



00568
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO 4
24

FACULTAD DE QUIMICA

“RELACION ENTRE LA INGENIERIA DE PROYECTOS Y EL RIESGO OPERACIONAL DE PLANTAS INDUSTRIALES”

T E S I S
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERIA QUIMICA
ORIENTACION INGENIERIA DE
P R O Y E C T O S
P R E S E N T A:

ANTONIO TORRES CONTRERAS

266097

CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, D. F.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
DEDICATORIA	5
RESUMEN EJECUTIVO	7
EXECUTIVE SUMMARY	7
INTRODUCCIÓN	8
UBICACIÓN DENTRO DE LA INGENIERIA DE PROYECTOS	10
RIESGO AMBIENTAL	16
RIESGO AMBIENTAL EN MÉXICO	18
EL SECTOR INDUSTRIAL DE ALTO RIESGO EN MÉXICO	23
1. COMPOSICIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL	23
SECTOR MANUFACTURERO	23
SECTOR EXTRACTIVO	23
SECTOR ELÉCTRICO	25
2. ESTRUCTURA ACTUAL DEL SECTOR MANUFACTURERO	26
GRANDES EMPRESAS NACIONALES Y TRANSNACIONALES	26
MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA MANUFACTURERA	26
EMPRESAS EXPORTADORAS	27
LA INDUSTRIA QUÍMICA	27
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS	28

3. MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	28
4. CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS	29
5.- REGULACIÓN DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS EN MÉXICO	35
6.- FUNDAMENTO JURÍDICO	38
ESTUDIO DE RIESGO	44
1.- INFORMACIÓN GENERAL	44
1.1.- NOMBRE DE LA EMPRESA	44
1.2.- OBJETO DE LA EMPRESA	44
1.3.- DEPARTAMENTO PROPONENTE	44
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	45
2.1.- NOMBRE DEL PROYECTO	45
2.2.- UBICACIÓN DE LA PLANTA	46
2.3.- ACTIVIDADES CONEXAS	50
2.4.- PERSONAL DE LA PLANTA	50
2.5.- PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO DE PERSONAL	50
3.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO	52
3.1.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL	52
3.2.- ASPECTOS BIOLÓGICOS	62
3.3.- CUALIDADES ESTÉTICAS	65
3.4.- MEDIO FÍSICO (INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS)	66
3.5.- ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	73
3.5.- SITIOS EVALUADOS PARA ESTABLECER LA PLANTA	76
3.6.- CONTAMINACIÓN	76
4.- INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO	82
4.1.- ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	84
4.2.- CONSTRUCCIÓN	86
4.3.- ETAPA DE OPERACIÓN	90
4.4.- SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO	98
4.5.- CONDICIONES DE OPERACIÓN	98
4.6.- RIESGOS	100
CONCLUSIONES	108
BIBLIOGRAFIA	110
ANEXOS	117
A PLANOS DE LA REGIÓN	
B PLANO DE LA MICROREGIÓN	
C DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)	
D DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN (DTI)	
E HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES (MSDS)	

- F ANALISIS DE RIESGOS Y OPERABILIDAD (HAZOP)
- G ÁRBOL DE FALLAS
- H CÁLCULO DEL MATERIAL FUGADO
- I SIMULACIONES
- J DIAGRAMA DE PÉTALOS
- K PLANO DE ARREGLO GENERAL
- L RED CONTRA INCENDIO

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres Sr. Antonio y Sra. Angélica

A mis hermanos Alex y Nena

A mis amigos



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA
DIRECCIÓN

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ
Director General de la Administración Escolar
Presente

AT'N: Lic. Antonio Díaz García
Jefe de la Unidad de Administración del Posgrado

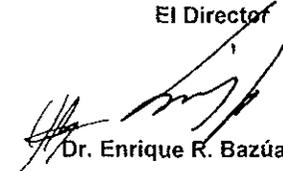
Me es grato informarle que el alumno **ANTONIO TORRES CONTRERAS** presentará próximamente su examen para obtener el grado de Maestría en Ingeniería Química (Proyectos) ante el siguiente jurado:

Presidente:	M. en C. Alejandro Anaya durand
Primer Vocal	M. en C. Ernesto Ríos Moreno
Secretario:	Dr. Constantino Alvarez Fuster
Primer Suplente	M. en C. Leticia Lozano Ríos
Segundo Suplente	M. en C. Helio Humberto García del Río

Sin otro particular de momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D. F., 9 de julio de 1998.

El Director


Dr. Enrique R. Bazúa Rueda

C. c. p. Integrantes del Jurado
C. c. p. Coordinador de Área
C. c. p. Departamento de Control Escolar
C. c. p. Interesado
*ggm.

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente, en la mayoría de los países, los gobiernos exigen la evaluación del Riesgo Operacional como un requisito decisivo para autorizar la operación de determinados proyectos; la elaboración de dicho documento (Estudio de Riesgo) requiere la aplicación de los conocimientos de ingeniería química donde el papel de la ingeniería de proyectos es de gran importancia.

Este trabajo de tesis, muestra antecedentes históricos y actuales, asimismo, considera aspectos internacionales y nacionales, muy en particular los considerados en México, por lo que el mismo se desarrolla en base a los requerimientos establecidos por las Autoridades Mexicanas

Es importante dejar claro al lector que no se pretende responder un cuestionario técnico, sino con base a una guía (anexa) dar una estructura al documento. La guía que se utiliza en la presente fue integrada con la participación de grupos multidisciplinarios, considerando las aportaciones de países con más experiencia. Por esto, el industrial que cuenta con un estudio de riesgo, esta cumpliendo con la seguridad de sus trabajadores, de sus vecinos y por ende, de si mismo

Un estudio del riesgo operacional puede ser elaborado en base al contenido mínimo señalado por la guía mencionada, aunque el mismo puede ser enriquecido o adicionado tanto como el industrial y los profesionistas que participan en su elaboración deseen, con el objeto de crear un documento útil a la empresa y no necesariamente como un documento para cumplir con las autoridades. Hoy día, el estudio de riesgo es utilizado como libro de cabecera, y por tal motivo es necesario que sea veraz y presente un lenguaje claro, conciso y objetivo.

El estudio contiene datos de la empresa, descripción del proyecto, datos de la ingeniería básica, del medio natural y socioeconómico, legislación, con el análisis de riesgo de los procesos y muy importante con las conclusiones y recomendaciones que surgen de su elaboración

El estudio de riesgo que se presenta, se realizó a una planta de hidrógeno (reformación de gas natural con vapor), aprovechando el conocimiento surgido de contingencias reales suscitadas en nuestro país, enmarcándose en un medio ambiente muy similar.

EXECUTIVE SUMMARY

Currently, in most of the countries, the governments demand the evaluation of the Operational Risk as a decisive requirement to authorize the given projects operation; the said document elaboration (Risk Study) requires the application of the engineering knowledge chemistry where the paper of the projects engineering is of great importance.

This thesis work, current and historical antecedent sample, also, it considers international and national aspects, very in particular considered them in Mexico, therefore the same is developed in base to the requirements established by the Mexican Authorities.

It is important let clear to reader that is not intended to answer a technical questionnaire, but based on a guide (attached) to give a structure to the document. The guide that is used in the present was integrated with the participation of multi - disciplinary groups, considering the country contributions with more experience. For this, the industrialist that counts on a risk study, complies with the safety of their working, of their neighboring and whether same.

A study of the operational risk can be elaborated in base to the minimal content indicated by the mentioned guide, though the same can be enriched or added so much as the industrialist and the professionals that participate in its elaboration wish, in order to create a useful document to the company and not necessarily as a document to comply with the authorities. Today, the risk study is used as head-board book, and for that reason it is necessary that it will be real and present a clear language, concise and objective.

The study contains data of the company, description of the project, data of the basic engineering, of the socioeconomic and natural means, legislation, with the risk analysis of the processes and very important with the conclusions and recommendations that stem from its elaboration.

The risk study that is presented, was accomplished to a hydrogen plant (reformation of natural gas with steam), taking advantage the knowledge stemmed from real contingencies raised in our country, being framed in a very similar environment.

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años la ingeniería se limitó únicamente a la producción de satisfactores, es decir, producir a como diera lugar procurando cubrir la demanda del producto. Esta postura contribuyó en el reincidente daño al medio ambiente, que con las políticas ambientales disponibles en tales tiempos no era posible detener.

