejo adecuado de los impactos residuales y adversos, y la minimización de las tendencias del deterioro actual de los procesos ecológicos del sistema ambiental de la zona de estudio, tales como la separación de drenajes y el

tratamiento de cada corriente residual, el reúso en proceso de aguas residuales tratadas, el manejo de residuos conforme el Plan de Manejo de Residuos de la Refinería; la minimización y uso eficiente de la energía generada durante el proceso.

De acuerdo con la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la planta del Proceso ULSG, en conjunto con la Refinería, serán responsables de los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto y tendrán corresponsabilidad con el contratista que se designe para el manejo y disposición final de los mismos.

Con base en el análisis y descripción de las condiciones ambientales que prevalecen en la zona del proyecto, sustentada con el trabajo de campo y bibliografía especializada, el análisis se presento de forma que las condiciones ambientales no sean modificadas negativamente, durante la instalación de la Planta Desulfuradora de Gasolina, mientras se lleve a cabo el cumplimiento de los ordenamientos jurídicos aplicables, y las medidas preventivas y de mitigación que propone esta tesis, según se han descrito en la Sección 5.6, es posible decir que es responsabilidad de la Refinería proteger la integridad de la funcionalidad ecológica de los ecosistemas en la zona y respetar sus capacidad de carga, conforme con lo establecido en los artículos 28 y 30 primer párrafo, de la LGEEPA.

No obstante, es recomendable que la SEMARNAT, PROFEPA y demás dependencias involucradas en la protección al ambiente, vigilen muy de cerca la puesta en marcha y operación tanto de la Planta ULSG, así como demás proyectos que se dediquen a la industria de la transformación en México, para que se apliquen las leyes y normativas cabalmente, para disminuir los impactos negativos que se provoquen al ambiente.

7. REFERENCIAS

1. INE (2007). *“Programa para la mejora de la calidad de aire de Salamanca 2003-2006”*. Informe de resultados. Gobierno del Estado de Guanajuato. Instituto de Ecología. Ene-2007.
2. *“Evaluación costo beneficio de la mejora en la calidad de los combustibles automotrices en el país”*. Centro Mario Molina. México. Diciembre 2005.
3. Blinder, K. G. *“Regulación sobre azufre en Petróleo”*. Boletín del Observatorio Colombiano de Energía. Universidad de Colombiano. Publicación trimestral. Julio-Septiembre 2006. N° 23
4. Zuk M., Tzintzun C. M. G. y Rojas B. L. (2007). *“Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas”*. SEMARNAT-INE. Primera edición: mayo 2007.
5. Blumberg O. K., Walsh M. P. and Pera C. (2003). *“Low-sulfur gasoline & diesel: the key to lower vehicle emissions”*. Prepared for the May-2003 meeting in Napa, California, of The International Council on Clean Transportation (ICCT).
6. SEMARNAT-MIA (2002). *“Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental. Industria del Petróleo”*. Modalidad: Particular.
7. *“Evaluación costo beneficio de la mejora en la calidad de los combustibles automotrices en el país”*. Centro Mario Molina. México. Diciembre 2005.
8. Anuario Estadístico de PEMEX 2009
9. Página del Instituto Mexicano del Petróleo, Tipos de Petróleo: <http://www.imp.mx/petroleo/tipos.htm>
10. Villarreal M. de C. G. R. (2005). *“Proceso de Refinación de Petróleo crudo a productos terminados”*. Tesis de Licenciatura para de Ingeniero Petrolero, UNAM-Facultad de Ingeniería.
11. Nakazawa U. A. L. y Alcanzar G. F. S. (2007). *“Pruebas Biológicas por lotes para la degradación de aminas gastadas provenientes de refinerías”*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química. Facultad de Química. México, D.F. 2007.
12. Torres R. R. y Castro A. J. J. (2002). *“Análisis y Simulación de Proceso de Refinación del Petróleo”*. Instituto Politécnico Nacional. Primera Edición. México, D. F.
13. Venegas P. M. T. (2008). *“Mejoramiento de la Calidad de las Gasolinas”*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química. UNAM-FES Zaragoza
14. Figueroa, C. A. y Contreras, R. R. (1996). *“Evaluación de impacto ambiental (Proyectos integrados al medio ambiente)”*. Curso de Postgrado. Ed. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Escuela de postgraduados. Programa de especialización en Gestión Ambiental, Santiago de Cali, Colombia.
15. Pagina web de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales: www.semarnat.gob.mx/xfocalizada/impacto
16. *Estudio de Impacto Ambiental de la Planta Desulfuradora de Gasolinas Catalíticas, sus servicios auxiliares e integración de la Refinería “Ing. Antonio M. Amor”, Salamanca Gto.* Proyecto elaborado por la UNAM en la Facultad de Química. Diciembre 2007.

17. Leopold, L. (1971). *“A procedure for Evaluating Environmental Impact”*. United States Department of the Interior. Geological Survey, Washington D.C.
18. Conesa F.V. (1997). *“Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental”*. Ed. Mundi-Prensa. 3ª Edición. Madrid, España.
19. Gary G.P., Gary R.G. and Groten W.A. (2001). *“Process for the desulfurization of petroleum feeds”*. US. Patent # 6303020. October 16, 2001.
20. Pasadena D.H. and Houston T.P.H. (1997). *“Gasolina Desulfurization Process”*. US. Patent # 5597476. January 28, 1997.
21. Vasquez S.K. (2009). *“Evaluación de la retabilidad de una Planta Recuperadora de Azufre”*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química. Facultad de Química. UNAM.
22. INEGI (1990). Guías para la interpretación de cartografía. Climatología. <http://www.inegi.gob.mx/>
23. INEGI (2000). Base de datos Geográficos. Diccionario de datos de Uso del Suelo y Vegetación (Alfanumérico). 59 pp. <http://www.inegi.gob.mx/>
24. INEGI (2003). Cuaderno Estadístico Municipal de Salamanca. <http://www.inegi.gob.mx/>
25. INEGI (2007). Información geográfica: Regiones y cuencas hidrológicas. Guanajuato. <http://www.inegi.gob.mx/>
26. Imágenes “Software Google Eart”.
27. SMN (2007). *“Registro de datos Climatológicos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, registrados en las redes de monitoreo cercanas a la ciudad de Salamanca, Gto”*. (Los Razos, La Joyita y Pericos).
28. CNA. *Registro de Heladas*. Pagina web: <http://www.cna.gob.mx>
29. Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato (2007). Instituto Estatal de Ecología de Guanajuato. Dirección de Recursos Naturales. <http://www.instituto.guanajuato.gob.mx>
30. Atlas de Riesgo del estado de Guanajuato (2001). Tomo II. Gobierno municipal de Guanajuato. Municipios. <http://proteccioncivil.guanajuato.gob.mx/>
31. Atlas de Riesgo del Estado de Guanajuato (2007). Fenómeno geológico, Salamanca Guanajuato. Carta de Fallas. <http://proteccioncivil.guanajuato.gob.mx/>
32. Fenómeno Geológico. Salamanca, Gto. *“Atlas de riesgos del estado de Guanajuato”*. Mapas temáticos. http://proteccioncivil.guanajuato.gob.mx/Mapas%20Tematicos%207%20MAYO%2007/Salamanca_6.jpg
33. Gutiérrez M. C. (2000). *“Clasificación de municipios de la república mexicana de acuerdo con la regionalización sísmica”*. CENAPRED. 46 pp.
34. Rzedowski J. (1978). *La Vegetación de México*. ED. Limusa. México. 429pp.
35. Rzedowski, J. (2006) 1ra. Edición digital. *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

- http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/vegetacion_de_mexico.html
36. Rzedowski, J., Calderón de Rzedowski y R. Galván. (1996). Nota sobre la vegetación y la flora del noreste del estado de Guanajuato. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fasc. complementario XIV. 22 pp.
37. Fuentes Fijas Guanajuato (1999). Emisiones a la atmósfera. Instituto Nacional de Ecología.
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/491/fuentefija.pdf>
38. Leopold, L. B. (1971). “A procedure for Evaluating Environmental Impact”. Geological Survey. Washington, D.C.
39. Normas Oficiales Mexicanas. Página web de la Secretaría de Economía.
40. Normas Mexicanas. Página web de la Secretaría de Economía.
41. Normatividad de PEMEX. Página web de PEMEX.
42. EPA (2005). “*Toward a Cleaner Future. Office of Transportation and Air Quality*”. Progress Report.
43. García M. I. (1999). “*Contaminación del Aire por combustión emanante de automóviles*”. Ecología y desarrollo sostenible. I.T.E.S.M. Campus San Luis. 15-Nov-1999.
<http://naturales.org/categoria/contaminacion/>
<http://unep.org/pcfv/PDF/SSADuprazPres.pdf>

Leyes

- Ley de Aguas Nacionales. 01- 12- 1992. Última reforma publicada en el DOF 24-04-2004.
- Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Guanajuato. Última reforma publicada en el PO 07- 10- 1997.
- Ley Forestal. Última reforma publicada en el DOF 31-12-2001.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada DOF 26-12-2005.
- Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada DOF 26-06-2006.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada DOF 12-02-2007.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada DOF 08-10-2003.
- Ley para la Protección y Preservación del ambiente del Estado de Guanajuato. Última reforma publicada en el PO 12 -11- 2004.

