



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE LA REHABILITACIÓN DEL PARQUE
FUNDIDORA ÁREA DE SUELO CONTAMINADO
CON METALES TOTALES Y LIXIVIABLES**

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN SANITARIA

P R E S E N T A:

ING. JOEL MIJANGOS AVILA

**DIRECTOR DE TESINA: DRA. GEORGINA FERNÁNDEZ
VILLAGÓMEZ**

MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE 2014



AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos a la Dra. Georgina Fernández, por su apoyo, buena disposición y tiempo entregado a lo largo del trabajo de tesis.

También agradecer a mi familia que siempre estuvieron apoyándome a lo largo de mi formación académica y yo se que seguirán siempre apoyándome y alentándome en cada proceso de mi vida.

También a mis amigos y compañeros de la carrera, por apoyo y animo entregado durante todo este tiempo.

A Fer que me apoyo en el transcurso de esta especialidad y en la vida para cumplir algunas metas.

A todos, mis más sinceros agradecimientos



1.- Introducción	1
1.1 Objetivos	4
1.2 Objetivos específicos	4
2.- Conceptos	5
2.1 Principales causas de contaminación de sitios	6
2.2 La importancia de un suelo limpio	6
2.3 Remediación de un sitio	7
2.4 Requerimientos Administrativos	8
3.- Historia del lugar	10
3.1 Historia de la Fundidora	11
3.2 Ubicación del lugar	13
4.- Caracterización	17
4.1 Hidrología y Clima	18
4.2 Geología regional	18
4.3 Geología e Hidrología local	21



5.- Estudio de riesgo	22
5.1 Definición	23
5.2 Evaluación de riesgo	24
5.3 Calidad del aire	26
6.- Remediación	30
6.1 Remediación del suelo	31
6.2 Legislación Mexicana	35
7.- Uso actual	40
8.- Conclusiones	46
Glosario y Referencias	48



CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN



ESTUDIO DE LA REHABILITACIÓN DEL PARQUE FUNDIDORA ÁREA DE SUELO CONTAMINADO CON METALES TOTALES Y LIXIVIABLES

INTRODUCCIÓN

Un suelo contaminado es aquel que ha sufrido un cambio en sus características físicas, químicas o biológicas que por su naturaleza, dimensión o duración en el tiempo resulte incompatible con sus propiedades funcionales de uso o suponga una amenaza grave para la salud pública o el ambiente. (Fernández y García, 2013).

La operación de fundidoras, refinerías y de diversas actividades industriales y comerciales donde se generaron o manejaron materiales y residuos peligrosos trajo como consecuencia que al día de hoy existan muchos sitios contaminados en el país.

Las tecnologías utilizadas en la producción generaban emisiones y residuos que impactaban al ambiente por no ser eficientes, por tal motivo esto ocasionó que residuos, en muchas ocasiones no fueron dispuestos adecuadamente o simplemente en el tiempo en que se desarrollaron dichas actividades productivas no existía un marco normativo ambiental que regulara dicho manejo de residuos y emisiones. (Lindell, 2009).

En la actualidad muchas de estas situaciones siguen afectando el suelo y por lo tanto al medio ambiente, a pesar de que ya se cuenta con un marco normativo ambiental pero muchas veces no es tan estricto para una disminución de la contaminación o anular el contaminante que afecta al medio ambiente.

El desarrollo de nuevas tecnologías depende de los elementos que se obtienen por actividades minerometalúrgicas o del reciclaje de otros materiales, la excavación de minas, la remoción de minerales, el proceso y extracción de metales puede causar daños ambientales. (Sposito, 1989).

Lo anterior condujo, que un gran número de sitios dedicados a esas actividades, a la contaminación del suelo y en algunos casos también del agua subterránea.



Los riesgos que se ocasionan debido a la contaminación son principalmente para la salud de la población que vive en los alrededores de estos sitios. Es por ello que la remediación y la renovación de sitios contaminados tienen prioridad alta, puesto que a través de ello se logran reducir significativamente dichos riesgos. (Lindell, 2009).

La problemática de la contaminación del suelo es que es capaz de afectar de forma negativa a las comunidades que se desarrollan sobre ellos y pueden pasar a lo largo de la cadena trófica, produciendo un riesgo para la salud de la humanidad. Sin embargo, por otro lado, es fundamental tener en cuenta la nula percepción de la contaminación de los suelos, aunque se concierne que algunos compuestos utilizados en la agricultura (fertilizantes químicos, plaguicidas y herbicidas) causen perjuicios para ellos. El aire que se respira si huele mal, o el agua que se bebe si sabe mal, son elementos indicadores de la contaminación de estos medios, pero no se puede detectar en poco tiempo la contaminación de un suelo.

En México existen algunos casos de remediación de sitios en donde antes había contaminación del suelo por refinerías, talleres, acerías, fundidoras y más. En estos sitios ya fueron llevadas a cabo la remediación por subsiguiente el reaprovechamiento y renovación urbana de los terrenos, además de que las remediaciones y renovaciones urbanas dan enormes revalorizaciones para la calidad de vida de los ciudadanos. (Lindell, 2009).

Para manejar de una manera modular la información de acuerdo al tipo y causa de contaminación de un sitio, se atiende la clasificación de sitios contaminados establecida en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en:

- “Emergencia Ambiental”; sitio contaminado por un evento súbito o accidente y
- “Pasivo Ambiental”; sitio contaminado que no ha sido atendido en tiempo y forma, cuya contaminación se originó en un largo periodo de tiempo por la falta de un manejo adecuado de materiales y residuos peligrosos y/o por la falta de acciones correctivas en dicho manejo.



1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de la rehabilitación del Parque Fundidora área de suelo contaminado con metales totales y lixiviables, considerando la normativa mexicana.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.-Recopilar la información sobre el Parque Fundidora en medios impresos y electrónicos.
- 2.-Señalar los trámites que se presentan ante las autoridades pertinentes, para el proceso de la remediación del suelo contaminado.
- 3.-Identificar e indicar la normativa aplicable en todas las etapas de la rehabilitación del suelo, así como su cumplimiento.
- 4.-Revisar el estudio de riesgo de acuerdo al tipo de contaminantes presentes en el suelo.
- 5.-Investigar los compuestos tóxicos presentes en el suelo revisando los archivos oficiales.
- 6.-Describir el proceso de la remediación de suelo contaminado consultando la legislación mexicana.



CAPÍTULO 2.

CONCEPTOS



CONCEPTOS

Un suelo contaminado es aquel que ha sufrido un cambio en sus características físicas, químicas o biológicas que por su naturaleza, dimensión o duración en el tiempo resulte incompatible con sus propiedades funcionales de uso o suponga una amenaza grave para la salud pública o el ambiente. (Fernández y García, 2013).

2.1 PRINCIPALES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN DE SITIOS

-La disposición inadecuada de residuos peligrosos en terrenos baldíos, bodegas, almacenes e instalaciones industriales.

-Las fugas de materiales peligrosos (en especial los hidrocarburos y sus derivados) de tanques, contenedores subterráneos, tuberías y ductos.

-La lixiviación de residuos peligrosos en sitios de almacenamiento y en sitios donde se desarrollan actividades de manejo de residuos peligrosos.

-Los derrames de sustancias químicas por accidentes de transporte.

-La disposición inadecuada de residuos peligrosos o sólidos contaminados con éstos en los sitios de disposición final para residuos sólidos urbanos.

(SEMARNAT, 2010)

2.2. LA IMPORTANCIA DE UN SUELO LIMPIO

Como ya se sabe un suelo contaminado perjudica el medio ambiente, la salud y el valor monetario de un predio con suelo contaminado, algunas de las principales funciones del suelo son:

- Actuar como filtro regulador durante la recarga de acuíferos y protección de éstos.



- Llevar a cabo ciclos biológicos, biogeoquímicos y de red trófica.
- Constituir un hábitat biológico y de reserva para la preservación de especies y diversidad genética.
- Ser base física para producción de alimentos
- Ser productor de recursos forestales

(SEMARNAT, 2010)

2.3. REMEDIACIÓN DE UN SITIO CONTAMINADO

Son las medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en el LGPGIR. La estrategia que se aplica en seguimiento de las disposiciones de la LGPGIR es que a través del Gobierno Federal se coordinan las etapas de la gestión con base en acuerdos entre la federación, los estados y/o municipios en donde se encuentran dichos pasivos ambientales.

En Aguascalientes, Monterrey, Chihuahua, Tijuana y en el Distrito Federal ya hay ejemplos de la remediación de sitios en donde antes había refinerías, talleres, acerías o fundidoras. En estos ejemplos ya fueron llevadas a cabo la remediación de suelos y la subsiguiente reaprovechamiento y renovación urbana de los terrenos. Siendo así se demuestra que las remediaciones y renovaciones urbanas dan revalorizaciones para la calidad de vida de los ciudadanos.