En la mitad del siglo XX, en Inglaterra con el inicio de la Revolución Industrial, pasando del "domestic system" a los procesos de fabricación en masa, originado por la escasa actividad agrícola existente y de las necesidades de mano de obra que requería la industria, donde los accidentes eran poco preocupantes o de escasa difusión, con el tiempo y con la evolución de la tecnología y de los materiales, los accidentes fueron causando preocupación, debido al alto costo en pérdidas materiales y principalmente humanas.

Por tal motivo, a principios de los años 70 que los países más industrializados comienzan a tomar nota de los accidentes, es decir comenzaron a contabilizar los daños y a cuestionarse sobre los mismos.

En los Estados Unidos a principios de dicha década, comenzaron a diseñar programas enfocados a la prevención de daños al medio ambiente integrando el concepto de Auditoría Ambiental, que es un examen metodológico de los procesos operativos de determinadas industrias, lo cual involucra análisis, pruebas y confirmación de procedimientos y prácticas que llevan a la verificación del cumplimiento de requerimientos legales, políticas internas y prácticas aceptadas, con un enfoque de control, que además permita dictaminar la aplicación de medidas preventivas y/o correctivas. Dicho de otro modo, implica detalladas revisiones de aspectos tales como proceso, equipos, servicios, emisiones a la atmósfera, aguas (consumo y residuales), contaminación del suelo, ruido, vibraciones, residuos (innocuos, peligrosos y su manejo), seguridad industrial, normatividad, políticas de protección al medio ambiente (planes de contingencias, programas de mantenimiento).

Como resultado de una auditoría ambiental, efectuada por las autoridades correspondientes o por iniciativa de la misma empresa (obligatorias o voluntarias), se añade la necesidad de estimar el potencial de daño que un proyecto podría causar al medio ambiente (medio ambiente es el conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados), es por esto que el concepto de riesgo operacional se considera riesgo ambiental.

A mediados de la misma década, algunos industriales preocupados junto con la academia, integraron algunos procedimientos y técnicas para detectar riesgos operacionales, principalmente en plantas que manejan sustancias corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, radiactivas y condiciones extremas de operación.

Hoy día, con la ayuda de las computadoras, es posible simular con precisión, la magnitud de la *afectación provocada por una explosión, incendio, fuga o derrame*, lo cual resulta muy determinante para la selección de los equipos y sistemas de seguridad y control de proceso.

Por esto, un factor común en la aplicación de tales técnicas de *detección, evaluación y simulación*, requieren de información técnica generada durante la ingeniería del proyecto, la cual en el tipo de plantas que manejan sustancias peligrosas, es hábilmente interpretada por Ingenieros Químicos, Ingenieros Industriales, Ingenieros Ambientales y similares.

El análisis de riesgo debe considerarse un *documento necesario* para garantizar la correcta operación de una planta en operaciones normales y durante alguna contingencia de la misma, por lo que no resulta redundante dentro de la ingeniería del proyecto.

Actualmente, en la mayoría de los países, los gobiernos exigen dicho material como un *requisito decisivo* para autorizar la operación de determinados proyectos, las aseguradoras los utilizan para establecer el potencial accidental de las mismas y frecuentemente se utiliza para establecer las medidas de seguridad que necesita una planta como son la red contraincendio, red de drenaje, detectores de nubes tóxicas, inflamables o explosivas, así como los sistemas de control entre otros.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo de tesis es aportar un claro panorama de la aplicación de los recursos de la ingeniería de proyectos para llevar a cabo un análisis de riesgo operacional, así como ilustrar con un ejemplo lo que de manera general se debe practicar a una planta industrial, mostrando los antecedentes correspondientes.

Se indicará como se realiza la evaluación del riesgo operacional de un proyecto con aspectos riesgosos, para establecer en el peor de los casos la magnitud de afectación que éste causaría a sus instalaciones y a sus colindancias, y además contestar a la hipótesis de si la operación de una planta es de riesgo y de que magnitud.

UBICACIÓN DENTRO DE LA INGENIERIA DE PROYECTOS

LOS ELEMENTOS DE UN PROYECTO (PLANTA INDUSTRIAL)

El proyecto de una Planta Industrial se origina al detectar la necesidad de un producto o bien una oportunidad de aprovechar los recursos naturales, substituir importaciones o propiciar el desarrollo económico de una zona determinada.

Las etapas de un proyecto consisten en:

- Estudio de mercado.
- Determinación del Tamaño (capacidad de producción).
- Localización.
- Ingeniería del Proyecto.
- Cálculo de las Inversiones.
- Financiamiento.
- Organización y Ejecución del Proyecto.

Estudio de Mercado.- El objetivo del Estudio de Mercado en un proyecto consiste en estimar la cuantía de los bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios. Dicho estudio implica la meticulosa investigación de la demanda del producto, los perfiles de los consumidores y de la competencia, el precio unitario, costos de operación y la calidad esperada, dentro de la región que se pretende abarcar y así poder determinar la viabilidad del proyecto, siendo importante estimar el tiempo de recuperación para la inversión y el comportamiento de las utilidades que se esperan.

El estudio de mercado que se efectuó en esta tesis para tomar la iniciativa de producir el hidrógeno necesario para una planta de jabón observó que la demanda del producto es estable y que se esperan mejoras en la economía de la empresa promoviendo la autosuficiencia en la generación del hidrógeno aprovechando el suministro de gas natural disponible para la empresa.

Determinación del Tamaño.- La determinación del tamaño de un producto se refiere a la capacidad de producción durante el periodo de tiempo determinado de funcionamiento.

Localización.- La localización más adecuada para una nueva unidad productora debe orientarse hacia los mismos objetivos que el tamaño óptimo, esto es hacia la obtención de la máxima tasa de utilidad, si se trata de una inversión del Sector Privado, ya hacia la obtención del costo unitario mínimo, si se considera el problema desde el punto de vista social.

Asimismo, en caso de un proyecto con riesgo operacional es necesario ubicarlo en suelos industriales alejados de asentamiento humanos y de reservas ecológicas protegidas.

Ingeniería de proyectos.- De acuerdo a la aceptación terminológica de la palabra, un proyecto es una concepción de planeación que se establece para llevar a cabo una serie de actividades que permitan realizar o alcanzar un objetivo establecido a partir del surgimiento de una necesidad.

La ingeniería de proyectos en el desarrollo de instalaciones industriales de un proyecto, se considera como el eslabón que permite el paso de la concepción técnica inicial a una realidad física industrial.

La ingeniería de proyectos es una actividad de tipo interdisciplinaria, que tiene como objetivo optimizar la realización de proyectos industriales en los que la ingeniería se debe desarrollar en el menor tiempo, al menor costo, alta calidad y el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales asignados a ello.

Un proyecto tiene un periodo de *vida finito y bien definido*, que incluye en términos generales diversas fases como se ilustra a continuación:

- a) Inicio del proyecto
- b) Establecimiento de la base tecnológica adecuada.
- c) Definición del proyecto ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cómo?, ¿Cuándo? y ¿Cuánto cuesta?.
- d) Desarrollo.
- e) Implementación (construcción, arranque y ajuste, prueba de garantía y la entrega en operación).
- f) Operación.
- g) Terminación del proyecto.

El desarrollo del proyecto tal y como su nombre lo establece implica llevar a cabo todas las actividades técnicas del proyecto por parte de los especialistas para la consecución de las metas fijadas por los objetivos del proyecto. En esta etapa el ingeniero de proyecto, va a estar administrando en forma continua su proyecto, vigilando la buena marcha del mismo, coordinando las actividades, evaluando y controlando para que se vayan cumpliendo los objetivos de acuerdo a lo programado o en su defecto tomando medidas correctivas para cumplir con el programa.

El desarrollo del proyecto se puede dividir en diferentes etapas, según sea el tipo de proyecto por desarrollar y el plan de ataque del mismo, sin embargo, en proyectos de instalaciones industriales se pueden establecer básicamente las siguientes:

- Ingeniería Básica: Esta etapa se considera fundamental, debido a que en ella se sustentan las etapas subsecuentes de diseño, de interrelación del equipo, diseño de equipo, así como el manejo y operación de las instalaciones.
- Ingeniería de Detalle: Es la que nos permite disponer de los diversos documentos requeridos para llevar a cabo la construcción de una instalación industrial y sus servicios auxiliares.