Planes

- Plan de Gobierno Municipal 2006-2009 del Municipio de Salamanca, Guanajuato. Periódico oficial del gobierno del Estado de Guanajuato. Plan Municipal de Salamanca. <http://www.salamanca.gob.mx>
- Plan estatal de desarrollo de Guanajuato 2006-2012. http://www.guanajuato.gob.mx/plan_gobierno
- Plan Estatal de Ordenamiento Territorial. Periódico Oficial del Estado de Guanajuato número 130, Tercera Parte en fecha 15 de Agosto de 2006.

http://seip.guanajuato.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=61

- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. D.R., Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, 2007. http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf
- Plan Regional Salamanca. Programa de Desarrollo Regional Región III Centro-Oeste que incluye Salamanca. Consejo de Desarrollo Regional. http://seip.guanajuato.gob.mx/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=123&Itemid=35

Reglamentos

- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada DOF 29-08-2002.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. DOF 08-08-2003.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. DOF el 03-06-2004.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. DOF 30-05-2000.
- Reglamento de la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. PO 24-05-2005.
- Reglamentos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada DOF 30-11-2006.

1. ANEXOS

Anexo I. Glosario

Aguas amargas: Aguas con contenido de ácido sulfhídrico (H₂S).

Alquilación: Proceso mediante el cual una isoparafina (de cadena corta) se combina químicamente con una olefina en presencia de un catalizador para formar otra isoparafina (de cadena larga), llamada alquilada el cual tiene un alto octanaje.

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio del Estado no consideradas como de interés de la Federación en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas, y que han quedado sujetas al régimen de protección.

Azufre a quemadores y oxidadores térmicos (SQ): Cantidad de azufre que no fue posible recuperar y se emite a la atmósfera en forma de bióxido de azufre (SO₂) a través de los quemadores de campo y oxidadores térmicos de la refinería; se expresa en toneladas por día.

Azufre convertido o recuperado: Es la cantidad de azufre elemental en el estado líquido que se obtiene en las plantas de recuperación de azufre es equivalente a la que dejara de ser emitida a la atmósfera.

Azufre en productos (SP): Cantidad de azufre contenida en los diversos productos petrolíferos terminados, intermedios y combustibles que se producen en la refinería; se expresa en toneladas por día. Incluye el azufre contenido en los combustibles que consume la refinería.

Azufre recuperado (SR): Cantidad de azufre elemental que se obtiene en las plantas recuperadoras de azufre y deja de ser emitida a la atmósfera; se expresa en toneladas por día.

Azufre total (ST): Cantidad de azufre contenida en el crudo y en los otros insumos que se procesan en la refinería; se expresa en toneladas por día.

Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Calentamiento directo: La transferencia de calor por flama, gases de combustión o por ambos, al entrar en contacto directo con los materiales del proceso.

Calentamiento indirecto: La transferencia de calor por gases de combustión que no entran en contacto directo con los materiales del proceso.

Cetanos: El número de cetano es una medida del comportamiento de la presión de ignición del diesel.

Chimenea del oxidador térmico de gases de cola: Conducto por el que se emite a la atmósfera el remanente de compuestos de azufre de las plantas recuperadoras de azufre en forma de bióxido de azufre y trazas de ácido sulfhídrico.

Combustibles fósiles líquidos o gaseoso: Son los derivados del petróleo y gas natural tales como petróleo diáfano, diesel, combustóleo, gasóleo, gas L.P., butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno o cualquiera de sus combinaciones.

Condensados amargos: Hidrocarburos asociados al gas amargo que se condensan por efecto de la variación de la presión y la temperatura del fluido; contiene ácido sulfhídrico (H₂S) y bióxido de carbono (CO₂).

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento y demás leyes aplicables.

Coquización (Coking): Un proceso de desintegración térmica para romper las moléculas grandes en otras más pequeñas con la generación de coque de petróleo.

Densidad API: Parámetro internacional de Instituto Americano del Petróleo, que diferencia las calidades del crudo.

Desarrollo sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Desintegración (Cracking): El proceso de rompimiento de moléculas grandes de aceite en otras más pequeñas. Cuando este proceso se alcanza por la aplicación de calor únicamente, se conoce como desintegración térmica. Si se utiliza un catalizador se conoce como desintegración catalítica; si se realiza en una atmósfera de hidrógeno se conoce como un proceso de hidrodesintegración.

Destilación: Proceso que consiste en calentar un líquido hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación es separar una mezcla de varios componentes aprovechando sus distintas volatilidades, o bien separar los materiales volátiles de los no volátiles.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinado.

Emisión de bióxido de azufre (E (SO₂)): Cantidad de bióxido de azufre que se emite por la chimenea del oxidador térmico de las plantas recuperadoras de azufre o del sistema de control de emisiones a la atmósfera y se expresa en ton/día.

Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Fauna silvestre: Las especies animales, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural, cuyas poblaciones habitan temporal o permanentemente en el territorio estatal y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Flora silvestre: Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan en el territorio estatal, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Fraccionamiento: Proceso en la que mediante destilación se separan fracciones pequeñas de una mezcla de hidrocarburos.

Fuente fija: La instalación o conjunto de instalaciones pertenecientes a una sola persona física o moral, ubicadas en una poligonal cerrada que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de

servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Fuentes móviles: Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

Gas ácido: Mezcla de ácido sulfhídrico (H_2S) y bióxido de carbono (CO_2) extraídos al gas amargo y condensados amargos en las plantas desulfuradoras.

Gas amargo: Mezcla gaseosa de hidrocarburos proveniente de los yacimientos de petróleo y gas, que contiene ácido sulfhídrico (H_2S) y bióxido de carbono (CO_2) como impurezas.

Gas de cola: Mezcla de gases que contiene el remanente de compuestos de azufre en forma de ácido sulfhídrico (H_2S), dióxido de azufre (SO_2), bisulfuro de carbono (CS_2) y vapores de azufre que no fue posible retener en el sistema de control de emisiones o en las plantas recuperadoras de azufre y que debe someterse a un proceso de oxidación térmica o equivalente para reducir su toxicidad.

Gas pobre o gas seco: Gas con relativamente pocos hidrocarburos diferentes al metano. El poder calorífico es típicamente alrededor de 1,000 BTU/ft³ estándar, a menos que esté presente una proporción significativa de gases que no sean hidrocarburos.

Gas rico: Gas predominantemente con metano, pero con una proporción relativamente alta de otros hidrocarburos. Muchos de estos hidrocarburos normalmente se separan como líquidos del gas natural.

Gasóleo: Producto refinado del petróleo cuya densidad es mayor que las de las gasolinas y querosinas, pero menor que la de los residuos; generalmente comprende los hidrocarburos destilados entre 190 y 370° C, cuyo intervalo de pesos específicos (20/4° C) es de 0.820 a 0.890. Esta mezcla de hidrocarburos tiene dos usos principales: Combustible para pequeñas máquinas diesel y para hornos o calentadores, de donde toma sus nombres populares, diesel y aceite para hornos (*furnace oil*). En la terminología petrolera internacional la frase “aceite combustible destilado” (*distillate fuel oil*) distingue al gasóleo de mezclas más pesadas usadas en máquinas diesel mayores y en grandes calentadores. La ASTM lo designa como aceite No. 2 (*No.2 oil*), nombre que se usa en varias partes del mundo especialmente en Norteamérica.