Antes de su remediación, estos sitios eran un gran problema social y ambiental en las ciudades en las que se encontraban. Estos sitios contaminados frenaban el desarrollo en las ciudades o en las áreas de las ciudades donde estaban inmersos y provocaron problemas de imagen, problemas de salud, de deterioro en el equipamiento urbano y de marginación. En este sentido, la remediación de estos sitios fue una oportunidad para las ciudades de abrillantar su imagen y eliminar obstáculos a la recuperación de elementos de competitividad en los núcleos urbanos. (Lindell, 2009).



Tipos de contaminantes frecuentes encontrados en un suelo

- Hidrocarburos o productos derivados del petróleo.
- Metales y metaloides (Plomo, Cadmio, Mercurio, Arsénico, entre otros).
- Hidrocarburos halógenados.

Un programa de Recuperación de Suelos Contaminados proporciona las herramientas para realizar un estudio del medio y, a través de muestreos y análisis, se elabora un mapa de riesgos para establecer de medidas correctoras o bien redactar un proyecto de recuperación de un sitio contaminado.

2.4 REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

De acuerdo a la estancia realizada en la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales los requerimientos administrativos necesarios para llevar a cabo un tratamiento de suelo contaminado son:

- 1.- Datos generales del responsable de la contaminación
- 2.- Actividades del responsable de la contaminación
- 3.- Resultados de las investigaciones históricas
- 4.- Nombre y firma del representante legal
- 5.- Domicilio para recibir notificaciones

Un estudio de caracterización que incluye:

- 6.- Ubicación del sitio contaminado
- 7.- Descripción del sitio contaminado
- 8.- Uso actual del sitio contaminado
- 9.- Ubicación de los cuerpos de agua en el lugar



- 10.- Si la autoridad del agua fue informada de algún daño a cuerpos de agua
- 11.- El tipo de contaminante liberado al ambiente
- 12.- Cantidad de contaminante liberado al ambiente
- 13.- Área del suelo dañado
- 14.- Volumen del suelo dañado
- 15.- El plan de muestreo (de acuerdo a normas mexicanas)
- 16.- Resultados de los análisis (Químicas, Físicas, Biológicas) del contaminante (interpretación de valores, profundidades)
- 17.- Metodología a aplicar para cada prueba
- 18.- Descripción de las condiciones geológicas, geo-hidrológicas e hidrológicas
- 19.- Descripción de las condiciones climáticas y físicas que afecten el comportamiento de los contaminantes
- 20.-Determinación de la distribución y el comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y en los acuíferos con base a los resultados obtenidos
- 21.-Datos de responsables de las técnicas de remediación

Se debe anexar comprobantes como cadena de custodia, planos de iso concentraciones, acreditaciones y aprobaciones de empresa remediadora, laboratorios responsables de los análisis y fotografías de los trabajos realizados.

(SEMARNAT, 2010)



CAPÍTULO 3.

HISTORIA DEL LUGAR



3.1. HISTORIA DE LA FUNDIDORA MONTERREY, S.A.

La Fundidora Monterrey, S.A., empresa que dio inicio a la industria del acero en México y América Latina. La periodización comprende datos sobre siete momentos históricos (Rojas, 2009).

Primer período de 1900 a 1911; segundo período de 1912 a 1929; tercer período de 1930 a 1939; cuarto período de 1940 a 1960; quinto período de 1961 a 1969; sexto período de 1970 a 1975; séptimo período de 1977 a 1986.

1900-1911. Desde la fundación de la empresa en 1900 y la primera vaciada del horno alto No. 1, el año de 1903, hasta el año de 1911 cuando se estableció el récord de las 85 mil toneladas de acero en lingote.

1912-1929. El año del inicio de este segundo período se relaciona con los acontecimientos revolucionarios y sus repercusiones en la vida de la Fundidora Monterrey, S. A. Al recrudecerse la fase armada de la revolución y la crisis internacional entre 1913 y 1918 hicieron caer la producción hasta las cifras del año 1929.

1930-1939. Este lapso de nueve años estuvo marcado por la crisis de 1929 y el estallamiento de la Segunda Guerra Mundial en 1939.

1940-1960. Tiempos de la Segunda Guerra Mundial. En México se inicia el período de industrialización por sustitución de importaciones. En ese contexto el año de 1943 Fundidora Monterrey, S.A. pone en operación el segundo alto horno.

1961-1969. Se inicia con las primeras producciones de la nueva planta Aceros Planos. Se puso en marcha el Segundo Plan de Modernización y Expansión.

1964-1968. Se agregaron nuevos hornos recalentadores de lingotes. En la filial de Aceros Planos se amplió su capacidad de producción al introducirse un nuevo molino continuo de laminación en frío.

1970-1975. Este período fue bautizado por los directivos de la empresa como La nueva Fundidora Monterrey.

1977-1986. Período en el cual la empresa forma parte del Estado hasta la declaración de quiebra en el mes de mayo de 1986.



Los Altos Hornos

A lo largo de los 86 años de actividad de la Fundidora Monterrey, S.A., produjo hierro de primera fusión en tres altos hornos. El número 1 inició sus operaciones en 1903; el número 2 se instaló en la década de los cuarenta, en la época de la Segunda Guerra Mundial; el número 3 comenzó a producir hierro en 1968, en el marco del tercer plan de expansión. (Rojas, 2009)

Los hornos de aceración

El hierro crudo o arrabio que salía del alto horno podía ser utilizado para fabricar piezas de hierro fundido, sin embargo el propósito principal del proceso era obtener acero; la necesidad de esta segunda fase proviene del hecho de que el hierro producido en el horno alto contiene muchos elementos indeseables, que afectan la pureza del acero, el silicio, el fósforo, el azufre y el carbono; en particular éste último; un porcentaje de carbono por arriba del cinco por ciento en el contenido del hierro lo hacía quebradizo. Para disminuir el contenido de carbón del hierro y eliminar los demás componentes nocivos, se requería quemarlos y someterlos al proceso de oxidación. El objetivo final del proceso de transformación tenía como propósito obtener una aleación de hierro con carbono, en proporciones apropiadas, para obtener el producto maleable y dúctil llamado acero ordinario o acero común. (Rojas, 2009)

El proceso de laminación

El proceso de laminación consiste en un procedimiento de forja utilizando rodillos pesados que ejercen presión sobre el lingote de acero, con lo cual se disminuye su grosor y se ensanchan sus dimensiones, para darle la forma de lámina, o también de productos redondos, como pueden ser barras, vigas, perfiles, ángulos canales, rieles. (Rojas, 2009)

El departamento de aceración

Durante muchos años los materiales sobrantes, producidos en la planta, se estuvieron acumulando hasta formar un auténtico cerro en el interior de la planta. La empresa venía utilizando tales materiales desde hacía tiempo, empleando en los trabajos de recuperación a los propios trabajadores del departamento de materias primas, quienes obtenían ingresos adicionales a sus salarios, por concepto de trabajos a contrato dedicados a extraer los materiales de hierro de los graseros.



Con el tiempo los materiales extraídos de la superficie de los graseros se volvieron insuficientes, por lo cual los trabajos requerían mayores esfuerzos. (Rojas, 2009)

3.2. UBICACIÓN DEL LUGAR

La exfundidora está ubicada en Avenida Fundidora y Adolfo Prieto s/n Col. Obrera, Monterrey, Nuevo León, México C.P. 64010, (Parque Fundidora, 2014), figuras 3.1, 3.2 y 3.3.



Figura 3.1. Localización del país

Fuente Google maps, 2014



Figura 3.2. Localización del Estado de Nuevo León
Fuente (explorando México, 2014)