A continuación se hace una breve descripción de los conceptos que se utilizan para el desarrollo de un estudio de riesgo operacional:

Bases de diseño: Este documento representa la información fundamental que permite conocer con mayor detalle el alcance del proyecto, ya que en él se incluyen información general de la planta de proceso, pudiendo citar la función y tipo de proceso, capacidad, especificación de equipo, las alimentaciones y salidas de producto, servicios auxiliares requeridos para llevar a cabo el procesamiento requerido, además de incluirse información con respecto a la ubicación, de las condiciones de tipo ambiental a las que se encontrará sometida la instalación, debiendo aparecer bases específicas para algunas disciplinas que intervienen en el desarrollo del proyecto como son: la de instrumentación, tuberías, eléctrico, civil y mecánico, entre otros.

En esta tesis, se presenta una tecnología de origen extranjero (Lurgi), cuya ingeniería fue vigilada por personal técnico de la empresa y por las autoridades correspondientes, por lo que el principal responsable es el proveedor. La tecnología seleccionada resultó ser la menos peligrosa, menos contaminante y que diera aprovechamiento a los recursos disponibles de la empresa.

Diagrama de Flujo de Proceso (DFP) y Descripción del Proceso: Estos documentos de ingeniería, tienen el propósito de describir los mecanismos que transforman a una materia prima en un producto terminado de manera técnica simbólica y textual, indicando claramente cada una de las etapas en las cuales la materia prima se va transformando y las características físicas y químicas que va presentando durante su transformación, correlacionando los equipos que participan para tal fin y en que condiciones. En dichos documentos se localiza el equipo principal de proceso, los balances de materia y energía, condiciones de operación (temperatura y presión), corrientes principales de proceso, secuencia de proceso, lista de equipo, características de los equipos, controles básicos de proceso y requerimientos de servicios auxiliares.

Mediante el análisis sistemático de estos documentos se detectan los puntos críticos, donde se obtiene información relacionada con las sustancias manejadas, como estado físico, composición, cantidad, gasto, temperatura, presión, densidad, entre otros, para posteriormente en los diagramas de tubería e instrumentación leer dimensiones y condiciones de control existentes considerando todas las posibles fallas que aunque difíciles de suceder, pudieran suscitarse. Con esta información se lleva a cabo el cálculo de los radios de afectación (para incendios o fugas de tóxicos) o de los pétalos (para explosiones).

Plano de localización general (Plot Plan): Después de que se han completado los diagramas de flujo de proceso y antes de iniciar el diseño de tuberías, estructuras e instalaciones eléctricas, puede iniciarse la distribución de unidades de proceso en la planta y el equipo dentro de estas unidades de proceso. Este tipo de plano incluye la localización de cada unidad de proceso, calles y edificios, así como la localización de cada pieza de equipo dentro de una unidad de proceso.

En esta tesis, el plot plan sirve para ubicar los equipos que involucran riesgo, y trazar en este los radios de afectación o pétalos debido a un mal funcionamiento de alguno de ellos o errores humanos.

Servicios Auxiliares: Son el conjunto de plantas o equipos que tienen como fin participar o asistir a la planta principal para que esta opere, sin necesariamente formar parte propia del proceso de producción, dichos servicios auxiliares pueden dar servicio a otras plantas en caso de que existieran, por ejemplo, una planta para operar necesita agua de enfriamiento, vapor, combustibles, aire, electricidad, tratamiento de efluentes, etc.; tales servicios pueden ser dispuestos al mismo tiempo a otras plantas independientes.

Lista de equipo: Lista de los equipos que conforman un proceso, incluyendo sus características de operación principales.

Lista de Tuberías: Documento que muestra las tuberías de transporte de material existentes entre los equipos, indicando relación de tuberías y de equipos, condiciones de operación, líneas críticas, materiales de la tubería y del aislamiento, diámetro, número de cédula, longitud y servicio, entre otros.

Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI): Este documento de ingeniería, muestra los instrumentos de control de proceso, señalando detalladamente indicadores, tipos de señales, actuadores, variables de control, códigos y estándares, entre otros, mismos que son representados de manera técnico simbólica, correlacionando equipos y tuberías que participan para tal fin.

Es necesario conocer las dimensiones de las tuberías que transportan materiales, ya que aunque no se trata de un equipo de proceso, se puede suponer la posible ruptura o perforación del material del que está construido con sus correspondientes consecuencias, y con dicha información llevar a cabo el cálculo de los radios de afectación o de los pétalos.

El diseño mecánico, civil, arquitectónico, plano de la red contraincendio y plano de drenajes, son conceptos necesarios que durante el desarrollo de una evaluación de riesgo sirven para considerar aspectos atenuantes de la posibilidad de ocurrencia de un accidente.

Los conceptos analizados previamente, son los mínimos necesarios para poder establecer el posible riesgo sobre el medio ambiente y también ubicar la existencia de mitigantes.

Cálculo de las inversiones.- Esta parte implica estimar todos los recursos necesarios para disponer de una planta (capital fijo) y estimar todos los recursos necesarios para la operación de la planta (capital de trabajo). El cálculo de las inversiones se hace a precios de mercado, y se requiere elaborar un anteproyecto que defina todas las instalaciones y edificaciones con el objeto de obtener un rango estrecho de exactitud.

Financiamiento.- El financiamiento del proyecto consiste en la captación de los recursos necesarios para las inversiones, para la estimación de este se debe elaborar un estimado de ingresos y egresos (Proforma), durante el período de operación de la planta. Las fuentes de financiamiento de proyectos provienen de:

- Utilidades no distribuidas u otro tipo de reservas (fuentes internas de financiamiento).
- Mercado de capitales (bolsa de valores) o bancos (fuentes externas).
- Aportaciones directas de inversionistas o socios.

Organización y Ejecución del Proyecto.- En esta fase se define como se propone resolver los problemas relativos a la construcción legal de la empresa y a la organización para la realización del proyecto, tales como:

- Justificación del proyecto
- Patentes
- Legislación Ambiental.

Es en esta última parte donde los industriales finalmente convergen, con los conocimientos de ingeniería, legislación y el concepto de equilibrio ecológico y protección al ambiente, ya que antes de invertir es necesario contar con una carta de viabilidad del proyecto o lo que se aplica en México como Dictamen de Impacto Ambiental, el cual sobre la base de diversos procedimientos técnico administrativos nos indica si es posible o no iniciar el proyecto, posteriormente, dependiendo de las características de "peligrosidad" se condicionará la operación a la existencia previa del estudio de riesgo correspondiente, del cual se describirán los antecedentes y su descripción más adelante.

RIESGO AMBIENTAL

Dado que la necesidad de anticipar la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias peligrosas y evaluar su impacto potencial de manera tal que éste pueda prevenirse o mitigarse, se requiere :

- Conocimiento de posibles riesgos.
- Comprensión de las causas de los accidentes químicos.
- Evaluación de los posibles eventos peligrosos y la magnitud de sus consecuencias.
- Detección de las medidas de prevención de accidentes químicos.
- Determinación de medidas apropiadas para la reducción de estos riesgos.