Dentro de la industria de la refinación se usa el término gasóleo para designar ciertos productos intermedios, adicionalmente a los productos terminados, así nombrados, agregándoles un adjetivo que indique su procedencia, gasóleo de vacío, gasóleo atmosférico, gasóleo de coquización, gasóleo de pirolisis, entre otros

Gasolina: Nombre comercial que se aplica de una manera amplia a los productos más ligeros de la destilación del petróleo. En la destilación del petróleo crudo la gasolina es el primer corte o fracción que se obtiene. En su forma comercial es una mezcla volátil de hidrocarburos líquidos con pequeñas cantidades de aditivos, apropiada para usarse como combustible en motores de combustión interna con ignición por chispa eléctrica, con un intervalo de destilación de aproximadamente 27 a 225° C. Indudablemente es el producto derivado del petróleo más importante por su volumen y valor en el mercado. Para estar en posibilidades de cubrir en cantidad y calidad la demanda de gasolina, las modernas refinerías han inventado e instalado nuevos procesos químicos para obtener con el mismo volumen de petróleo crudo mayores volúmenes de gasolinas, cada vez de mejor calidad, para satisfacer las exigencias de mayor eficiencia en los motores y menor contaminación al ambiente.

Generador potencial: Son aquellas personas que durante algún proceso productivo generan residuos sólidos no peligrosos.

Hidrodesulfuración (HDS): Proceso mediante el cual se elimina el azufre de las moléculas, usando hidrógeno bajo presión y un catalizador, convirtiéndolo en ácido sulfhídrico en la corriente gaseosa, el cual puede separarse con facilidad y transformarse en azufre elemental.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto el ambiente.

Isomerización: Proceso mediante el cual se altera el arreglo fundamental de los átomos de una molécula sin adherir o substraer nada de la molécula original. El butano es isomerizado a isobutano para ser utilizado en la

alquilación de isobutileno y otras olefinas para la producción de hidrocarburos de alto octano.

Límite de emisión ponderada: El promedio permisible de descarga de un contaminante a la atmósfera, aplicable a cada fuente fija.

Manifestación de impacto ambiental (MIA): El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se cause con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Nafta: Destilados ligeros, utilizada como carga para la producción de gasolina para motores y para la industria química.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Octanaje: El número de octano u octanaje es una medida de la capacidad de la gasolina para resistir la auto-ignición. El número o índice de octano es una propiedad innata del combustible, que puede ser mejorada a través de aditivos o de procesos de refinación. El octanaje está relacionado con el contenido de olefinas, que tienen compuestos con dobles enlaces de carbono dentro de la mezcla. La pérdida de octanaje puede ser recuperada a través de procesos intensivos en energía y las refinerías están desarrollando nuevos procesos de catálisis para reducir la pérdida de octanaje asociada con la desulfuración.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y de las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Oxidador térmico de gases de cola: Equipo de combustión a fuego directo cuya función es la oxidación del ácido sulfhídrico contenido en los gases de cola a bióxido de azufre.

Oxidador térmico: Equipo de combustión a fuego directo cuya función es la oxidación de los compuestos de azufre a bióxido de azufre antes de ser liberados a la atmósfera; forma parte de la planta recuperadora de azufre.

Planta recuperadora de azufre: Es una instalación empleada para transformar compuestos de azufre en azufre elemental, los compuestos de azufre no recuperados pasan al oxidador térmico.

Planta ULSG: Planta desulfuradora de gasolina catalítica, productora de gasolina de ultra bajo azufre.

Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat natural.

Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

Quemadores de campo: Dispositivos de seguridad que se utilizan para quemar los gases o líquidos que se envían a desfogue de las plantas de proceso durante las operaciones de arranque, situaciones de emergencia o paros programados.

Región ecológica: La unidad del territorio estatal que comparte características ecológicas comunes.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Anexo II. Acrónimos

Aprox.: aproximadamente.

ASME: American Society Mechanical Electric (Sociedad Americana de Mecánicos Eléctricos).

scf/bbl: por sus siglas en inglés pies cúbicos estándar por millones de barriles.

BPD: Barriles por día.

CNA: Comisión Nacional del Agua.

CO: Monóxido de carbono.

CO₂: Dióxido de carbono.

COA: Cédula de Operación Anual. Este es un trámite que deben presentarlo los establecimientos que cuenten con una Licencia de Funcionamiento y/o Licencia Ambiental Única otorgada por la SEMARNAT, los Grandes Generadores de Residuos Peligrosos (Aquellos que generan una cantidad igual o mayor a 10,000 kg. o su equivalente), las empresas de servicio que cuenten con algún tipo de autorización para el manejo de residuos peligrosos (recolección y transporte, almacenamiento, reciclaje, reuso, tratamiento, incineración, coprocesamiento, disposición final), así como aquellos establecimientos que descarguen aguas residuales a cuerpos receptores que sean aguas nacionales.

CDHDS: Columna de Destilación Hidrodesulfuradora de Nafta Pesada.

CDHydro: Columna de Destilación Hidrodesulfuradora de Nafta Ligera.

DFP: Diagrama de Flujo de Proceso.

DTI: Diagrama de tubería e instrumentación.

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos por sus siglas en inglés (*Environmental Protection Agency*).

FCC: Craqueo catalítico en lecho fluidizado.

LPG: (Gas licuado del petróleo) Mezcla de gases licuados por presión, cuya composición está formada predominantemente por propano y butano (butano normal).

H₂S: Ácido sulfhídrico.

HC: Hidrocarburos.

LAN: Ley de Aguas Nacionales.

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

LGPGIR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

LB: (Limite de Batería) Son líneas en un plano, que delimitan el área de una instalación, conteniendo dicha área sus estructuras y equipos.

MBD: Miles de Barriles Diarios.

MDEA: N-metildietanolamina.

NOM: (Norma Oficial Mexicana) Las reglas, métodos o parámetros científicos o tecnológicos emitidos por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales o cualesquiera otra dependencia federal, que debe aplicar el

Gobierno del Estado de Hidalgo en el ámbito de su competencia y que establezca los requisitos especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetro y límites permisibles que deberán observarse en desarrollo de las actividades o uso y destino de bienes que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daños al ambiente y además que permitan uniformar los principios, criterios y políticas en la materia.

NO_x: Óxidos de nitrógeno.

PM: Partículas móviles

ppm: Partes por millón

PSV: Válvulas de seguridad a presión.

RCE: Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

RSU: Residuos Sólidos Urbanos.

SEMARNAT: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SENER: Secretaria de Energía.

SO₂: Óxido de azufre.

SSA: Secretaria de Salud.

UPS: Sistema de Energía In-interrumpible.

ULSG: Gasolina de ultra bajo azufre, por sus siglas en inglés.

Anexo III. Legislación en materia ambiental aplicable al proyecto.

En este apartado se presenta una síntesis y descripción general de los puntos más relevantes dentro de la legislación en materia ambiental aplicables a esta tesis, debido a que los siguientes documentos son muy extensos.

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

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (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.

Ley de Aguas Nacionales

Con base en lo indicado en el Artículo 82 de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), el uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales puede realizarse previamente otorgada la Concesión por la autoridad competente, y en sus artículos 20 y 118, esta Ley establece las atribuciones de la CNA y los Organismos de cuenca (autoridad del agua), para otorgar concesiones de aprovechamiento y uso de las aguas nacionales. Asimismo, en el artículo 21 y 21 BIS se establecen los requisitos para la solicitud de concesiones y en el artículo 23 se describen las características y condiciones que se establecen en las concesiones que la otorga la autoridad del agua.

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

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) está vinculada con las actividades del proyecto en sus diferentes etapas: 1) preparación del terreno; 2) construcción; 3) operación y mantenimiento y 4) abandono del sitio. 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, esta Ley establece las políticas generales del manejo de residuos peligrosos, de manejo especial, incompatibles y sólidos urbanos.

Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato

En su artículos 108, se establece que mediante la colaboración del ejecutivo del estado, a través del Instituto de Ecología del Estado y con la colaboración de los Ayuntamientos, integrará un registro de fuentes, emisiones y

transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos de su competencia, así como de aquellas sustancias que determinen las disposiciones jurídicas aplicables.