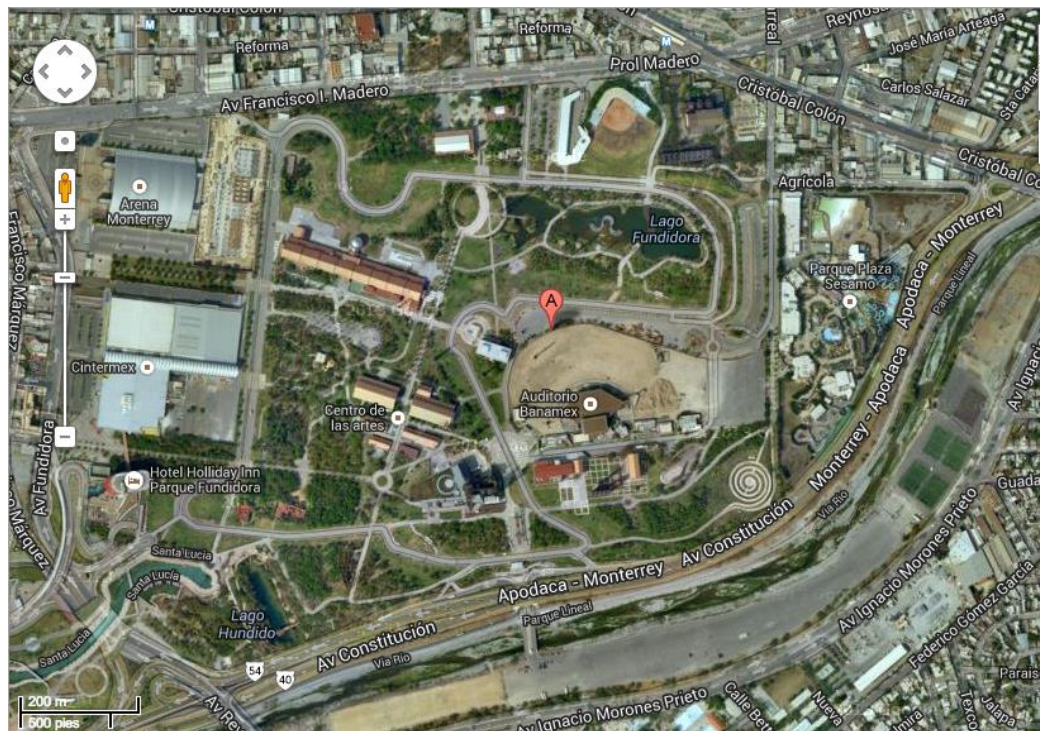


Figura 3.3. Localización de la Ex Fundidora
Fuente Google maps, 2014



El predio de estudio cubre un área total aproximadamente de 28 hectáreas, y se localiza en el Municipio de Monterrey, Nuevo León; entre las calles: Aramberri (Prolongación de Ruperto Martínez oriente), Antonio Coello, Av Constitución y R. Ramírez; Al poniente limita con propiedades particulares que dan frente a la Av. Félix Uresti Gómez, al oriente del predio se ubica la Av. Cristóbal colón.

El predio se localiza en una zona totalmente urbana, al interior del área metropolitana de Monterrey, y rodeado por una amplia gama de usos de suelo.

(SEMARNAT, 2010)

En las siguientes figuras se muestra la delimitación del terreno en el que se llevo a cabo el tratamiento y remediación del suelo contaminado, figuras 3.4 y 3.5



Figura 3.4. Terreno delimitado para remediación de suelo contaminado, (SEMARNAT, 2010)



Figura 3.5. Vista panorámica conexión de paseo Santa Lucía etapa 1 y 2, (SEMARNAT, 2010)



CAPÍTULO 4.

CARACTERIZACIÓN



4.1. HIDROLOGÍA Y CLIMA

En la región hidrológica Río Bravo se localiza la ciudad de Monterrey, por lo que en ésta región se efectúa la explotación de agua subterránea más importante; los campos Topo Chico, Monterrey, Mina y Buenos Aires, son los que aportan el mayor caudal. La calidad del agua en el cañón de la Huasteca, Mina y Monterrey, NL, es dulce, y hacia Saltillo, Coahuila., varía a tolerable.

Los acuíferos del área se dividen en dos tipos: libres y confinados. Los primeros se localizan en la porción nororiental y suroriental de la Ciudad de Monterrey, constituida por arcilla, clásticos gruesos y arenas en menor proporción. En estos suelen encontrar las norias con una profundidad promedio de 10 metros. Los acuíferos confinados son los más importantes y se localizan geológicamente en los acuíferos calcáreos, se originan a la buena transmisibilidad de la roca y a fenómenos de disolución (Cársicos).

(SEMARNAT, 2010)

El clima en Nuevo León es extremo. Es principalmente caluroso y seco, pero tiene temperaturas templadas en las áreas más altas, heladas en invierno y una fuerte temporada de lluvias a veces acompañada de huracanes.

Monterrey tiene una temperatura promedio de 23°C, aunque suele llegar a los 40°C en verano y a menos de 0°C en invierno. La humedad promedio es de 62% y hay lluvias fuertes durante los meses de agosto, septiembre y octubre.

(Nuevo León Unido, 2014)

4.2 GEOLOGÍA REGIONAL

Tomando en cuenta la carta geológica minera el tipo de suelo que se encuentra en Monterrey es aluvial, lutita-caliza lo que comprende el área de la fundidora, se hace una ampliación de la misma carta Geológica, figura 4.1 y 4.2.

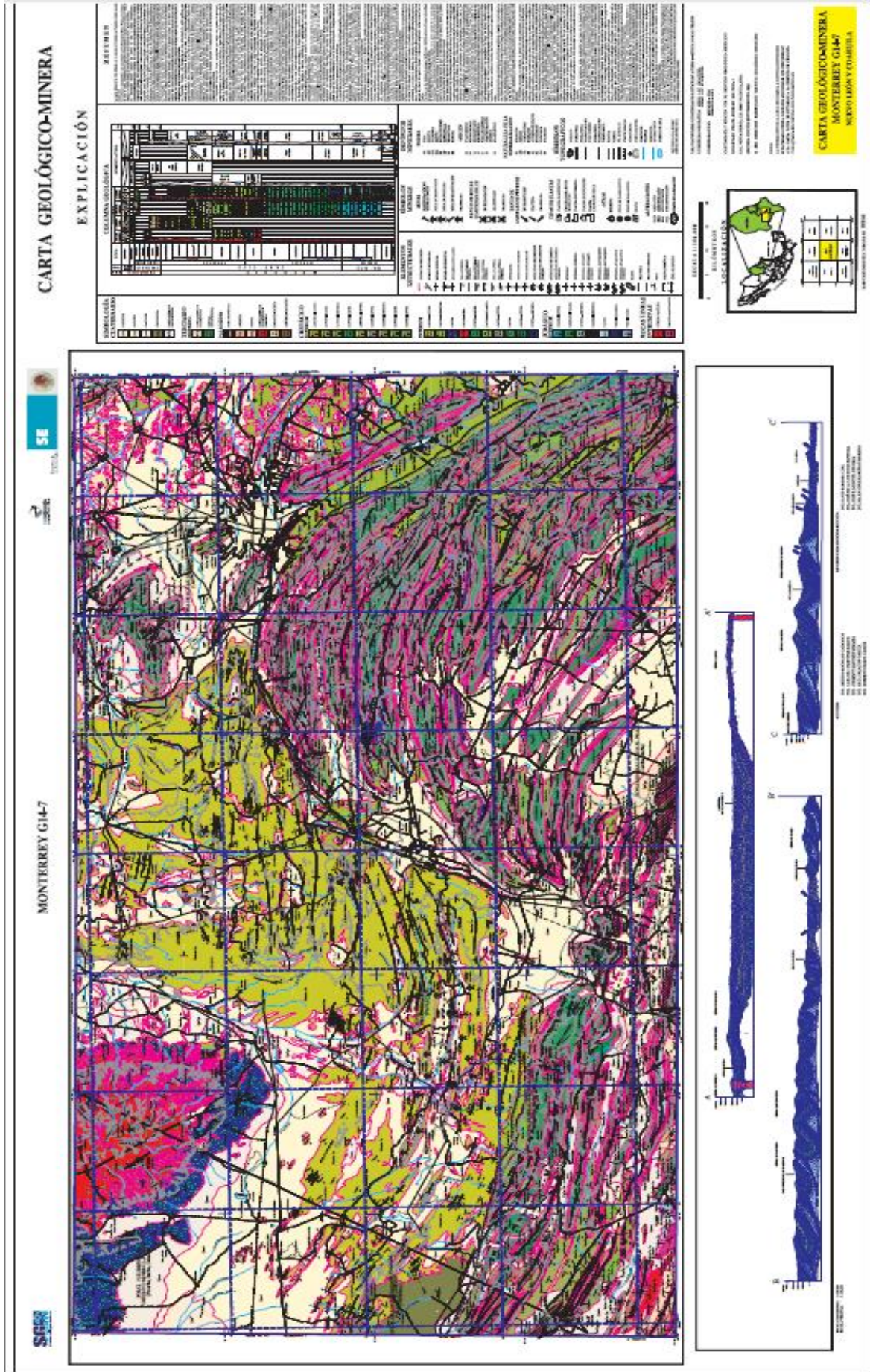


Figura 4.1 Carta Geológica minera
Fuente (Instituto de Geología UNAM, 2014)