Las consecuencias originadas por la liberación inesperada de líquidos y gases corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos o inflamables en procesos que involucran este tipo de sustancias han sido reportadas durante muchos años. Durante los últimos 25 años, han ocurrido grandes accidentes relacionados con sustancias químicas, entre ellos a continuación se muestran algunos de los más importantes:

INCIDENTE	TIPO	IMPACTO
Fixborough, 1974	Explosión de una nube de vapor.	28 muertos en la planta, \$232 millones de dólares en daños, incluyendo daños a casas vecinas.
Seveso, 1976	Liberación de políclorodibenzo-dioxinas.	Gran dispersión de la contaminación dentro y fuera de la planta.
Ciudad de México, 19 de noviembre de 1984	Explosión de gas licuado de petróleo.	300 muertos, mayormente en el sitio, \$20 millones de dólares en daños.
Bhopal, 1984	Liberación de material tóxico, Union Carbide.	2,500 muertos dentro del sitio.
Chernobyl, 1986	Incendios y liberación de radiación.	31 muertos, 300 millas cuadradas evacuadas, gran diseminación de la contaminación.
Planta de almacenamiento de Sandoz, 1986	Liberación de material tóxico.	Gran impacto sobre la ecología del Rin.
Refinería de Shell Norco, 1988	Explosión de una nube de vapor	7 muertos, evacuación aledaña, grandes daños a las casas vecinas, los daños sobrepasaron los \$50 millones de dólares.
Guadalajara, México, 1992.	Explosión de vapores de gasolina en el drenaje.	Inesperada explosión a lo largo de una avenida de la ciudad.
Ciudad de México, 1996 Fábrica de jabón.	1 Tanque de Hidrógeno	La onda de presión de 0.5 psi superior a 1 kilómetro.
Ciudad de México 1996, Terminal Satélite Norte de Pemex	3 tanques con gasolina (10 millones de litros)	4 bomberos murieron, evacuación de casas a 2 km a la redonda y 16 lesionados

Riesgo Ambiental es *la introducción accidental de una sustancia peligrosa al ambiente (aire, agua o suelo) presenta la posibilidad de efectos ambientales adversos.*

Algunos ejemplos de efectos ambientales incluyen:

- Impactos sobre la salud pública.
- Disminución poblacional de especies amenazadas o en peligros de extinción u otras especies valiosas.
- Pérdidas de bienes estéticos o de bienestar social.

Ante este problema, el manejo del riesgo ambiental anticipa la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias peligrosas y evalúa su impacto potencial de manera tal que éste pueda prevenirse o mitigarse. Esto requiere:

- El conocimiento de posibles riesgos.
- La evaluación de los posibles eventos peligrosos y la magnitud de sus consecuencias.
- La determinación de medidas apropiadas para la reducción de estos riesgos.

Por lo anterior, el Manejo del Riesgo Ambiental se puede definir como:

La aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de manejo a las tareas de análisis, evaluación y control de riesgo con el fin de proteger al público en general y al ambiente.

Los accidentes industriales, han sido objeto de un alto grado de interés para asegurar el manejo apropiado de materiales peligrosos. Tanto las organizaciones privadas como públicas están aprendiendo de estos accidentes y están tratando de mejorar continuamente el proceso seguro, es decir están comprometidos a:

- Comprender las causas de los accidentes químicos
- Descubrir las medidas de prevención de accidentes químicos
- Mitigar las consecuencias de accidentes químicos.

RIESGO AMBIENTAL EN MÉXICO

A medida que la tecnología va evolucionando, así también el riesgo asociado con ésta no desaparece. Los efectos más importantes de la tecnología moderna sobre la salud pública tienen su origen en la exposición prolongada y crónica a emanaciones de contaminantes de los alrededores de las plantas industriales. Estos problemas ambientales derivados de la tecnología, guardan relación estrecha con la seguridad, puesto que raras son las veces en que, en las consecuencias ambientales, sociales y económicas, no haya implícitas cuestiones de seguridad; esto se hace más evidente en el caso de emanaciones accidentales, donde sus efectos sobre el medio ambiente llegan a ser en algunos casos de consecuencias fatales.

En México, los establecimientos comerciales, industriales y de servicio, han incrementado el manejo de sustancias peligrosas, siendo las tóxicas, explosivas e inflamables, las que pueden repercutir de manera más importante en la población.

Por otro lado, el crecimiento de la población y la ubicación de los asentamientos humanos con relación a los establecimientos industriales pueden presentar riesgo a la población.

Además, si se toma en cuenta que en México, su territorio se encuentra ubicado en una región en la que se presentan con probabilidad significativa fenómenos naturales que conducen o pueden conducir a daños importantes a las instalaciones industriales, se hace necesario considerar el riesgo producido por fenómenos naturales como la sismicidad, inundaciones, etc.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su Artículo 5o. Fracción VI, contempla: **Son facultades de la Federación:** la regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, ...

Para la determinación de estas actividades se empleó el criterio de que la acción o conjunto de acciones, ya sea de origen natural o antropogénico, que están asociadas con el manejo de sustancias tóxicas, reactivas, radiactivas, corrosivas o biológicas en cantidades tales, que en caso de producirse una liberación, fuga o derrame de las mismas, o bien una explosión, ocasionarán una afectación significativa al ambiente a la población o a sus bienes.

Es por consiguiente necesario desarrollar un instrumento de planeación que sirva tanto para la regulación de las actividades consideradas como riesgosas, como para la instrumentación de los Programas para la Prevención de Accidentes.

ANTECEDENTES

En el año de 1983, el Gobierno Federal Mexicano, hace un intento para integrar en un solo organismo público, todas las políticas, acciones y actividades relacionadas con la protección del medio ambiente y en general dar un marco integral a la atención de los asuntos de ecología.

En este sentido, se crea la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, contando para tal fin con la Subsecretaría de Ecología, como organismo encargado de atender estos asuntos.

Dentro de las principales políticas de la Subsecretaría de Ecología se encontraba la de prevención del deterioro ecológico del medio ambiente utilizando herramientas de planeación, como lo son la evaluación del impacto ambiental de los proyectos de desarrollo y la realización del ordenamiento ecológico del territorio. Además se impulsaron las políticas de prevención y control de la contaminación atmosférica y del agua, así como la correspondiente para la conservación de los recursos naturales.

Para la instrumentación del procedimiento de impacto ambiental, en un principio hubo la necesidad de llevar a cabo, una amplia recopilación y análisis de toda la información disponible en la materia, tanto a nivel nacional, como a nivel internacional, pudiendo mencionar entre algunas de las fuentes las siguientes:

- Cuadernos del CIFCA, España.
- Procedimientos de la U.S. Environmental Protection Agency.
- Procedimiento de evaluación de Leopold, USA.
- Procedimientos de evaluación de proyectos ambientales de los laboratorios-BATTELLE COLUMBUS, USA.
- Procedimientos de evaluación de impacto ambiental desarrollados en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Procedimientos desarrollados por el área de evaluación de proyectos de obra pública de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.

De esta manera, se instrumentó en septiembre de 1993, el primer Procedimiento de Impacto Ambiental, tomando en consideración la variable ambiental, como eje de evaluación de los proyectos de desarrollo tanto del Sector Público, como los correspondientes al Privado y Social, teniendo como fundamento jurídico el Artículo 70 de la Ley Federal de Protección al Ambiente.

A lo largo de la aplicación de este procedimiento de impacto ambiental, tomaba especial relevancia la evaluación de los proyectos industriales, principalmente aquellos en los que se

veían involucrados el manejo de sustancias peligrosas, y que hacían tomar especial interés, en revisar las posibles interacciones del proyecto con las actividades vecinas, cuidando que no se presentaran actividades incompatibles entre ellas y revisando todas las medidas de seguridad implícitas en proyecto.

De esta forma, se llevó a cabo el análisis y evaluación principalmente de los proyectos del sector público (PEMEX, CFE, FERTIMEX, ETC.)

Ahora bien, en el ámbito internacional el análisis de este tipo de proyectos, también se llevaba a cabo con una óptica de la revisión de las medidas de seguridad de los procesos, y por ende de los trabajadores teniéndose una incipiente planeación de uso de suelo, para la selección de los sitios para nuevos proyectos.

Sin embargo, los grandes y catastróficos accidentes industriales sucedidos en todo el mundo, tales como el de Missasagua en Canadá, el de Seveso de Italia, el de Bophal en India, obligaron a las autoridades de cada país, a empezar a implementar acciones específicas para llevar a cabo la evaluación del riesgo ambiental de los proyectos o actividades, que conllevan un elevado potencial de afectación a su entorno en caso de un accidente.

México no podía estar exento a este tipo de calamidad, y en 1984 se suscita un gran accidente en las instalaciones de almacenamiento y distribución de gas L.P., de *Petróleos Mexicanos* ubicadas en San Juan Ixhuatpec, Estado de México.

En dicho accidente, se conjuntaron diversos factores que hicieron que la magnitud del evento se viera incrementado de manera exponencial, por un lado la presencia de asentamientos humanos en la vecindad de las instalaciones, y por otro, la carencia de programas de emergencia que pudieran responder de manera eficiente a cualquier contingencia; de igual forma también influyó la presencia de otro tipo de actividades comerciales e industriales incompatibles en la zona, ocasionando grandes afectaciones a la población sus bienes y al medio ambiente.