En los artículos 120, 127 y 138, se determinan los criterios para prevenir y controlar la contaminación en los elementos ambientales del agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos de su competencia.

Ley de Aguas para el Estado de Guanajuato

En los artículos 51, 52, 53 y 54 de esta Ley, relativos a los Derechos y Obligaciones de los Usuarios se establece el pago del servicio público con base a las tarifas fijadas en los términos de esta Ley y a las responsabilidades de los usuarios por el adeudo y trasferencias de inmuebles, así como la exigencia de la prestación del servicio, información de fechas de suspensión, denuncia de incumplimiento en el suministro.

En el artículo 73 se establece que los usuarios deberán de contar con permiso de la Comisión del Estado para descargar aguas residuales en forma permanente o intermitente en cuerpos receptores, previo estudio de impacto ambiental. Los artículos 74 y 75 establecen que la autoridad tendrá la facultad de clausurar las descargas de aguas residuales bajo los criterios mencionados en estos artículos, en caso de no contar con los permisos o infringir las condiciones autorizadas.

Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato

El artículo 35 de la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato (LGIR de Guanajuato) establece que los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial que sean generados en el estado, deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente ley y demás disposiciones que resulten aplicables.

Reglamentos

- a) Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental, se vincula directamente con el proyecto Planta ULSG 1 para todo el proceso de evaluación del impacto ambiental, por ser éste un proyecto de la industria del petróleo.
- b) El Reglamento de la LGPGIR en sus artículos 43, 45, 46 y 47 se mencionan las obligaciones sobre la generación, el manejo, la disposición, el registro como generadores y reciclaje de residuos peligrosos.

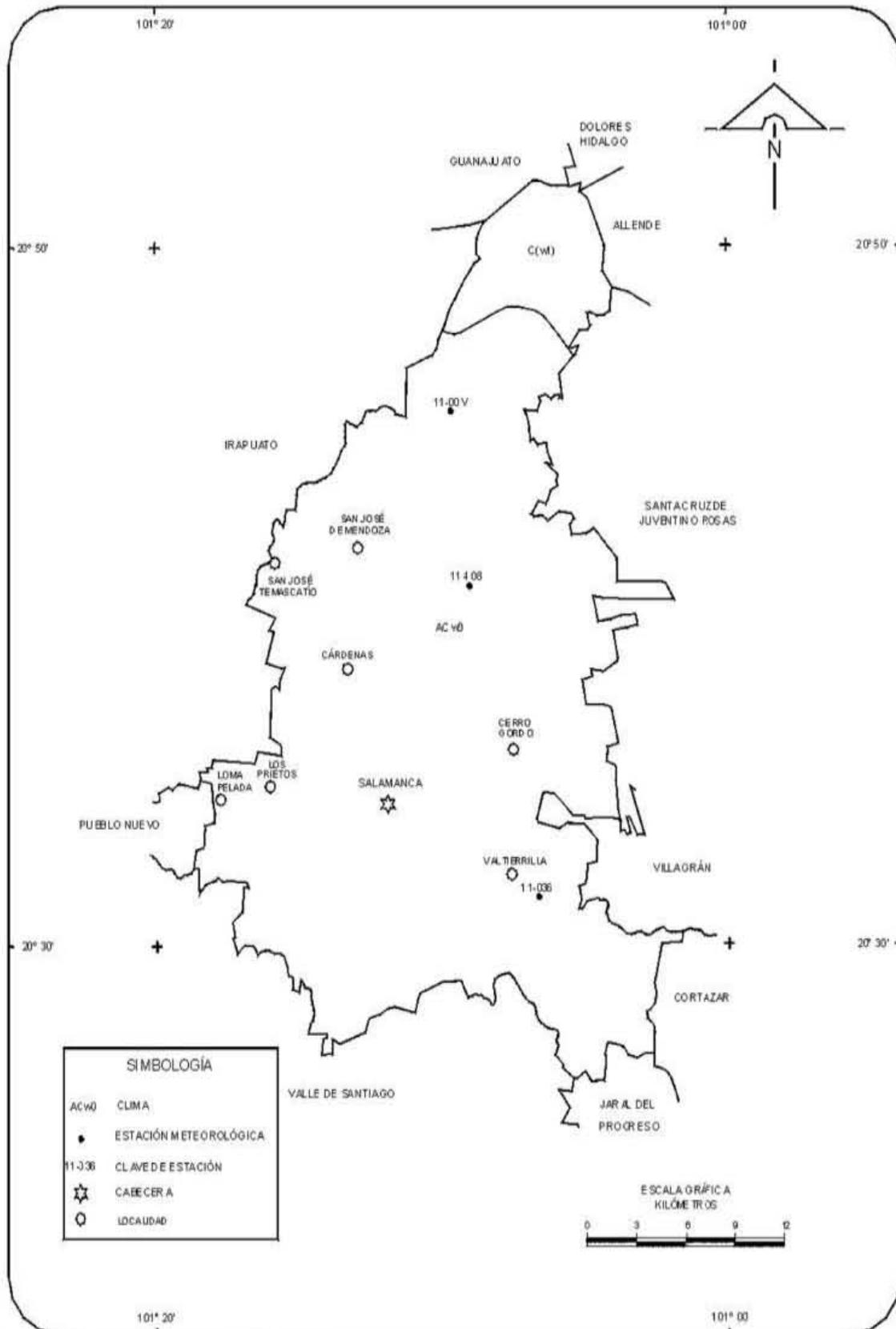
El Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido es de observancia general en todo el Territorio Nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisión contaminante de ruido, proveniente de fuentes artificiales.

- c) El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, ya que a su vez esta vinculado con la Ley de Aguas Nacionales.

- d) Reglamento de la Ley Para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Es claro que el proyecto de la Planta ULSG 1 se sujetará a los programas de calidad del aire y contingencias que el estado y el municipio establezcan en la materia, para proporcionar oportunamente la información necesaria que contribuya a mantener actualizado el inventario de fuentes fijas del Gobierno Estatal y sobre todo mantendrá actualizado su Programa de Prevención de Accidentes y Respuesta a Emergencias.