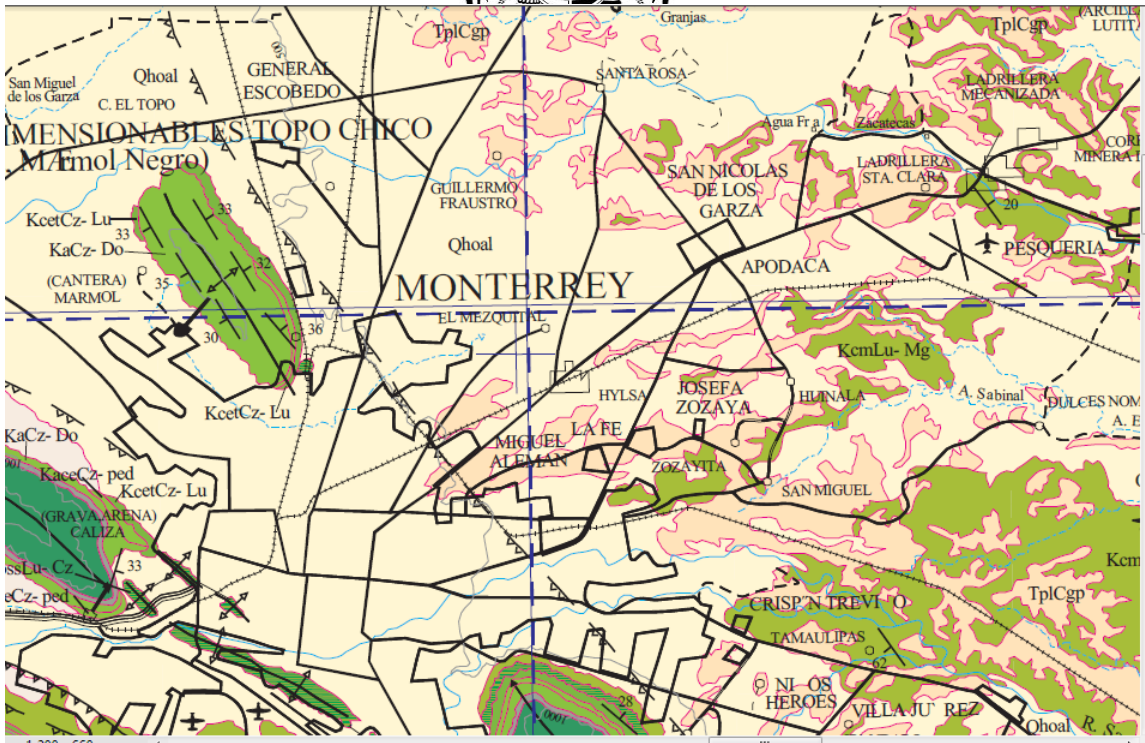


Figura 4.2 Acercamiento de la carta Geológica minera
 Fuente (Instituto Geología UNAM, 2014)

La Sierra Madre Oriental, complejo geológico al cual pertenece el área de estudio, está constituida de plegamientos de rocas sedimentarias marinas, cuya edad va desde el Paleozoico al Eoceno Superior.

La Sierra Madre Oriental es una cadena montañosa de origen estructural, formada por una serie de plegamientos alargados, orientados al NNO-SSE, que se extienden desde el SO de Monterrey, Nuevo León, hasta Teziutlán, Puebla. (Lopez, 1982).

Esta Sierra tiene su origen estructural constituido en gran parte por sedimentos del Mesozoico, depósitos que evolucionaron sobre un basamento del Precámbrico. La Subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses están constituidas por sierras de caliza plegadas, la mayoría orientadas de noroeste a sureste, escarpadas y más bien pequeñas. Sus ejes estructurales están bien definidos y, especialmente en el sur, se presentan anticlinales alargados con los lomos erosionados. (Lopez, 1982).

Esta cadena montañosa de origen estructural está compuesta por pliegues estrechos con una orientación que sigue el rumbo general de la misma, se extiende desde el Suroeste de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León, hasta Teziutlán, Puebla, donde es interrumpida en la superficie por derrames ígneos del Eje Volcánico Mexicano (Lopez, 1982).



4.3. GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA LOCAL

Geológicamente el área de estudio está constituida por sedimentos aluviales producto de la erosión y transporte de los materiales rocosos provenientes de la Sierra Madre Oriental. Desde el punto de vista hidrogeológico es conocido que dentro de los sedimentos aluviales se localiza un acuífero en poros, el cual corresponde a los canales de gravas, por debajo de estos sedimentos aluviales se localiza la formación Méndez compuesta por lutitas y lutitas calcáreas, en la parte superior de esta formación se encuentra la zona meteorizada de las lutitas y más abajo se encuentra el acuífero en fracturas, el cual puede interactuar con el acuífero de los canales de gravas.

En la localidad existe un tipo de material denominado “escoria”, este tipo de material es desecho proveniente de algún proceso de fundición.

(SEMARNAT, 2010)



CAPÍTULO 5.

ESTUDIO DE RIESGO



5.1 DEFINICIÓN

El riesgo ambiental es el riesgo resultante de la exposición a un peligro ambiental potencial. Los peligros ambientales pueden ser químicos específicos o mezclas químicas como el humo del tabaquismo pasivo y el del escape de automóviles. También puede haber otros peligros como gérmenes patógenos, el agotamiento de ozono estratosférico, el cambio climático y la escasez de agua.

El riesgo ambiental puede aplicarse a la salud de las plantas, animales, humanos y ecosistemas. El riesgo se ha manejado históricamente mediante el direccionamiento del elemento de exposición. (Mihelcic y Zimmerman, 2011)

En la tabla 5.1 se muestra diferentes peligros de toxicidad ambientales y para la humanidad, así como sus consecuentes mundiales de esta contaminación.

Tabla 5.1 Categorías de peligros y ejemplos de manifestaciones potenciales de peligro

Peligros de toxicidad humana	Peligros de toxicidad ambiental	Peligros físicos	Peligros mundiales
Carcinogenicidad	Toxicidad Acuática	Explosividad	Lluvia ácida
Neurotoxicidad	Toxicidad Aviar	Corrosividad	Calentamiento global
Hepatotoxicidad	Toxicidad Anfibia	Oxidantes	Agotamiento del ozono
Nefrotoxicidad	Fitotoxicidad	Reductores	Amenaza de seguridad
Cardiotoxicidad	Toxicidad Mamífera	pH (ácido o básico)	Eventos de clima extremo
Toxicidad Pulmonar		Reacción violenta con el agua	Escasez de agua
Toxicidad Hematológica			Pérdida de biodiversidad
Toxicidad Endocrina			Persistencia
Inmunotoxicidad			Bioacumulación
Toxicidad Reproductiva			
Teratogenicidad			
Mutagenicidad			



Peligros de toxicidad humana	Peligros de toxicidad ambiental	Peligros físicos	Peligros mundiales
Toxicidad Dérmica			
Toxicidad Ocular			
Interacciones de enzimas			

(Mihelcic y Zimmerman, 2011)

5.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO

Los cuatro componentes de una evaluación de riesgo completa son:

- 1) Evaluación del peligro
- 2) Evaluación de la dosis-respuesta
- 3) Evaluación de la exposición
- 4) Caracterización de riesgo

Una evaluación de riesgo organiza y analiza un gran conjunto de información incrustada en los cuatro componentes para determinar si algún peligro ambiental resultará en un impacto adverso en los seres humanos o en el medio ambiente. El peligro ambiental podría ser la exposición a un químico específico o a un elemento más amplio tal como el cambio climático. (Mihelcic y Zimmerman, 2011).

Los estudios de evaluación de riesgo ambiental tienen por objetivo definir si la contaminación existe en un sitio que representa un riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud humana, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable. (LGPGIRyR, 2010).

Evaluación del peligro

Consiste en una revisión y análisis de datos de toxicidad, evidencia de peso que una sustancia provoca varios efectos tóxicos y la evaluación de que si los efectos tóxicos en un gran contexto ocurrirán también en otros contextos. (Mihelcic y Zimmerman 2011).



Evaluación de la dosis

Una dosis es la cantidad de una sustancia química recibida por un sujeto que puede interactuar con el proceso metabólico del sujeto u otros receptores biológicos después de que la dosis cruza una frontera exterior. (Mihelcic y Zimmerman 2011)

Dependiendo del contexto, la dosis puede ser:

- 1) La cantidad de una sustancia química administrada al sujeto
- 2) La cantidad administrada al sujeto que alcanza una ubicación específica en el organismo
- 3) La cantidad disponible para la interacción dentro del organismo de prueba después de que el compuesto cruza una barrera como la pared del estómago o la piel

Evaluación de la exposición

El propósito de la evaluación de la exposición es el determinar la extensión y frecuencia de la exposición humana a químicos específicos.

Las vías por las cuales se puede estar expuesto son:

- Agua (salud humana y ambiental)
- Aire (Salud humana y ambiental)
- Alimentos (Salud humana)

Las Rutas por las cuales existe exposición son:

- Ingestión
- Inhalación
- Contacto
- Dérmico

La evaluación de la exposición también puede determinar el número de personas expuestas y el grado de absorción mediante varias rutas de exposición.



Se calcula el consumo humano de sustancias químicas a través de mecanismos como beber agua, respirar aire e ingerir tierra (polvo). También puede existir contacto dérmico mediante el contacto directo con compuestos químicos o tierras contaminadas. (Mihelcic y Zimmerman, 2011)

Caracterización del riesgo

La caracterización del riesgo es la última etapa de la evaluación de un riesgo, en la que se integra la información sobre la toxicidad, obtenida en la evaluación dosis-respuesta, y los resultados de evaluar la exposición. Esto nos permite obtener una base de discusión sobre la naturaleza y el alcance de ese riesgo.