Bajo estas circunstancias, en 1986 las autoridades de la entonces Subsecretaría de Ecología, decidieron crear la Subdirección de Riesgo dentro de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, coordinando sus actividades en estrecha vinculación con el área de Impacto Ambiental.

Los principales objetivos de la Subdirección de Riesgo fueron iniciar el desarrollo de un procedimiento para la evaluación de los proyectos (vinculado a la evaluación de Impacto Ambiental), la investigación y adecuación de las diversas metodologías de análisis de riesgo, el desarrollo de sistemas computarizados de modelación de eventos de riesgo, y llevar a cabo el análisis de diversas actividades en operación que representaban una problemática específica en materia de riesgo.

Las principales experiencias obtenidas, en el lapso de 1983 a 1988, cuando aun esta vigente la *Ley Federal de Protección al Ambiente*, fue el análisis y evaluación de proyectos de *Petróleos*

Mexicanos, FERTIMEX e Industria Química en general; lo cual permitió de alguna manera, el regular que las actividades se desarrollaran en el sitio adecuado; que se consideraran desde la etapa de planeación y diseño de los proyectos, las medidas preventivas de seguridad y control así como los mecanismos para la atención de accidentes y las acciones para la recuperación de los daños.

Por otra parte, es importante resaltar el hecho que desde un inicio se oriento a la creación de infraestructura humana y técnica para llevar a cabo el análisis de riesgo de manera integral homogénea y coordinada con otras dependencias, pudiendo mencionar las siguientes acciones:

- Formación de un equipo humano capacitado para la evaluación de riesgo (capacitación tanto nacional, como internacional).
- Creación de guías y procedimientos para llevar a cabo la evaluación del riesgo ambiental de proyectos de obra (es en base a esto como se va a desarrollar una evaluación tipo más adelante).
- Creación del SIRJA (Sistema de Información Rápida de Impacto Ambiental) que cuenta con modelos computarizados para la evaluación de explosiones, fugas y derrames de sustancias peligrosas (en esta tesis se utilizará una versión de dicho sistema disponible al público).
- Apoyo, asesoría y capacitación a personal de las delegaciones estatales.

En 1988 se realizaron modificaciones a la legislación, publicándose la LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 con vigencia a partir del 1° de marzo del mismo año, la cual incluye por primera vez en México dentro de sus preceptos, los relativos a la evaluación del riesgo ambiental de proyectos de obra o actividad, que por su ubicación y sustancias a manejar pudieran provocar afectaciones a la salud y al ambiente, en el caso de presentarse un accidente. En este instrumento jurídico se diferencian claramente dos grandes líneas de acción, el de la prevención y el control.

De esta manera, el procedimiento de Riesgo Ambiental paralelo al de Impacto Ambiental ha permitido llevar a cabo el análisis y evaluación, desde 1988 de una manera oficial, da gran cantidad de proyectos considerados de alto riesgo (de los sectores Públicos, Social y Privado) y con esto instrumentar las medidas, acciones y dispositivos necesarios para prevenir, controlar y regular las instalaciones en las que se manejan sustancias peligrosas.

En el Artículo 146 de la mencionada Ley, se señala la concurrencia de las instituciones del ejecutivo federal, para elaborar y editar en el Diario Oficial de la Federación, los listados de las actividades que deban considerarse como altamente riesgosas.

Para tal fin, desde 1988 se creó el Comité de Actividades Altamente Riesgosas, con la participación de las Secretarías de Gobernación, Trabajo y Previsión Social; Comercio y Fomento Industrial, Energía Mina e Industria Paraestatal, de Salud y de Desarrollo Urbano y Ecología; con la finalidad de llevar a cabo la elaboración de los listados a que se refiere el Artículo antes citado.

Como resultado del trabajo realizado conjuntamente, el 28 de marzo de 1990 se publicó el 1er. listado de *Actividades Altamente Riesgosas*, que las relaciona con el manejo de sustancias altamente tóxicas; y el 4 de mayo de 1992 se publicó el 2do. listado de *Actividades Altamente Riesgosas*, que las relaciona con el manejo de sustancias inflamables y explosivas.

En lo que respecta al segundo párrafo del mismo *Artículo 147* se anota que "Quienes realicen actividades altamente riesgosas, elaborarán, actualizarán y, en términos del reglamento correspondiente, someterán a la aprobación de la Secretaría y de las Secretarías de Energía Minas e Industria Paraestatal, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud y del Trabajo y Previsión Social, los Programas para la Prevención de Accidentes (PPA) en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

Sobre el particular, se señala que para poder atender a esta disposición, en virtud de que diversas empresas que fueron dictaminadas vía impacto y riesgo ambiental y se les requirió la presentación de los PPA's, desde 1989 se inició la creación del COAAPPA, Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes.

Las primeras acciones fueron, las de desarrollar las bases de funcionamiento del Comité; en lo que cabe destacar que se invitó a participar en él, a la Secretaría de Gobernación (Dirección General de Protección Civil) ya que es la responsable del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), en el que se enmarcan las políticas de atención a emergencias (de origen natural, químico, de salud, socio-organizativa, etc.).

Otra de las acciones prioritarias, fue la de desarrollar una guía y un procedimiento para la elaboración, revisión y resolución de los PPA's, en la que se puso especial énfasis que se incorporarán todos los criterios de las Secretarías participantes y todo enmarcado en los lineamientos generales del SINAPROC.

La práctica de la gestión de riesgo ambiental desde la aparición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ha sido de forma oficial y concertada :

Por un lado, lo correspondiente al análisis de riesgo vía impacto ambiental, se tiene el sustento de la propia Ley y el Reglamento de Impacto Ambiental, que señalan las disposiciones para la presentación de los estudios de riesgo, necesarios para la autorización del correspondiente del proyecto.

Por otro lado, correspondiente a la regulación de las actividades altamente riesgosas, en la que se prevé llevar a cabo la atención de las empresas existentes, instaladas y/o en operación, su gestión ha tenido que ser de una manera concertada entre autoridades y empresas, en virtud de que el reglamento correspondiente no ha sido publicado.

EL SECTOR INDUSTRIAL DE ALTO RIESGO EN MÉXICO

1. Composición del Sector Industrial

Los sectores industriales de alto riesgo en México son los siguientes:

Sector Manufacturero

El sector manufacturero ha contribuido de manera importante a la fuente de empleo en México, ya que cubre al rededor de 3.5 millones de éstos; de los cuales aproximadamente 75% se distribuye en las industrias procesadoras de alimentos, de ingeniería, textil y generadora de productos químicos.

Sector Extractivo

Minero.-

La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, prácticamente desde la época prehispánica y fuente de la expansión regional desde la colonia. Ha estado presente en el desarrollo del país como un factor importante de modernización y avance, al suministrar insumos a prácticamente toda la industria, entre las que destacan la de la construcción, la metalúrgica, la siderúrgica, la química y la electrónica, y al formar parte de la fabricación de artículos de uso cotidiano, que van desde lápices, relojes, joyas, televisores, computadoras, automóviles y camiones hasta la construcción de casas, edificios y carreteras.

Hoy la actividad minera contribuye positivamente como generadora de divisas, mediante la exportación, manteniendo una balanza comercial superativa, conserva una aportación ascendente en la economía nacional y una notable participación en la producción mundial.

Asimismo ha tenido una influencia relevante en la orientación de los elementos troncales de la infraestructura del transporte. Además, proporciona directamente al rededor de doscientos veinte mil ocupaciones remuneradas, lo que significa que viven de ella aproximadamente un millón de mexicanos.

El desarrollo y modernización de este sector, como el de la mayor parte de la industria, lleva implícitas perturbaciones en la ecología, que no deben ser subrayadas en el diseño y ejecución de las políticas para su desarrollo. Ello explica que se haya pasado del objetivo principal correctivo en materia de cuidado del ambiente, que predominó en el pasado, a uno esencialmente preventivo, orientado hacia el desarrollo sustentable de esta actividad, dando cumplimiento al compromiso agotado por México en la Cumbre de la Tierra.

La explotación y yacimientos y beneficios de minerales (como toda actividad extractiva) puede provocar alteraciones o impactar de manera negativa al entorno.