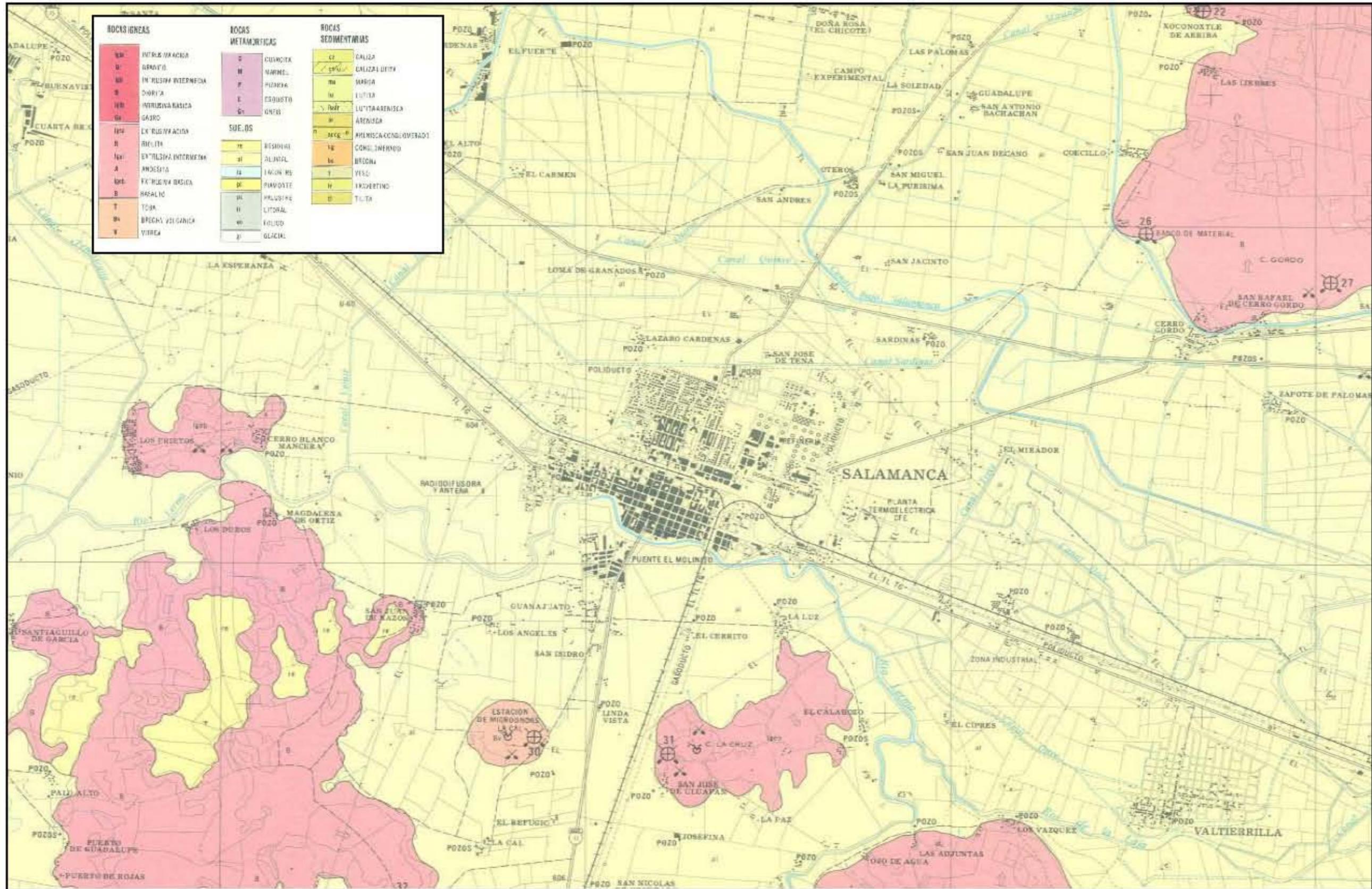
Anexo IV. Carta Climática de Salamanca

Climas

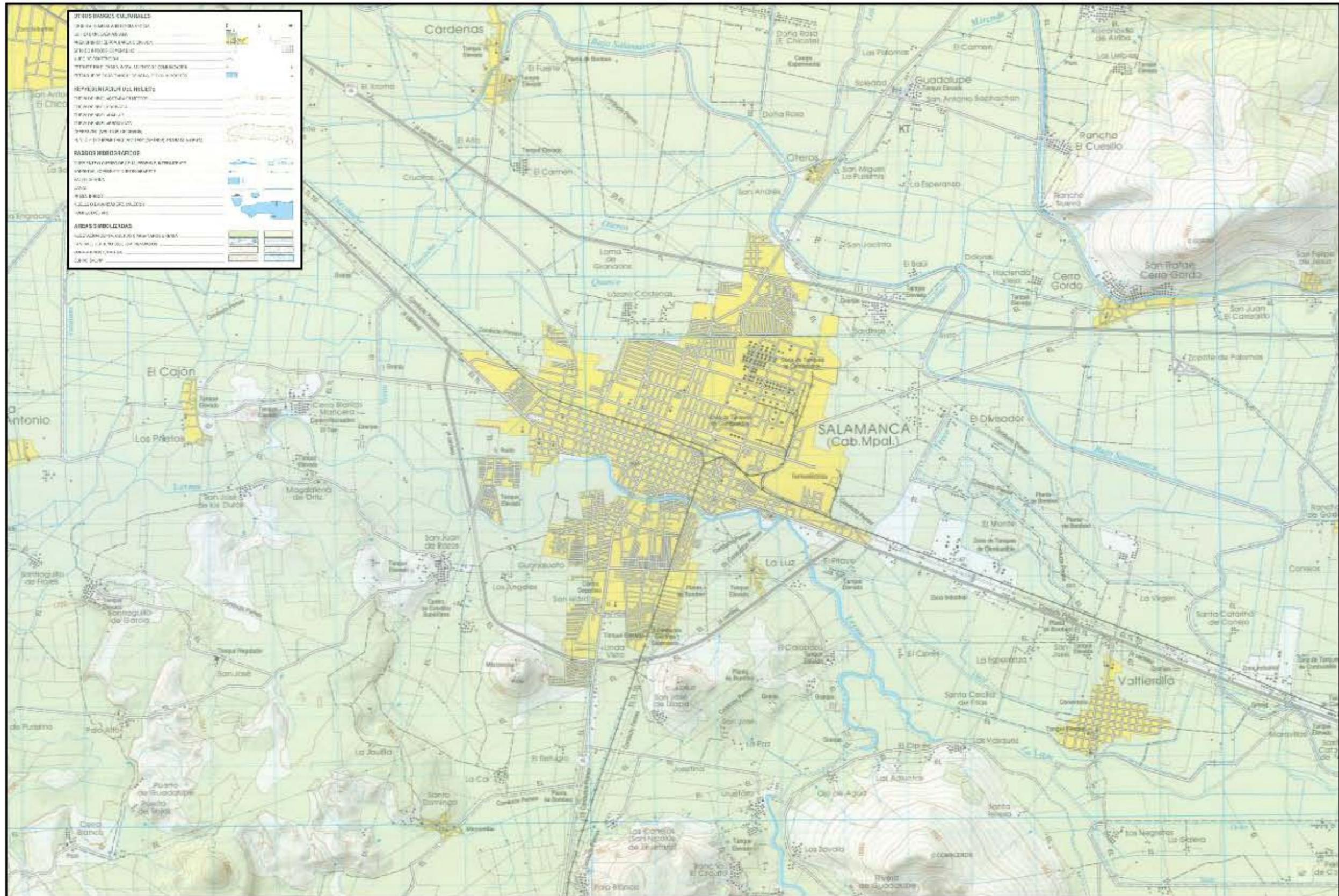


FUENTE: CGSNEGI. Carta de Climas, 1:1 000 000.

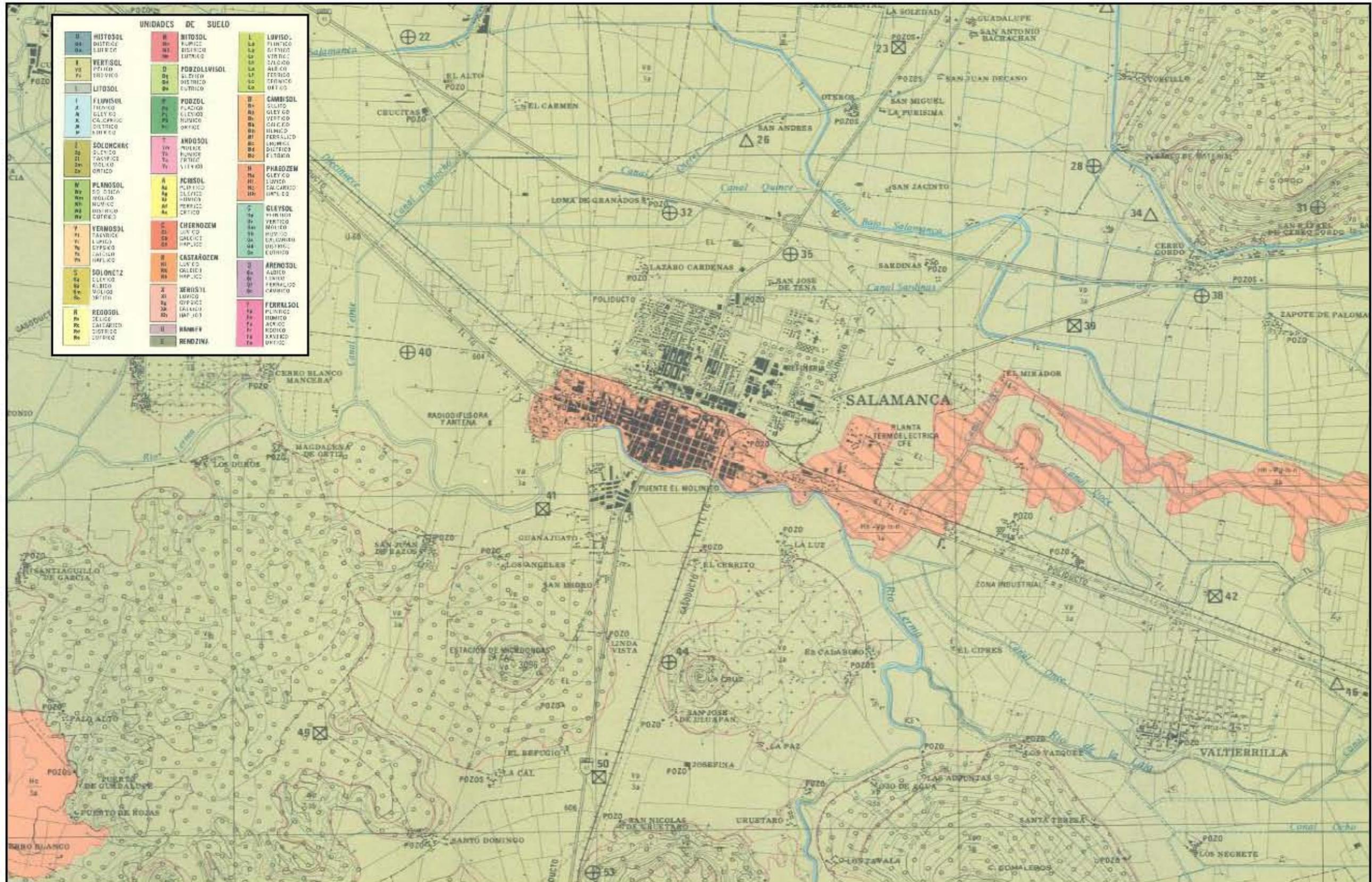
Anexo V. Carta Geológica de Salamanca.