Se considera que la caracterización del riesgo debe incluir una discusión de los supuestos hechos a lo largo de los cálculos, y de las limitaciones e incertidumbres de los datos en los cuales se basa la evaluación de ese riesgo (Ize, et al, 2010)

5.3 CALIDAD DEL AIRE

El tema de la contaminación del aire y de su influencia en la salud de la población y los ecosistemas cobra cada día más importancia debido en gran parte a que los signos más notorios de una deficiente calidad del aire, como la menor visibilidad y el incremento en las molestias y enfermedades asociadas a la contaminación, son ya cotidianos en las principales ciudades del país.

La calidad del aire, además de ser afectada por factores climáticos y geográficos, tiene una relación directa con el volumen de los contaminantes emitidos a la atmósfera. La incorporación de contaminantes al aire no sólo tiene efectos en el ámbito local, sino que también los tiene a nivel regional y global. (SEMARNAT, 2006)

Los inventarios de emisiones pueden entenderse como la contabilidad de la cantidad de contaminantes liberados a la atmósfera en una zona y tiempo determinados. La información se integra con cuatro tipos de fuentes:

- Fuentes fijas: se componen por fuentes estacionarias de gran tamaño, como plantas industriales.
- Fuentes móviles: incluyen todo tipo de vehículos o equipos con motores que utilizan gasolina o diesel, como automóviles, tractores, aviones y barcos.



- Fuentes naturales: comprenden las fuentes biogénicas (vegetales y microorganismos) y geogénicas (volcanes y otras fuentes de origen geológico).
- Fuentes de área: incorporan a las fuentes estacionarias no incluidas en las fuentes fijas, que son demasiado pequeñas para ser registradas individualmente (gasolineras, tintorerías, o instalaciones que utilizan disolventes, entre otras) y actividades diversas que generan emisiones como la aplicación de fertilizantes y la emisión de polvos fugitivos en caminos no pavimentados.

(SEMARNAT, 2006)

Los estudios de evaluación de riesgo ambiental se tomaran en cuenta:

Con base en los contaminantes que se tienen (metales), los problemas que causan a la salud estos contaminantes son:

Plomo (metal tóxico).

Cuando se ingiere o inhala polvo de plomo, parte del veneno puede permanecer en el cuerpo y causar serios problemas de salud, como: daño renal y/o auditivo, problemas de comportamiento y atención, afectaciones en la inteligencia de los niños, lentitud en el crecimiento corporal y anomalías en los fetos.

Contacto en la Piel: El Plomo puede ser absorbido por la piel después de la exposición prolongada. El contacto durante períodos cortos puede causar la irritación local.

Exposición crónica (a largo plazo): La sobreexposición crónica para conducir puede causar el daño severo a formación de sangre, sistemas nerviosos, urinarios y reproductivos. Algunos síntomas comunes de la sobreexposición crónica incluyen la pérdida del apetito, gusto metálico en boca, ansiedad, estreñimiento, náusea, palidez, cansancio excesivo, debilidad, insomnio, dolor de cabeza, irritabilidad nerviosa, músculo y dolor conjunto, temblores finos, entumecimiento, mareo, hiperactividad, cólico. (Mayco Industries, Inc., 2009).



Mercurio

La inhalación de una concentración alta causa edema pulmonar agudo y neumonitis intersticial, la cual, puede ser fatal o generar tos persistente. Otros efectos son: salivación, dolor abdominal, dolor en el pecho, náusea, vómito y diarrea.

Mutagenicidad: En cuanto a humanos, se han reportado resultados positivos y negativos de aberración cromosomal, por lo que no es claro el efecto de este producto.

Peligros reproductivos: Se ha observado que el mercurio traspasa la placenta, en mujeres ocupacionalmente expuestas al mercurio, complicaciones en el embarazo, en el parto, bebés de bajo peso, disturbios en la menstruación, abortos espontáneos y en el caso de incidencia, malformaciones en el feto.

(Química UNAM, 2013)

Arsenico

Inhalación: Calambres abdominales, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, debilidad o colapso. Respirar polvos de fundición puede irritar la nariz y la garganta.

Contacto con la piel: El contacto con la piel puede causar irritación, ardor, picazón y salpullido.

Contacto con los ojos: El contacto con los ojos puede causar irritación, quemaduras, ojos enrojecidos y lagrimeo.

Ingestión: Calambres abdominales, daño intestinal, diarreas, etc.

Los efectos más peligrosos de una exposición al arsénico, es cáncer al pulmón por inhalación y cáncer a la piel por ingestión.

(Polvos de Fundición, 2013).



Zinc

Generalmente no tóxico. No obstante, algunos compuestos con Zn pueden afectar a los humanos severamente. Sales de Zn producen efectos desde irritación de boca y garganta (sulfato de Zn) a dolor intenso de estómago,

vómitos, diarrea y posible muerte en caso de ingesta masiva. Puede causar irritación en los ojos.

Inhalación de polvo produce irritación gastro intestinal o paro respiratorio.

Ingestión, puede causar gastritis y vómito.

(Polvo de zinc, 2013).

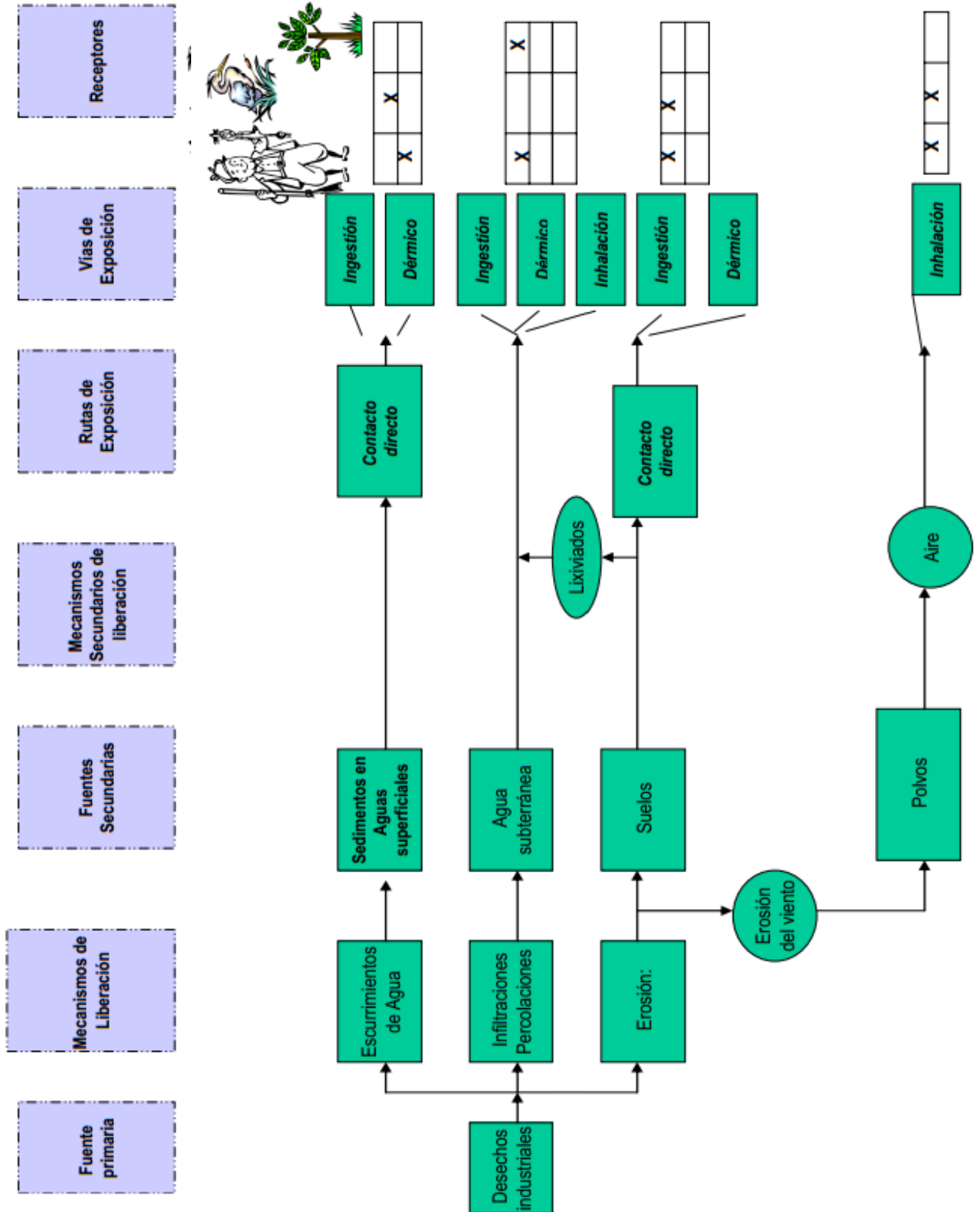
En la siguiente tabla 5.2 se observa las diferentes enfermedades del ser humano relacionadas a la exposición de dichos elementos, ya sea por tiempos cortos o prolongados, así como en la figura 5.1 la cual esquematiza las diferentes vías de transporte y contaminación.