Petrolero.-

Los energéticos han ocupado un papel fundamental en la historia hasta el grado de que el tipo de energía que utiliza una sociedad y su forma de consumo puede tipificar su grado de desarrollo. No hay duda de que el carbón, la electricidad y el petróleo, contribuyeron a revolucionar los procesos productivos, formas de vida y transformaciones económicas y sociales de la humanidad en los dos últimos siglos.

La industria del petróleo en México tiene un significado estratégico de primera magnitud; este queda de manifiesto por los niveles de contribución a la economía nacional en renglones tales como el producto interno bruto, la balanza comercial, las finanzas públicas, la producción de energía y la generación de empleos en forma directa e indirecta.

En la industria petrolera es de vital importancia conocer y evaluar el deterioro actual y potencial en los ecosistemas y en algunos recursos naturales en particular, que deriven de sus actividades, con el objeto de diseñar políticas que tiendan hacia una industria cada vez más limpia, sin descuidar al mismo tiempo el crecimiento y desarrollo de este sector estratégico de la economía nacional.

Hacer disponible este recurso para el consumo interno o para la exportación requiere que en el país funcione toda una industria de exploración, explotación, transformación, distribución y comercialización, la cual por su magnitud, complejidad, dinamismo y encadenamiento con el resto de la economía, es capaz de generar, por un lado, efectos multiplicadores -tanto a escala regional como nacional- en el ejemplo, el avance tecnológico, la formación de capital humano y el desarrollo de otras actividades productivas. Y por otro lado, involucra acciones de tal dimensión e intensidad, que ha afectado drásticamente al ambiente de zonas que, como las tropicales, son sistemas naturales sumamente frágiles.

El impacto ambiental producido por los energéticos comprende los efectos de todas y cada una las fases de su sitio de producción.

De todas estas etapas, los procesos de refinación y petroquímica son generalmente los que más llaman la atención en su impacto al entorno natural, debido a la magnitud y variedad de sustancias que maneja en sus procesos industriales. Sin embargo, hay que resaltar el hecho de que las plantas refinadoras y los complejos petroquímicos se convierten además en importantes polos de desarrollo industrial que transforman intensamente las actividades económicas regionales que ponen en marcha complejos procesos socioeconómicos que modifican la relación hombre-ambiente.

Sector Eléctrico

La electricidad constituye el insumo energético más accesible y de mayor aplicación para funcionamiento del aparato productivo del país, por lo cual el sector eléctrico estableció como objetivos, dentro del marco del Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994, generar la energía necesaria para satisfacer el incremento de la demanda durante 1993-1994; elevar la eficiencia en la generación, transformación y comercialización; impulsar los programas de ahorro y uso eficiente de la energía, así como la protección y conservación del ambiente.

Tanto la generación del fluido eléctrico, como la construcción de los elementos productivos de la industria eléctrica, pueden llegar a afectar los diversos componentes bióticos y abióticos de las zonas en donde se instalen. No debe sorprender que la producción de electricidad afecte al ambiente, ya que no hay actividad humana que no lo haga; todas y en especial las asociadas a la producción, procesamiento o uso de grandes cantidades de materia o energía impactan al ambiente.

La electricidad es un servicio necesario para la economía, la industria y un conjunto para la sociedad mexicana, es impensable el desarrollo sin ella. Sin contaminación de gases y partículas producto de la combustión, de hidrocarburo, pero carente de energía. Además, la generación de la electricidad también tiene sus aspectos positivos desde la derrama económica en la población por la compra de equipos y materiales para la construcción, la generación de empleos en la instalación y operación de centrales generadoras de energía eléctrica.

SECTORES DE LA INDUSTRIA NACIONAL	
SECTORES	UNIDADES INDUSTRIALES
Manufacturero	141,446
- Subsectores:	
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	51,151
Textiles, prendas de vestir y productos de cuero	16,853
Industrias y productos de madera (incluye muebles)	16,141
Papel y productos de papel; imprentas y editoriales	7,952
Sust. Químicas, derivados del petróleo, carbón, hule y del plástico	5,472
Productos minerales no metálicos	14,502
Industrias metálicas básicas	932
Productos metálicos, maquinaria y equipos	26,945
Otras industrias manufactureras	1,498
Minería y extracción de petróleo	2,402
- Subsectores:	
Carbón	46
Petróleo y gas natural	33
Extracción de minerales metálicos	678
Explotación de minerales no metálicos	1,645
Industria de la construcción	5,308
Industria eléctrica	36

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XIII Censo Industrial, 1989

2. Estructura Actual del Sector Manufacturero

Grandes Empresas Nacionales y Transnacionales

La industria manufacturera está conformada por un número reducido de grandes conglomerados nacionales y empresas transnacionales (que sumaron un total de 2,481 en 1996), las cuales dominan los mercados respectivos, y un gran número de micros (101,226), pequeñas (20,734) y medianas (3,338) empresas que contribuyen con aproximadamente la mitad de la producción manufacturera del país.

Las grandes empresas nacionales y transnacionales contribuyen actualmente de manera importante a la producción de productos petroquímicos, por lo que México se ubica entre los 10 países exportadores más importantes del mundo. En este campo, se ha puesto particular énfasis en la disminución del consumo de energía y materias primas, y en la adopción de procesos de producción de alta tecnología y bajo impacto ambiental.

Tanto la industria automotriz como la de productos eléctricos y electrónicos, se caracterizan por una situación similar descrita anteriormente respecto a la contribución de grandes empresas a la expansión de estos rubros en el país.

Micro, Pequeña y Mediana Empresa Manufacturera

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) clasifica a las empresas en tres tamaños micro empresa, pequeña empresa y mediana empresa, de acuerdo con el volumen anual de ventas y el número total de personal ocupado tal como se indica en la siguiente tabla.

TAMAÑO DE LA EMPRESA	VENTAS ANUALES EXPRESADAS EN SALARIOS MÍNIMOS ANUALES	EMPLEADOS
Micro	< 110	1 - 15
Pequeña	111 - 1,115	16 - 100
Mediana	1,116 - 2,010	101 - 250

Modificado de: Nacional Financiera/Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. La Micro, Pequeña y Mediana Empresa, 1996

De las empresas incluidas en el directorio del Empadronamiento Urbano Integral, 89.6% corresponden a Micro, 8.9% a Pequeñas y 1.5% a Medianas empresas; las cuales contribuyen con cerca de 50% de los empleos del sector manufacturero.

Algunas de las características de los empresarios y de las empresas que forman el grupo de la Micro industria es la baja escolaridad y relativa juventud de los empresarios; una tercera parte de este tipo de empresas se ubica dentro del domicilio mismo en el que habitan sus propietarios. Además, en ese grupo de empresas no es habitual la participación en cámaras o

asociaciones con intereses comunes, lo que constituye una barrera a su desarrollo ya que pierden la oportunidad de obtener materia prima y otros insumos, así como asesoría y cursos tecnológicos actualizados.

En el caso de la pequeñas y medianas empresas la escolaridad de los empresarios alcanza, en la mayor parte de los casos, el nivel profesional y también es frecuente la participación familiar en los negocios. Los estilos de liderazgo tienden a ser paternalistas y autocráticos, con poca participación de los mandos medios en la toma de decisiones, mas sujetos a reglas y regulaciones, y menos a una gestión sustentada en información tecnológica. La alta participación de este tamaño de empresas en cámaras y asociaciones, facilita su participación en programas de capacitación o asistencia técnica.

A diferencia de muchas de las grandes empresas o conglomerados de empresas nacionales o transnacionales, que han incorporado procesos limpios y competitivos de producción, las pequeñas empresas están dotadas de procesos caducos, altamente consumidores de energía y generadores de contaminación, y la calidad y precio de sus productos son poco competitivos. En un esquema de desarrollo sustentable, la modernización de este grupo de empresas constituye una prioridad. Ello implica no tan solo modificar sus procesos de producción para elevar la calidad y precio de sus productos, sino convertirlos en procesos limpios y seguros para proteger el ambiente y la población.

Empresas Exportadoras

La llamada industria maquiladora surgió en la década de los 60's como parte de un plan para atraer industrias de mano de obra intensiva, que permitió a industrias con matriz extranjera traer capital en equipo, componentes y materias primas sin impuestos arancelarios con la condición de que exportaran tanto sus productos manufacturados como los residuos peligrosos generados durante su producción.