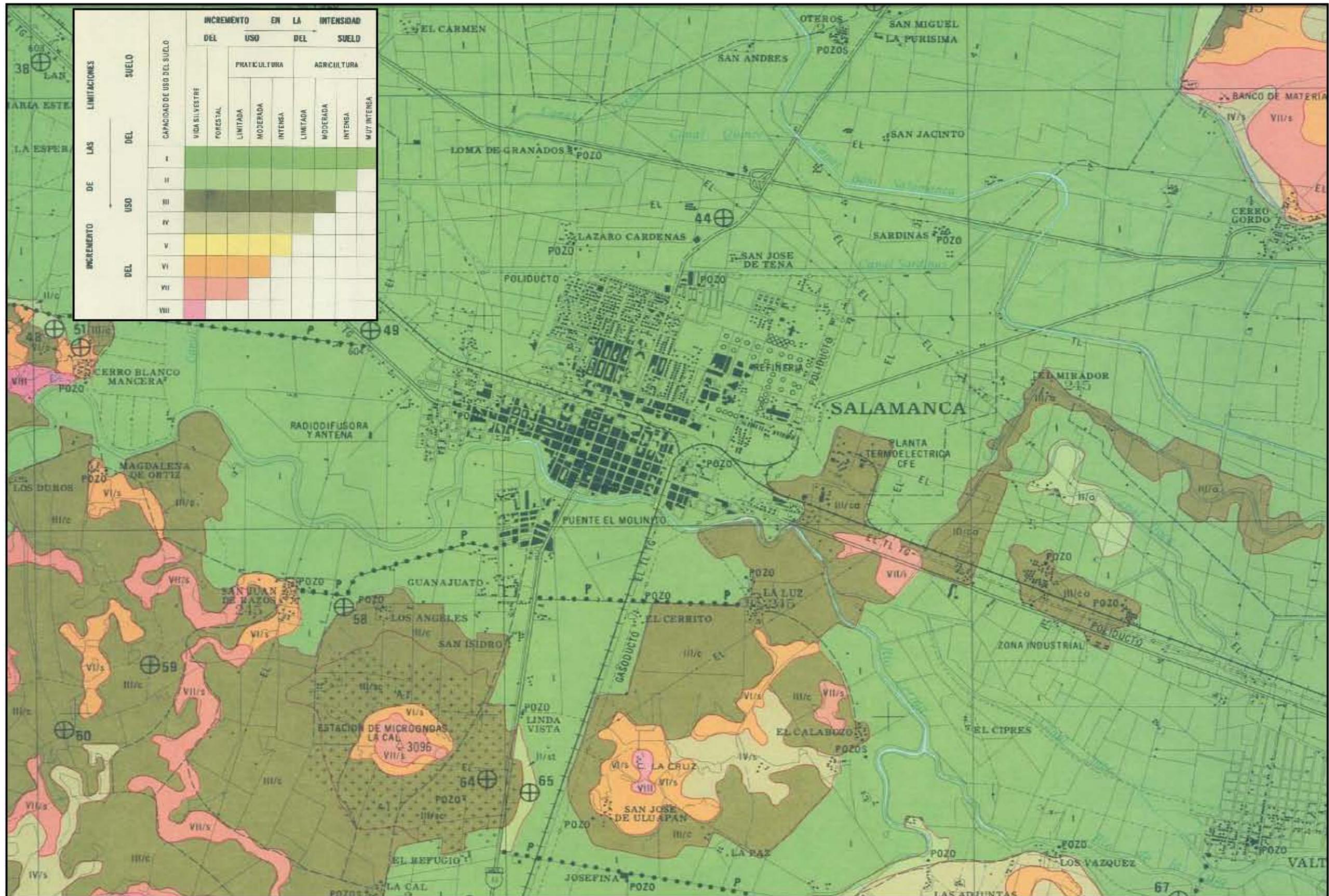
Anexo VI. Carta Topográfica del Municipio de Salamanca.



Anexo VII. Carta Edafológica.



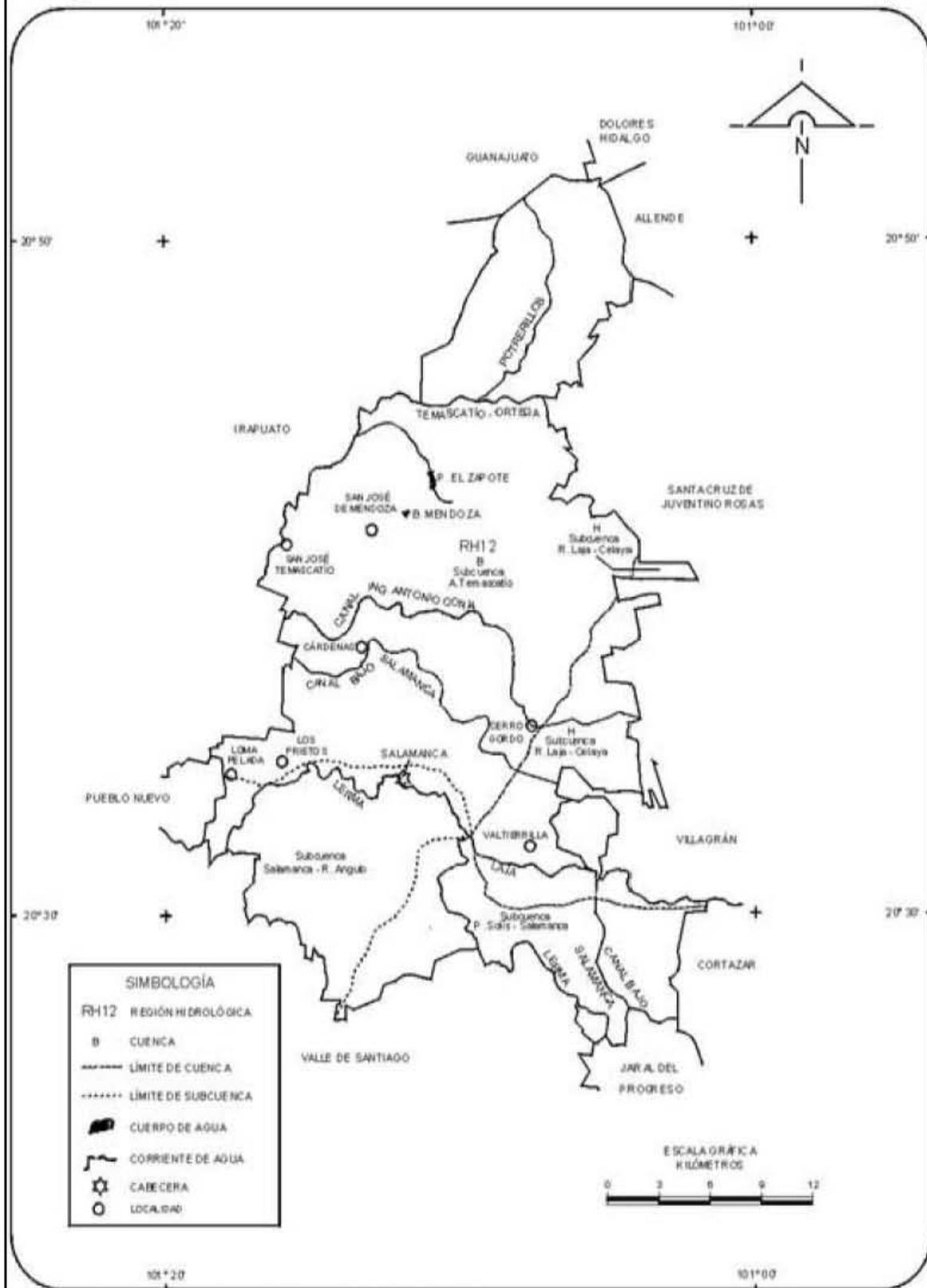
Anexo VIII. Carta de uso potencial de suelo de Salamanca.