Tabla 5.2 Continuidad de riesgos a la salud debido a la exposición a no carcinógenos con rango desde menos serio a más serio

Menos serio Reversible No debilitante No amenazante de la vida			Más serio Irreversible Debilitante Amenazante de la vida		
Erupción Cutánea					Cáncer
		Nausea		Daños a los Riñones	
				Asma	
					Daños al sistema nervioso
Tos, irritación de garganta				Bronquitis crónica	
					Defectos de nacimiento
Dolor de cabeza				Mareos	Abortos involuntarios

Figura 5.1. Ejemplo de un modelo conceptual conteniendo la potencialidad de riesgos a la salud o al ambiente en un evento de contaminación de suelo.

NOM-147-SEMARNAT/SS-2004





CAPÍTULO 6.

REMEDIACIÓN



Factores que inciden en la eficiencia de una tecnología de remediación

El comportamiento de un contaminante en el suelo, así como la efectividad de una tecnología de remediación, están determinados por una variedad de factores que interactúan de manera compleja y que dependen de las características propias del contaminante así como de las del suelo. En general, dentro de los factores a considerar se encuentran los siguientes: (Volke, 2002).

Proceso Químicos

- Reacción de Hidrólisis
- Oxidación
- Reducción
- Fotólisis

Procesos Físicos o de Transporte

- Sorción
- Advección
- Dispersión
- Difusión
- Volatilización
- Solubilización

Procesos Biológicos

- Biodegradación
- Biotransformación
- Toxicidad
- Fitorremediación

Entre otras

Clasificación de Tecnologías de remediación

Las Tecnologías de remediación pueden clasificarse de diferentes maneras, con base en los siguientes principios: (Volke, 2002).

- Estrategia de Remediación
- Lugar en que se realiza el proceso de remediación
- Tipo de tratamiento



Son tres estrategias básicas que pueden usarse separadas o en conjunto, para remediar la mayoría de los sitios contaminados. (Volke, 2002).

- ✓ Modificación de los contaminantes. Este tipo de tecnología busca alterar la estructura química del contaminante.
- ✓ Extracción o separación. Los contaminantes se extraen y/o separan del medio contaminado, aprovechando sus propiedades físicas o químicas (volatilización, solubilidad, carga eléctrica).
- ✓ Aislamiento o inmovilización del contaminante. Los contaminantes son estabilizados, solidificados o contenidos con el uso de métodos físicos o químicos.

Lugar de realización del proceso de remediación. En general, se distinguen dos tipos de tecnología: (Volke, 2002).

- In situ. Son las aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo contaminado, sin necesidad de excavar el sitio. Es decir, se realiza en el mismo sitio en donde se encuentra la contaminación.
- Ex situ: La realización de este tipo de tecnologías, requiere de excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (in situ) o fuera de él (ex situ).

En tabla 6.1 se muestra una comparación de algunas ventajas y desventajas de realizar una remediación de suelo contaminado in situ y ex situ.

Tabla 6.1 Remediación in situ y ex situ

	IN STU	EX STU
Ventajas	Permiten tratar el suelo sin necesidad de excavar ni transportar	Menor tiempo de tratamiento
	Potencial disminución en costos	Más seguros en cuanto a uniformidad: es posible homogeneizar y muestrear periódicamente
Desventajas	Mayores tiempos de tratamiento	Necesidad de excavar el suelo
	Pueden ser inseguros en cuanto a uniformidad: heterogeneidad en las características del suelo	Aumento en costos e ingeniería para equipos
	Difícil para verificar la eficacia del proceso	Debe considerarse la manipulación del material y la posible exposición al contaminante

Fuente (Van Deuren y col., 1997)



La antigua fundición funcionó de manera continua hasta el año 1976, año en que se clausuraron definitivamente sus operaciones.

Los residuos industriales generados por los procesos industriales se depositaban en los patios de la empresa, práctica común en el pasado. En la tabla 6.2 se observa una lista de muestras de concentraciones totales de contaminantes existentes en el sitio y que excedieron el criterio Mexicano, por otro lado en la tabla 6.4 se encuentran los resultados de las muestras excedidas haciendo comparativo con los límites máximos permisibles criterio Mexicano.

En las figuras 6.1 y 6.2 cortes estratigráficos y localización de áreas contaminadas para ello se realizó:

- Muestreo de suelo/residuos
- Muestreo y análisis utilizando difracción de rayos para descubrir concentraciones de metales pesados
- Instalaciones de los pozos de monitoreo y muestreo de agua subterránea
- Análisis de las muestras en un laboratorio

Se detectaron metales totales, metales lixiviables, cianuros y sulfuros siendo así considerado un pasivo ambiental con más de 1.6 millones de m³ de residuos industriales.

Tabla 6.2. Muestras realizadas para determinar las concentraciones totales de contaminantes en el suelo.

Elemento	Número de muestras excedieron el criterio Mexicano SEMARNAT (1999) o el de TRRP mg/kg	Concentraciones totales intervalos en mg/kg
Plomo	66	203.58 a 73,028.14
Arsenico	64	20.01 a 85,651.64
Zinc	57	856.02 a 111,208.52
Bario	45	808.31 a 5,190.64
Antimonio	22	16.50 a 2,157.10
Selenio	22	20.85 a 251.53
Cadmio	20	21.04 a 245.53
Manganeso	10	3,499.02 a 375.51
Mercurio	4	26.38 a 375.51
Plata	2	108.55 a 153.53

Fuente: (RELASC, 2008)

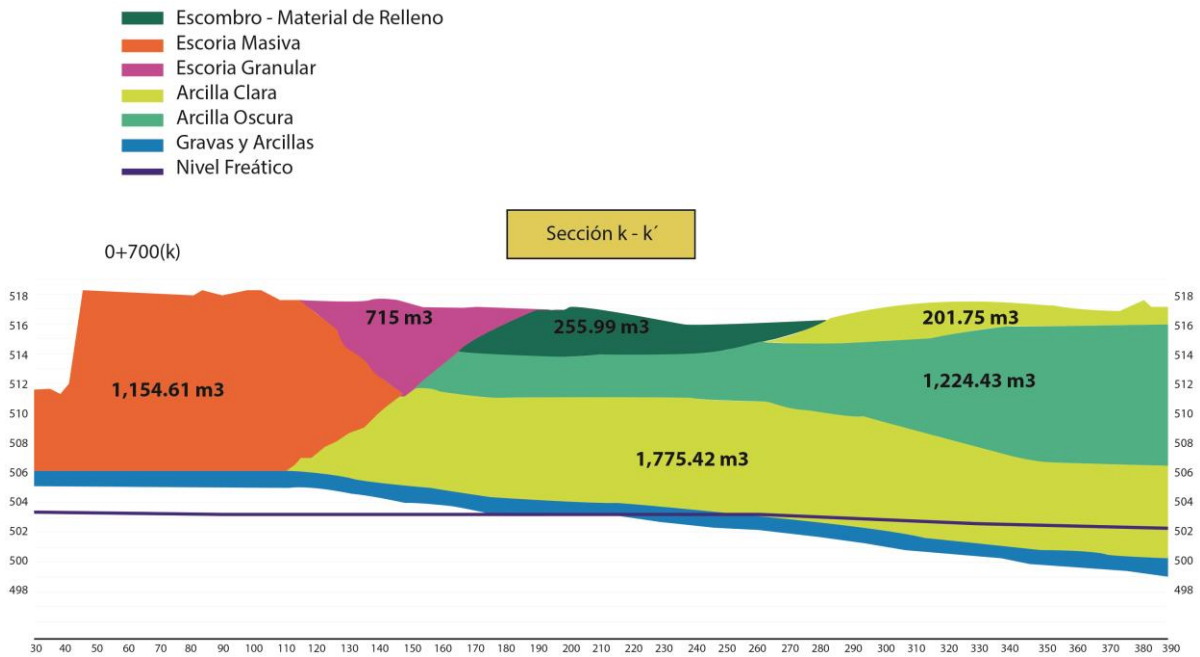


Figura 6.1. Cortes estratigráficos para determinar volumetría de los distintos materiales en el sitio