Se estima que existen alrededor de 2,147 empresas en la franja fronteriza norte del país, de las que 83.3% corresponden a maquiladoras. Las principales actividades de las maquiladoras son el ensamble de artículos eléctricos y electrónicos, la elaboración de productos de metal, costura y de producción de artículos de madera. La industria maquiladora nacional en la misma zona generan productos de metal, alimenticios y químicos.

La Industria Química

La industria química constituye uno de los elementos dinámicos del sector manufacturero. La Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) promueve entre sus asociados, el establecimiento e instrumentación del Programa de Responsabilidad Integral, para lograr el manejo y disposición final seguro y ambientalmente adecuados de las sustancias y materiales peligrosos. También cuenta con un Sistema de Emergencia en Transporte para la industria química (SETIQ), además de una base de datos sobre información toxicológica.

Distribución Geográfica de las empresas manufactureras

La distribución de las industrias manufactureras en el país no es homogénea, su desarrollo ha tenido lugar en algunos polos entre los que se distinguen: la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) (la cual contribuye con 48% al valor agregado de la manufactura, VAM), y las ciudades de Guadalajara y Monterrey (que juntas contribuyen con el 15% al VAM). A esos polos se suman el estado de Veracruz, donde se ha desarrollado fundamentalmente la industria petrolera, en lo que respecta a extracción, refinación y producción petroquímica, y la zona fronteriza del norte (conformada por los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Sonora y Tamaulipas) en la cual se encuentra instalada principalmente la industria maquiladora, y en forma menos significativa otras entidades federativas se encuentran en proceso de industrialización como es el caso de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Querétaro, Puebla y Tlaxcala.

Los problemas de contaminación ambiental y la alta vulnerabilidad en las áreas metropolitanas de la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, han sido uno de los principales factores que motivaron el ordenamiento del desarrollo industrial y la creación de parques industriales en otras regiones.

3. Manejo de Sustancias Peligrosas

La Industria Química y Petroquímica son de los sectores que presentan un mayor dinamismo dentro de la Industria Manufacturera del país, la cual contribuye con un 18% al producto interno bruto, asimismo proporciona insumos a otros sectores industriales y de servicios.

Gran número de las materias primas o productos manejados en este tipo de industrias presentan alguna o varias de las características de corrosividad, reactividad, toxicidad, inflamabilidad, biológico-infecciosas (CRETIB), los cuales conllevan riesgos para la salud humana, y al ambiente, ya sea por exposiciones continuas en el ámbito laboral, o por exposiciones a altas concentraciones derivadas por la liberación accidental de ellas.

El almacenamiento de grandes cantidades de sustancias peligrosas en instalaciones industriales ubicadas en zonas densamente pobladas incrementan a su vez los riesgos de accidentes y de impactos severos en la población y sus bienes, así como a los ecosistemas; aunado a lo anterior, se suman los riesgos de incidentes en el transporte o de fugas e incendios en instalaciones industriales.

Se sabe que debido a episodios naturales o antropogénicos, es posible que ocurra un episodio de emergencia, aún cuando se posean los equipos y dispositivos de prevención, así como de control de accidentes, y liberarse al ambiente un determinado volumen de sustancias químicas con alguna característica CRETIB, poniendo en peligro a la salud y el bienestar de la población cercana.

Los impactos negativos producidos por un accidente mayor, pueden ser a largo o corto plazo, reversibles o irreversibles, en diferentes escalas; por lo tanto, una finalidad básica de la identificación de las actividades altamente riesgosas es proteger a la comunidad de la liberación de sustancias peligrosas, con el fin de prepararla para que sea posible responder de forma rápida y eficaz a los planes de contingencias, en caso de presentarse un accidente.

Con base en lo anterior, se hace necesario evaluar dichos riesgos con el fin, de determinar el distanciamiento mínimo (área de riesgo) a que deberán instalarse las actividades altamente riesgosas con respecto a cualquier asentamiento humano (*desarrollos habitacionales*); de donde además, se hará posible integrar el ordenamiento ecológico e su entorno, lo que garantiza la zona de influencia.

4. Clasificación de Actividades Altamente Riesgosas

Criterios y Procedimientos

Una de las premisas básicas para un desarrollo sostenido, consiste en reconocer que ambiente y desarrollo no son conceptos opuestos sino complementarios e interdependientes y, a la larga resultan ser reforzados uno del otro. De ahí que un problema ambiental se trate como un sistema en el que se requieren un conjunto de soluciones coherentes que aseguren el curso de cada etapa tratada, ya sea en la planeación o en la implementación. El análisis y jerarquización de factores que determinen el alto riesgo de una actividad, competen al hecho de que en la industria se trabaja con un conjunto de componentes móviles y altamente dinámicos que hacen necesario tomar en consideración respuestas flexibles y de largo plazo.

Por otro lado, una restricción en términos de política práctica, consiste en que las causas y efectos dentro de las actividades altamente riesgosas son complejas, entrelazadas y en gran parte muy difíciles de evaluar.

De ahí que los impactos son frecuentemente sinérgicos y algunas veces podrían ser también irreversibles y difíciles de predecir. La etapa de caracterización del riesgo es una discusión sumatoria en la cual la información se reúne de una manera útil. Esto significa que la caracterización del riesgo contiene no solamente una estimación del mismo para una exposición específica, sino también un resumen de la información biológica, las estimaciones empleadas y sus limitaciones así como una discusión de las incertidumbres dentro de la asesoría sobre riesgos, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Dentro de una instalación industrial, los accidentes con efectos sobre el ambiente pueden presentarse por la peligrosidad que se tenga dentro de una actividad determinada, cuyo nivel dependerá de la conjunción de diversos factores, tales como:

- a) El asociado a las características de las diversas sustancias que intervienen en el proceso;

- b) El asociado a las modalidades energéticas utilizadas en la instalación;
- c) El inherente a los diversos equipos que conforman la línea de proceso y;
- d) El correspondiente a las diversas operaciones realizadas en las instalaciones.

Estos factores en conjunto, presentan un efecto sinérgico que en el momento óptimo desembocará en un accidente con consecuencias sobre el ambiente que puede llegar a ser de gran severidad.

Como se mencionó anteriormente, existen listados específicos de todas las sustancias que representan un riesgo mayor, en donde se indican las cantidades de estas sustancias, debajo de las cuales se considera que al presentarse un accidente, no se provocarían daños apreciables en una distancia de 100 m alrededor del punto en que se liberen.

En un primer intento, en dichos listados se han incluido todas aquellas sustancias consideradas de mayor riesgo, de acuerdo con los criterios que se han establecido para su identificación, aunque posteriormente se irán anexado a éstas las demás sustancias que son de igual importancia en su peligrosidad, hasta cubrir el total de las sustancias peligrosas existentes en México, incluyendo las que pudieran importarse de otros países.

Para facilitar la comprensión e interpretación de los términos utilizados en el presente, a continuación se definen los siguientes conceptos:

Actividades altamente riesgosas: son aquellas acciones, serie de pasos u operaciones comerciales y/o de fabricación industrial, en que se encuentren presentes una o más sustancias peligrosas, en determinadas cantidades, que al ser liberadas por condiciones anormales de operación externa, provocarían accidentes mayores.

Sustancias peligrosas: son aquellas que por sus características inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, corrosivas, radioactivas, o biológicas pueden ocasionar daños a los ecosistemas, a la población o a sus bienes.

Sustancias inflamables: se consideran como sustancias inflamables, aquellas que son capaces de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales, para inflamarse espontáneamente o por la acción de una chispa. La concentración de dicha mezcla se considera equivalente al límite inferior de explosividad.

De acuerdo con la definición de la Agencia Nacional de Protección Contra Incendios de los E.U.A., son aquellas que poseen un punto de inflamación menor a 60°C y una presión de vapor absoluta inferior a los 2.81 Kg/cm² a 38°C.

Sustancias explosivas: son aquellas que producen una expansión repentina, por turbulencia, originada por la ignición de cierto volumen de vapor inflamable, acompañada por ruido, junto

con fuerzas físicas violentas, capaces de dañar seriamente las estructuras, por el paso de los gases, que se expanden rápidamente.