Anexo IX. Carta Hidrológica de aguas superficiales.

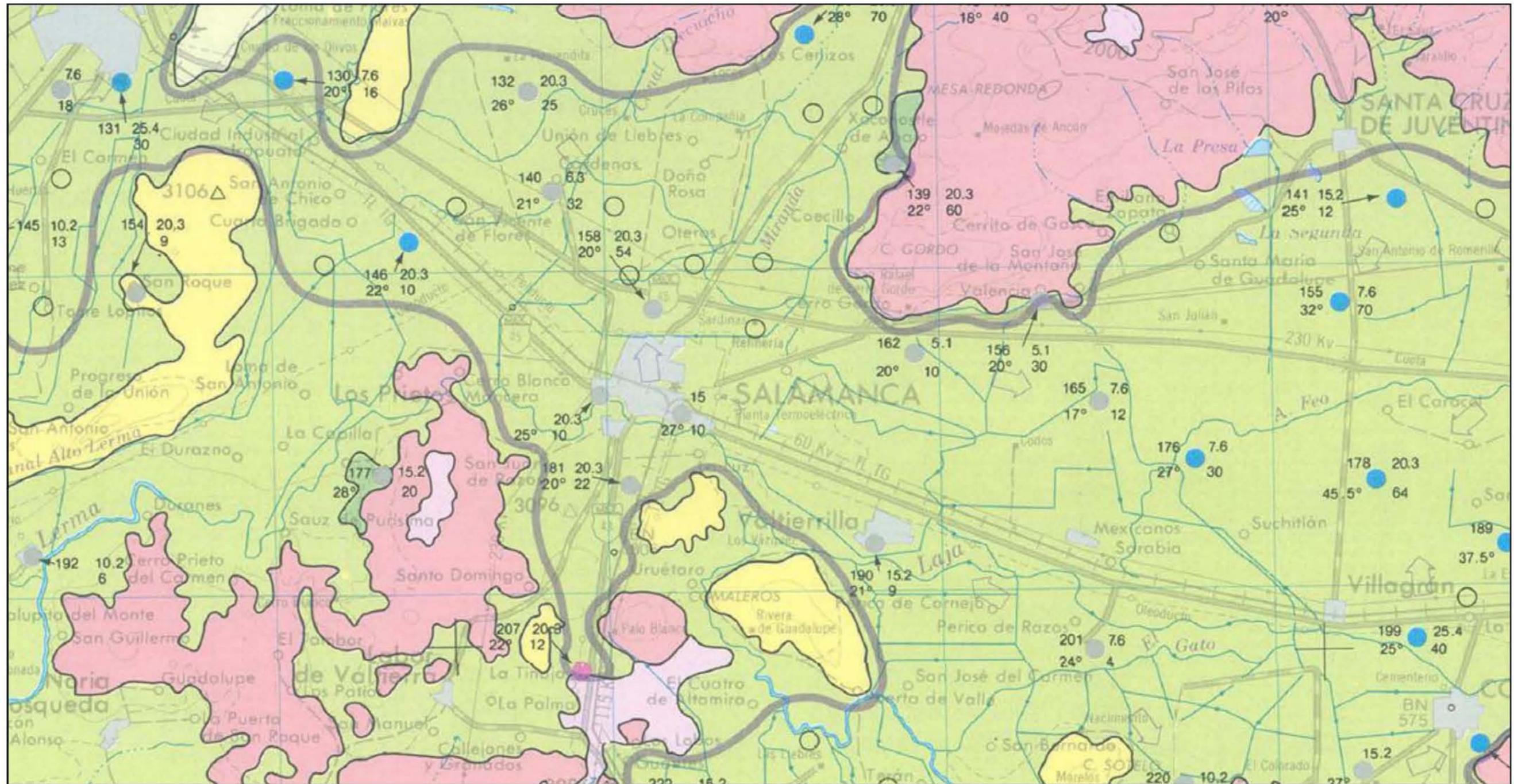
Hidrografía

Mapa 6



FUENTE: COSNEGI. Carta hidrográfica de Aguas Superficiales, 1:250 000.

Anexo X. Carta Hidrológica de aguas subterráneas.



UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

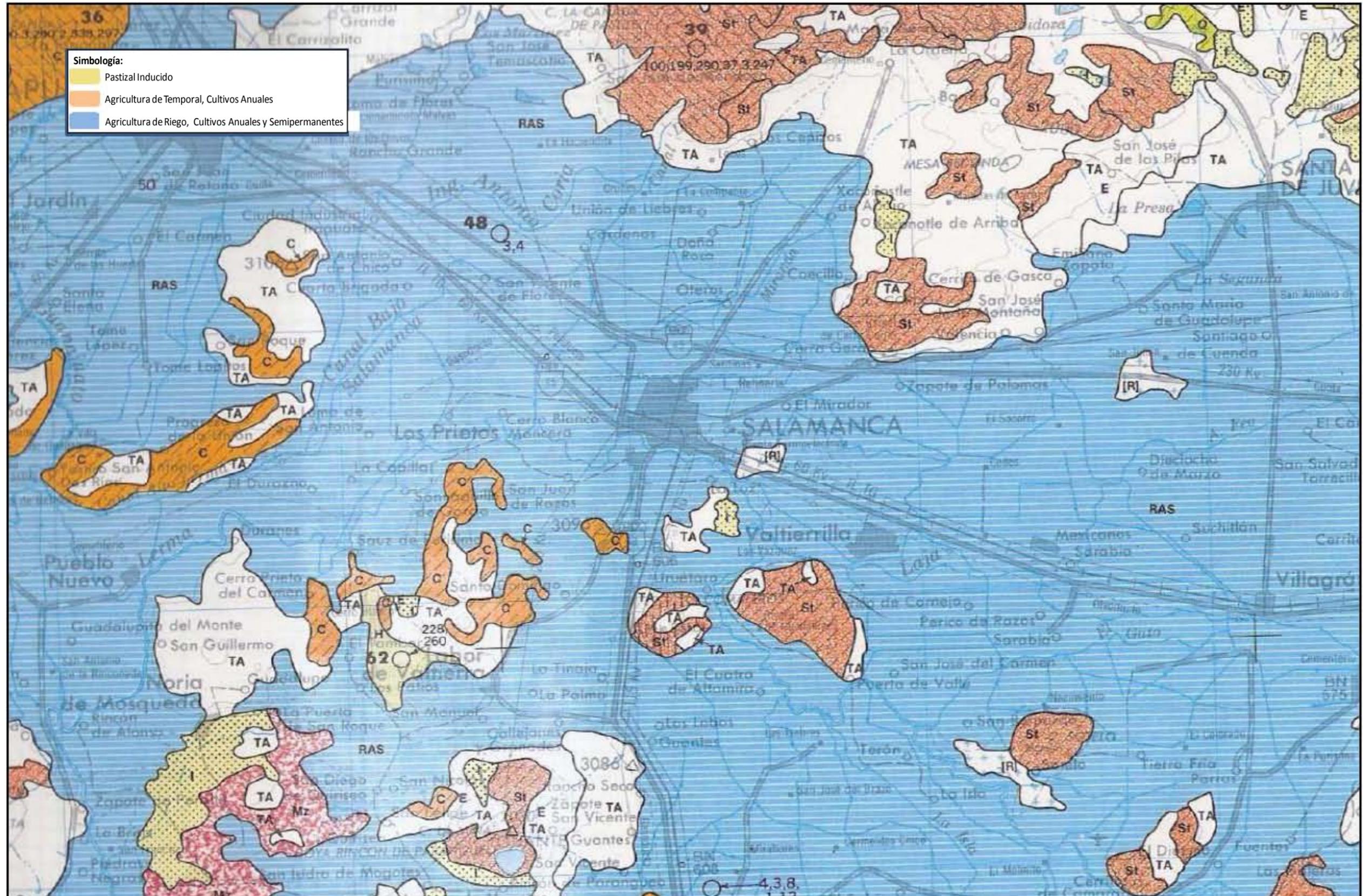
- MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS
- MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS
- MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS
- MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS
- MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS
- MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS
- LIMITE DE UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
- PUZOS EN ALBERGO COMBINADO O SEMICOMBINADO - MUESTREADOS SIN MUESTREAR Y DEBIDO
- PUZOS EN ALBERGO LIBRE - MUESTREADOS, SIN MUESTREAR Y DEBIDO