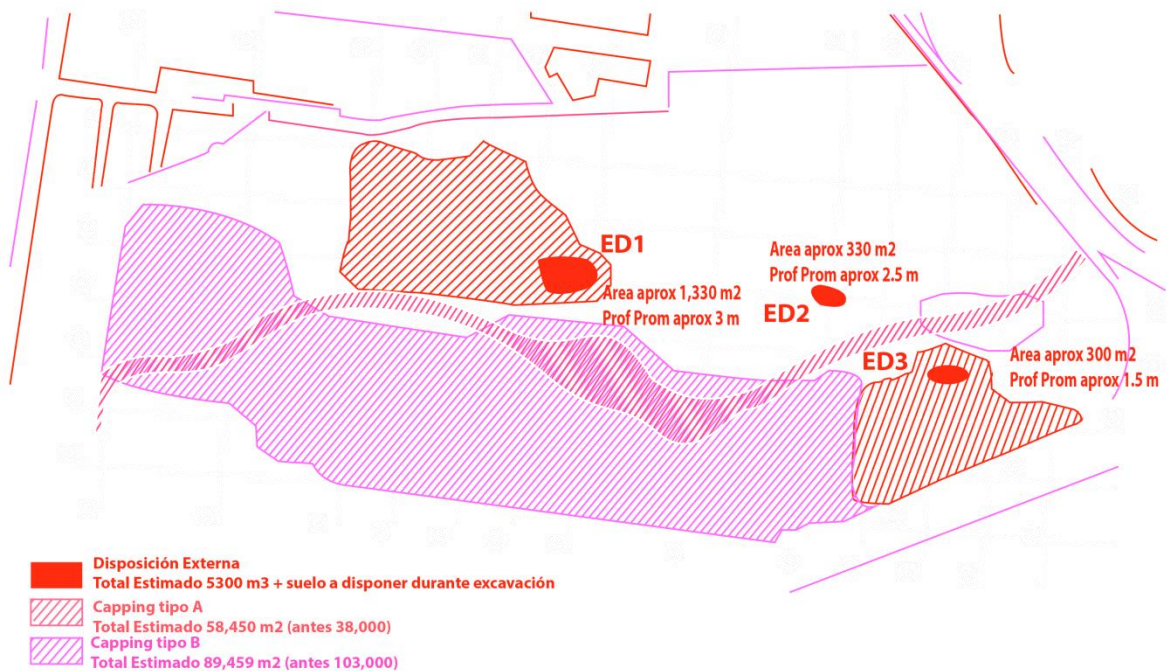


Figura 6.2. Localización de áreas con mayor Concentración de contaminantes (SEMARNAT, 2010)



Debido a la naturaleza de los materiales encontrados en el sitio, se recomienda una combinación de dos diferentes tecnologías de remediación:

Excavación y disposición externa. Esta tecnología se aplicará en los puntos críticos del predio donde se detectaron cenizas de fundición color blanco, descritas anteriormente en el reporte, y comprende la excavación, transporte, tratamiento y disposición del residuo en un centro autorizado, relleno del área con suelo no afectado y existente en el predio y nivelación final. (Lindell, 2009).

Capping tipos” A y B”. Esta tecnología se aplicará en los puntos del predio donde se detectó escoria de fundición. El capping tipo A será aplicado donde se detectó escoria masiva, y el capping tipo B será aplicado donde se detectó escoria granular, y comprende el nivelado de superficie, capping tipo A, capping tipo B, drenaje perimetral y nivelación final. Se determinaron 3 tecnologías de remediación factibles: (Lindell, 2009)

- Excavación y disposición externa.
- Estabilización in-situ.
- Cubierta in-situ.
- Combinación de alguna de ellas

(SEMARNAT, 2010)

6.2 LEGISLACIÓN MEXICANA

Como se podrá observar a lo largo de estos últimos años se ha realizado una serie de acciones tendientes a atender la problemática derivada de la contaminación de suelos por materiales o residuos peligrosos; sin embargo, el marco jurídico no ha permitido una acción integral en la materia.

Por ello, se tiene por objeto principal hacer una serie de planteamientos para mejorar la normatividad ambiental mexicana, para que se realicen ajustes tendientes a identificar suelos contaminados, caracterizando el suelo para definir el grado de contaminación; llevar a cabo acciones de remediación que resulten procedentes, con el propósito de valorizar esos suelos y darles un uso productivo. (SEMARNAT, 2010).



En la tabla 6.3, se tiene un listado de normas mexicanas aplicables para establecer los límites máximos permisibles para la remediación de suelos contaminados.

Tabla 6.3 Normatividad para establecer límites máximos permisibles relacionadas con la remediación de sitios contaminados.

Norma	Tema
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-133-SEMARNAT-2000	Protección ambiental – Bifenilos policlorados (BPC's), especificaciones de manejo.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.
NOM-141-SEMARNAT-2003	Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y pos-operación de presas de jales.
NOM-147-SEMARNAT/SS-2004	Establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, hexavalente, mercurio, níquel, plomo, plata, selenio, talio y/o vanadio.
NMX-AA-132-SCFI-2006	Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra
NMX-AA-134-SCFI-2006	Análisis químicos de muestra de suelos con hidrocarburos fracción pesada por extracción y gravimetría.
NMX-AA-141-SCFI-2006	Suelos – benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (btex) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas, fotoionización o conductividad electrolítica – método de prueba.
PROY-NMX-AA-105-SCFI-2007	Análisis químicos de muestra de suelos con hidrocarburos fracción ligera



Tabla 6.4 Comparación de muestras de concentraciones totales de contaminantes en el suelo contaminado con legislación

Elemento	Número de muestras excedieron el criterio Mexicano SEMARNAT (1999) o el de TRRP mg/kg	Criterio Mexicano SEMARNAT (1999) o el de TRRP mg/kg	Concentraciones totales intervalos en mg/kg
Plomo	66	200	203.58 a 73,028.14
Arsenico	64	20	20.01 a 85,651.64
Zinc	57	800	856.02 a 111,208.52
Bario	45	750	808.31 a 5,190.64
Antimonio	22	15	16.50 a 2,157.10
Selenio	22	20	20.85 a 251.53
Cadmio	20	20	21.04 a 245.53
Manganeso	10	3410	3,499.02 a 375.51
Mercurio	4	20	26.38 a 375.51
Plata	2	95	108.55 a 153.53

Fuente: (RELASC, 2008)

Las siguientes normas fueron ocupadas para la detección de los límites máximos permisibles de sitios contaminados con metales pesados y lixiviables así como la realización del muestreo.

NOM-147-SEMARNAT/SS-2004

La Norma oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SS-2004, que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio y/o Vanadio.

NMX-AA-132-SCFI-2006

Esta Norma Mexicana establece especificaciones generales para el muestreo de suelos cuyo contenido de metales y metaloides requiere ser identificado y cuantificado en el sitio en estudio, para en caso de contaminación, ser remediados.



De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) nos dice que:

Titulo sexto Remediación de sitios contaminados

Sección I

Artículo 132.- Los programas de remediación se formularán cuando se contamine un sitio derivado de una emergencia o cuando exista un pasivo ambiental.

Se considera pasivo ambiental a aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación.

Sección III

Estudios de caracterización

Artículo 138.- El estudio de caracterización contendrá:

I.- La ubicación, descripción y uso actual del sitio contaminado, incluyendo los cuerpos de agua que existen en el lugar y si la autoridad del agua fue informada de algún daño a los mismos;

II.- El tipo de contaminante y cantidad aproximada de liberación al ambiente;

III.- El área y volumen del suelo dañado;

IV.- El plan de muestreo que prevean las normas oficiales mexicanas;

V.- Los resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes en las muestras de suelos y, en su caso, los de los análisis y pruebas químicas, así como los de las pruebas físicas, biológicas y mecánicas practicadas a las mismas, mostrando los valores superficiales o a profundidad, según se requiera, y



VI.- La memoria fotográfica de los trabajos efectuados.

Sección III (sic)

Estudios de evaluación del riesgo ambiental

Artículo 140.- Los estudios de riesgo ambiental tienen por objetivo definir si la contaminación existe en un sitio representa un riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud humana, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable. (LGPGIR, 2013)



CAPÍTULO 7.

USO ACTUAL



Parque Fundidora es el primer concepto de Parque Público Urbano en el norte de la República Mexicana.

Siendo así museo de Sitio de Arqueología Industrial el 24 de febrero de 2001, un acervo patrimonial del Estado en el cual conviven naturaleza, tradición y cultura para el goce de la comunidad. Los visitantes ahora podrán apreciar las 27 macro-piezas industriales entre las que se cuentan los dos Hornos Altos, edificios, chimeneas y 127 piezas más de menor tamaño, distribuidas en los jardines y andadores del Parque. (Parque Fundidora, 2003).

Su superficie de 142 hectáreas brinda a los visitantes diversas áreas destinadas para el descanso, la recreación y la convivencia, brindando un espacio para realizar actividades multifacéticas como el deporte y el entretenimiento, así como actividades económicas, culturales y eventos de todo tipo, que son el eje para el desarrollo y esparcimiento de las personas.

Parque Fundidora brinda un espacio para el conocimiento y la diversión en un ambiente de armonía que enriquezca y retroalimente la vida de nuestra comunidad. (Parque Fundidora, 2013).

CINTERMEX

25 Abril 1991 Centro Internacional de Negocios de Monterrey AC se ha orientado a impulsar las actividades comerciales, industriales y profesionales mediante exposiciones temporales, seminarios, conferencias y convenciones.

AUDITORIO FUNDIDORA

En marzo de 1994 fue inaugurado el Auditorio Fundidora cuenta con 7 mil butacas, 44 palcos y un talud ajardinado donde más de 16 mil espectadores pueden disfrutar de espectáculos artísticos

PLAZA SESAMO

Parque temático que abrió sus puertas en el verano de 1995, este espacio anteriormente se empleo como depósito de materiales terminados en el sector oriente de la Maestranza, ahora un parque recreativo



PARQUE ACERO

Inaugurado en septiembre de 1991, el parque acero es sede de las ligas pequeñas de beisbol y softbol de Nuevo León. Este estadio de 22 mil 500 metros cuadrados es uno de los más importantes de México y América latina ya que en él se han desarrollado eliminatorias internacionales.

ARENA MONTERREY

En julio de 101, la estructura en obra negra fue otorgada para su terminación y uso al grupo empresarial Publimax SA de CV, Abrió sus puertas en 2004.

PABELLON SINTRAM

Abrió sus puertas el 4 de octubre de 2000, se localiza en lo que fue la antigua planta convertidor de energía eléctrica de fundidora

En este edificio se opera el sistema centralizado de semáforos que regula el tránsito vehicular del área conurbana de Monterrey. Al mismo tiempo es un espacio abierto al público donde los visitantes conocen de cerca la importancia de la educación vial.

CENTRO DE DESARROLLO ARTISTICO ALFONSO REYES

Antiguamente preparatoria

(Parque Fundidora, 2003)

Las siguientes figuras 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5 fueron tomadas por el autor de esta tesis las cuales muestran diferentes áreas de las zonas rehabilitadas destinadas para diferentes usos y actividades.



Figura 7.1. Área común de descanso rehabilitada



Figura 7.2. Zona de Artes y recreación



Figura 7.3. Horno 3 actualmente usado como museo, restaurante y mirador



Figura 7.4. Tramo primera etapa del paseo Santa Lucia



Figura 7.5. Tramo segunda etapa del paseo Santa Lucia



CAPÍTULO 8.

CONCLUSIONES



Inicialmente se recopiló la información sobre el Parque Fundidora en medios impresos y electrónicos e incluso se realizó una visita al sitio de estudio encontrándose que dicha recopilación no se realizó al 100% ya que la institución tiene cierta información restringida, además de hay poca información al alcance del público.

Prosiguiendo con el estudio, se señalaron los trámites que se presentan ante las autoridades pertinentes, para el proceso de la remediación del suelo contaminado y se hallaron una serie de requerimientos administrativos necesarios para el tratamiento del suelo.

En otro orden de ideas se identificó e indicó la normativa aplicable en todas las etapas de la rehabilitación del suelo, así como su cumplimiento encontrándose que hay varias NOM que se pueden considerar para dicho estudio.

En lo particular se revisó un estudio de riesgo de acuerdo al tipo de contaminantes presentes en el suelo observando que la información disponible al público es muy general.

Por otro lado se investigaron los compuestos tóxicos presentes en el suelo revisando los archivos oficiales hallándose diversos contaminantes que sobrepasan los límites máximos permisibles presentados en la norma mexicana (NOM 147 SEMARNAT-SS-2004).

Así mismo se describió el proceso de la remediación de suelo contaminado consultando la legislación mexicana de donde se concluye que sí existe la normativa para la determinación del tipo de contaminantes para el ambiente y la salud humana así como los límites máximos permisibles.

Finalmente se realizó un estudio de la rehabilitación del Parque Fundidora área de suelo contaminado con metales totales y lixiviables, considerando la normativa mexicana y se puede comentar que podrían aplicarse más técnicas para la remediación del sitio que mejorarían los niveles máximos permisibles de las sustancias presentes



GLOSARIO Y REFERENCIAS



GLOSARIO

Remediación: Poner remedio al daño. Evitar que suceda algo de que pueda derivarse algún daño o molestia. Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que se establece en la ley.

Lixiviados: Horizonte de un suelo en el que el agua ha arrastrado algunos de sus elementos líquido que disuelve uno o más componentes.

Pasivo Ambiental: Sitio contaminado, que no ha sido remediado, en el que pueden, además, encontrarse depósitos o apilamientos de residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos, los cuales deben de ser manejados conforme a la legislación vigente.

Residuo Peligroso: Se refiere a un desecho considerado peligroso por tener propiedades intrínsecas que presentan riesgos en la salud. Las propiedades peligrosas son corrosivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico – infeccioso (CRETIB).

Minerometalurgias: Corresponde a la actividad económica relacionada con la extracción de elementos y minerales del cual se puede obtener un beneficio económico.

Biogeoquímicos: Interacción entre compuestos geoquímicos y organismos vivos

Red Trófica: Conjunto de relaciones entre cadenas alimentarias, que existen en las especies de una comunidad biológica, y que representa el flujo de materia y energía que atraviesa el ecosistema.

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

SEMARNAT: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Bifenilos Policlorados: Son una serie de compuestos organoclorados, que constituyen una familia de 209 congéneres, los cuales se forman mediante la cloración de diferentes posiciones del bifenilo.

Hidrocarburos: Compuestos químicos, constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno.



Jales Mineros: Son apilamientos de rocas molidas que quedan después de que los minerales de interés como el plomo, zinc, cobre, plata, etc., han sido extraídos de las rocas que los contienen.

Metales Pesados: Son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios.

BTEX: acrónimo de los compuestos químicos benceno, tolueno, etilbenceno y xileno, pertenece a la categoría de los contaminantes que se denomina compuestos orgánicos volátiles

Concentración total: masa del elemento químico regulado, expresada en mg, por unidad de masa del suelo en estudio, expresada en kg, base seca, extraído del suelo por digestión (ácida o alcalina) de acuerdo al método especificado en esta Norma.



REFERENCIAS

Fernández V.G. y García V.L.A. Apuntes de clase de la asignatura Balances de masa en suelos contaminados, especialización Ingeniería Sanitaria UNAM (2013).

Explorando México, (2014), www.explorandomexico.com.mx/state/18/Nuevo-Leon/ , Consulta febrero 2014.

Google maps, <https://www.google.com.mx/maps/preview>, Consulta febrero 2014.

Hoja de Seguridad: Polvo de zinc (Basado en el elemento zinc)
http://www.grupoazinsa.com.mx/hoja_seguridadHSPZ1436.pdf
Consulta en Octubre de 2013.

Hoja de Seguridad: Polvos de Fundición (Basado en el elemento arsénico)
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:g9RrF31LayUJ:www.eseia.cl/archivos/Anexo_9_Hoja_de_Seguridad_Polvos_de_Fundicion.doc+&cd=9&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx Consulta en Octubre de 2013.

I. Ize, M. Zuk y L. Rojas, (2010) Introducción al análisis de riesgos ambientales, segunda edición, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México D.F.

Instituto de Geología UNAM, Carta Geológico-Minera INEGI Monterrey G14-7, Consulta Agosto 2014.

Lindell A., (2009) Revitalización urbana de sitios contaminados a través de ejemplos en México.

López E., (1982), Geología de México, Tomo II, Librerías Conacyt, Tercera Edición, México D.F.

Mayco Industries, Inc., (2009), Hoja de seguridad,
<http://www.maycoindustries.com/docs/MSDS-Lead-Spanish%20Final.pdf>
Consulta en Octubre de 2013.

Mihelcic - Zimmerman, Ingeniería Ambiental, Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V. México (2011).

Nuevo León Unido http://www.nl.gob.mx/?P=nl_geografia_clima Consulta en Abril 2014.

Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SS-2004, Establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, hexavalente, mercurio, níquel, plomo, plata, selenio, talio y/o vanadio.



Parque Fundidora primera edición abril 2003 fideicomiso parque fundidora Av. fundidora s/n y Adolfo Prieto col Obrera Monterrey NL.

Parque Fundidora <http://www.parquefundidora.org/node/164> Consulta en Octubre de 2013.

Química UNAM, hoja de seguridad XXI mercurio y sales de mercurio <http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/21HG.pdf>, Consulta en Octubre de 2013).

Rojas S. J. Historia de la cultura laboral en la fundidora Monterrey, S.A. (1936-1969), Monterrey N.L. (2009).

Sposito G. (1989) "The Chemistry soil" en Thania Volke (comp.), Suelos contaminados por metales y metaloides.

SEMARNAT, (2010), Guía técnica para orientar la elaboración de estudios de caracterización de sitios contaminados". Secretaria del medio ambiente y recursos naturales.

SEMARNAT, (2006), Gestión Ambiental en México.

SEMARNAT (2008), Paseo Santa Lucia 2 Seminario RELASC.

SEMARNAT (2010), Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados.

Teresa Araujo, (2010), Contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud, Cuernavaca Morelos.
http://www.insp.mx/images/stories/INSP/Docs/cts/101208_cs1.pdf, Consulta Abril 2014.

Van Deuren y col., 1997; Sellers, 1999; EPA, 2001
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/372/tecnolog.html>
Consulta en Mayo 2014 Instituto de Ecología.

Volke-Sepúlveda T., Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación-- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología.

Volke-Sepúlveda T., Tecnologías de remediación para suelos contaminados, INE-SEMARNAT, México, 2002.