- NOVA MUESTREADA SIN MUESTREAR Y DEBIDO
- MATERIAL MUESTREADO SIN MUESTREAR Y DEBIDO
- AREA DE VEJA
- AREA DE CONSTRUCCION DE PUZOS
- DIRECCION DEL FLUJO DE AGUA SUBTERRANEA
- CALIDAD DEL AGUA
- AGUA DURA
- NOVA TOXICABLE
- NOVA DUREZ

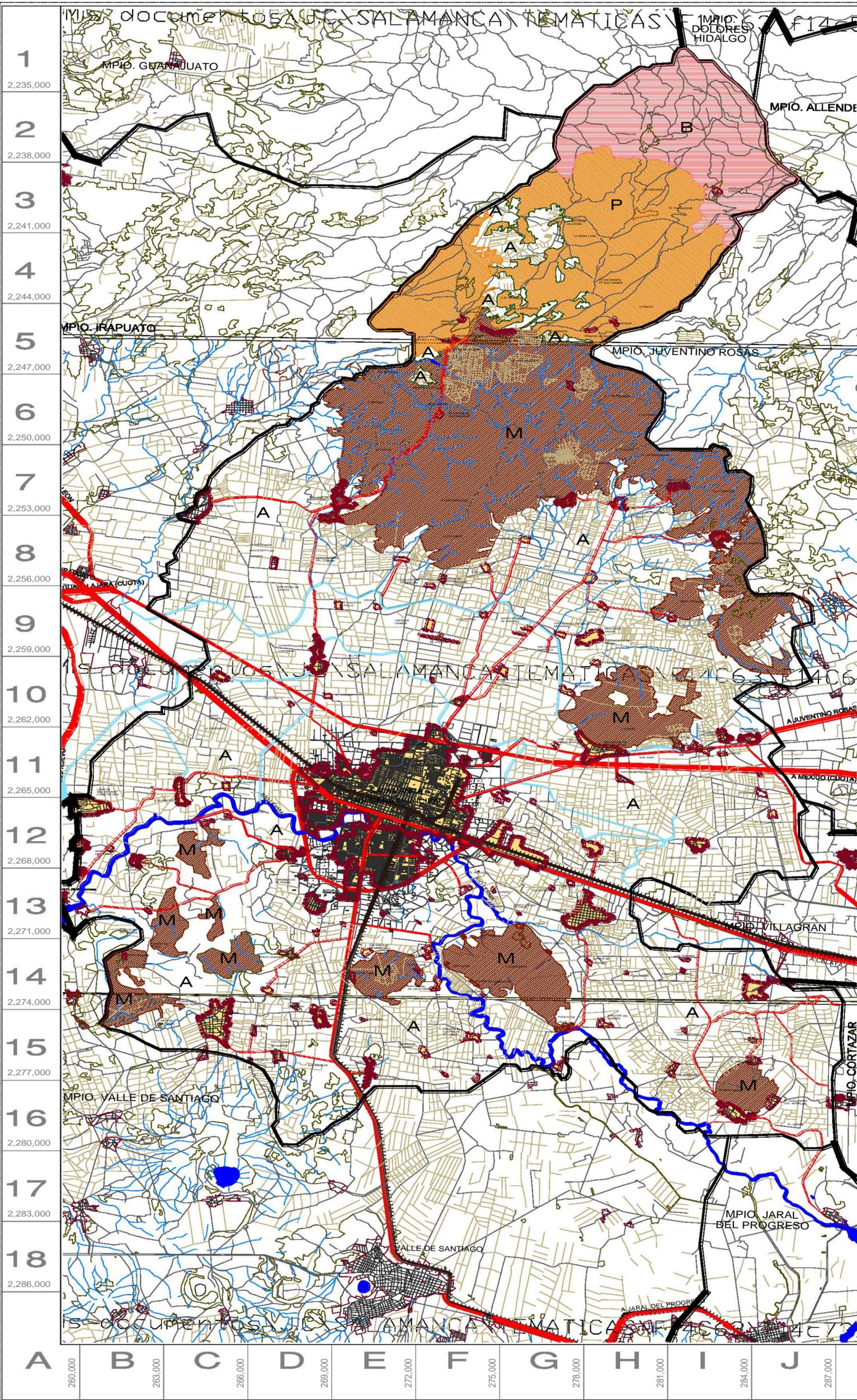
- NOVA NUMERACION DE REFERENCIA
- CS - CANTIDAD DE RESERVA EN CONCENTRACION
- T - TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS
- NE - NIVEL ESTADISTICO EN METROS
- BANCAZOS HIDROGRAFICOS
- CORRIENTES PERMANENTES, CORRIENTES INTERMITENTES
- LEGO DE RIO SECO
- IMPULSO, SALTO DE AGUA
- CANAL, CONDUCCION DE DESAGUADO
- LINIA FUENTE, LINIA INTERMITENTE
- PREDA, DUREZ

- PUNTO GEODESICO
- REDES CONSIDERADO DE PRIMER ORDEN DE SEGUNDO Y TERCER ORDEN
- REDES DE BARRIL DE PRIMER ORDEN DE SEGUNDO Y TERCER ORDEN
- PUNTO DE INFLUENCIA RESERVA METROS
- REPRESENTACION DEL RELIEVE
- CURVA DE NIVEL ACTUAL EN METROS
- CURVA DE NIVEL DISEÑADA
- CURVA DE NIVEL ALUJADO Y SUPERMONTADA
- CURVA DE NIVEL SUPERMONTADA
- APROXIMACION, CURVA ESTADIMETRICA EN METROS
- RESERVA DE OCHO
- PUNTO DE OCHO
- LA CANTIDAD DE AGUA QUE TRANSCURRE POR UN SECCION TRANSVERSAL DE UN RIVERO EN LA CANTIDAD DE AGUA QUE REPRESENTA CON SUS DIFERENTES NOMBRES COMPLETO MARCO EN LAS PERMANENCIAS DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE REPRESENTA

Anexo XI. Carta de Vegetación.



Anexo XII. Plano de Zonificación de uso de suelo.





SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL



MUNICIPIO DE SALAMANCA, GTO.

SIMBOLOGIA

A	AGRICULTURA
	MATORRAL
	PASTIZAL
	BOSQUE
	ZONA URBANA

PLAN MUNICIPAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE SALAMANCA, GTO.

	VIA FFCC
	RIO LERMA
	LIMITE DEL AREA URBANA ACTUAL
	LIMITE MUNICIPAL
	VIALIDAD REGIONAL
	TERRACERIA

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL Y HUMANO SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL

DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO URBANO Y OBRAS PUBLICAS MUNICIPALES

0 0.5 1 1.5 2 3 4 5 km

ESCALA GRAFICA

NORTE	<p>PLANO:</p> <p style="text-align: center;">USO DE SUELO</p> <p style="text-align: center;">D-05</p> <p style="text-align: center;">ANTECEDENTES</p> <p style="text-align: center;">NOVIEMBRE 2004 1: 6000 METROS</p>
-------	--