Sustancias tóxicas: son aquellas que causan daños al tejido viviente, cuando se absorben en dosis relativamente pequeñas. La cantidad o dosis es una característica esencial, que indica el grado de toxicidad de cada sustancia.

Las sustancias tóxicas pueden actuar sobre el sistema nervioso central, los riñones, el hígado, así como en la sangre, por inhalación o ingestión; también pueden entrar al cuerpo por absorción a través de la piel.

El grado de toxicidad de las sustancias, puede expresarse en formas muy diversas (IDLH, LD, TLV), de acuerdo con el fin que se persiga. Tratándose de salud ocupacional se han empleado los de tipo médico a fin de lograr una correcta identificación en el ámbito del equilibrio ecológico.

Sustancias de toxicidad aguda: son sustancias químicas que pueden causar efectos a la salud, ya sea a corto plazo, después de una simple exposición breve. Estas sustancias químicas, pueden causar daños al tejido viviente, daños al sistema nervioso central, enfermedad severa o en casos extremos la muerte.

Nivel IDLH: es el valor máximo, establecido por el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Operacional (NIOSH) de los Estados Unidos, en ppm o mg/m^3 de concentración de una sustancia tóxica a la que una persona puede escapar sin daños irreversibles a la salud, en un período de hasta 30 minutos de exposición.

Este nivel se seleccionó por la Secretaría para determinar medidas posibles de toxicidad, que se encontrarían al liberarse en el ambiente las sustancias tóxicas, utilizando los modelos de dispersión con los que se obtuvieron las cantidades denominadas de reporte.

Sin embargo, es necesario señalar que estos valores de toxicidad no necesariamente indican niveles seguros, por las siguientes razones:

- El IDLH se basa en la respuesta de una población de trabajadores masculinos saludables y no toma en cuenta una exposición de individuos más sensibles, tales como personas de edad, niños o gente con diversos problemas de salud.
- El IDLH se basa en una exposición de 30 minutos, que puede no ser realista para liberaciones accidentales a la atmósfera.
- Los valores de IDLH no existen para todas las sustancias químicas de toxicidad aguda.
- Empleando los valores de IDLH la metodología puede no identificar todas las cantidades que podrían originar daños serios, sino sólo daños reversibles.

Por estas razones, se debe ser cuidadoso en el empleo de niveles de toxicidad; se seleccionó el IDLH por no encontrarse disponible información de niveles que se adecuen a las condiciones ambientales, a todo tipo de población y además con dosis en que se haya considerado un mismo tiempo para las exposiciones. De esta forma, para el uso de los valores de IDLH se asumió lo que es válido para proteger a la población expuesta.

Dosis Letal Media (LD₅₀): es la concentración de una sustancia que se espera cause la muerte del 50 % de una población animal, experimental y definida; se determina con base a la exposición a una sustancia por cualquier ruta diferente a inhalación, de un número significativo de tal población.

Accidentes Mayores: son aquellos cuyos efectos, por su alcance, rebasan los límites de la instalación industrial o comercial, en que se encuentra una o más sustancias peligrosas, dañando a los ecosistemas, seres humanos o a sus bienes. Los efectos pueden ser instantáneos o retardados y de tipo reversible o irreversible.

Como accidentes mayores pueden considerarse los siguientes:

- 1) Cualquier liberación real o potencial de una sustancia peligrosa, en que la cantidad total liberada sea mayor a la que se haya fijado como segura (cantidad de reporte).
- 2) Cualquier fuego mayor que de lugar a elevación de radiación térmica en el lugar o límite de planta que exceda de 5 kw/m^2 por varios segundos.
- 3) Cualquier explosión de vapor o gas que pueda ocasionar sobrepresión de 0.5 Lb/pulg^2 .
- 4) Cualquier explosión de una sustancia reactiva o explosiva que pueda causar daño a edificios o plantas, fuera de la vecindad inmediata, suficiente para dañarlos o volverlos inoperantes por un tiempo.
- 5) Cualquier liberación de sustancias tóxicas, en la que la cantidad liberada pueda ser suficiente para alcanzar una concentración igual o arriba de su IDLH en áreas aledañas a su desprendimiento, por más de 30 minutos.

Cantidad de reporte (cr): cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas existentes en una instalación o medio de transporte dados, que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Para determinar las cantidades existentes, deben sumarse en su totalidad, las cantidades que se encuentran en cada punto del establecimiento, incluyendo los almacenes, tuberías, equipos de proceso y equipos auxiliares.

Se tomaron los valores de IDLH como base de cálculo de cantidades de reporte, debido a que se consideran para tiempos de exposición de 30 minutos que, junto con una distancia de 100 metros, son razonables para casos de evacuación en caso de un episodio de emergencia debido a la liberación de sustancias químicas.

La distancia de 100 metros en promedio, esta fijada por el Departamento de Transporte de los E.U.A. (DOT), para hacer posible la evacuación antes de que se presenten daños a la salud por emergencias.

Por lo anterior, se consideraron condiciones climáticas y atmosféricas extremas y se compararon con las cantidades de reporte que se solicitan en E.U.A., en donde se seleccionó el modelo que más se aproxima a valores razonables y convenientes para las condiciones de nuestro país.

El modelo seleccionado es muy simple, lo cual también facilita su aplicación, puesto que existen modelos que requieren una serie de información, así como de características físicas y químicas que son difíciles de encontrar. Por otro lado, dado que por la cantidad arriba de la especificada, requerirán de un estudio más específico y completo sobre riesgo, se considera que su grado de aproximación es suficiente para el fin perseguido.

Identificación de las sustancias de mayor riesgo

Para la elaboración de los listados de actividades altamente riesgosas, se tomó en consideración las características de toxicidad, inflamabilidad, reactividad, radiactividad, acción biológica, corrosividad y explosividad de las sustancias identificadas como peligrosas, considerando en cada caso, la propiedad de la sustancia que podría ser más determinante en cuanto al riesgo que representa, ya que hay sustancias que presentan varias características de peligrosidad al mismo tiempo.

Criterios para la elaboración de los listados de sustancias tóxicas, explosivas e inflamables

Las sustancias incluidas en el listado de actividades de alto riesgo, se derivaron de diversas listas tales como: listado de 400 sustancias identificadas por la Agencia Ambiental de los Estados Unidos de América como agudamente tóxicas; listados de sustancias consideradas por la Ley General de Salud, de la Secretaría de Salud; listado de sustancias que requieren permiso para su importación a territorio nacional, identificadas a nivel ocupacional, con valores de TLV de 8 horas, por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

Después de realizar el cruzamiento entre los listados anteriores, se definió la inclusión de todas las sustancias que tienen un IDLH menor de 10 mg/m^3 , en un listado en el que además, se incluyeron las sustancias que por el alto volumen con el que se producen, manejan o transportan en México, fueron tomadas en cuenta, aunque su grado de toxicidad no sea del

orden de las identificadas como tóxico-agudas, pero que en caso de liberarse podrían presentar problemas serios al considerarse su concentración en el ambiente.

Asimismo, para las sustancias inflamables y explosivas se consideraron todas aquellas sustancias que en cantidades tales que de producirse una liberación, ya sea por fuga o derrame de las mismas, provocaría la formación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamabilidad, en un área determinada por una franja de 100 metros de longitud en torno a las instalaciones o medio de transporte dados, y en el caso de formación de nubes explosivas, la presencia de ondas de sobrepresión de 0.5 lb/plg^2 en esta misma franja.

Listado de actividades altamente riesgosas

Con base en la aplicación de los modelos matemáticos anteriormente mencionados, con el que se simuló la dispersión de una nube de gas o vapor, desprendidos accidentalmente, mediante el cual se puede conocer la concentración máxima y la distancia a partir de su origen, tomando en consideración las condiciones meteorológicas y topográficas de la zona en que ocurra la fuga o derrame; comparando dichas concentraciones con los niveles máximos permitidos (dosis) que aseguren el bienestar y salud del ser humano, tales como su IDLH, se determinaron las cantidades mínimas denominadas cantidades de reporte de las sustancias identificadas como tóxicas, valores de 5 kw/m^2 para sustancias inflamables y de 0.5 lb/plg^2 para sustancias explosivas.

Estas sustancias y sus cantidades de reporte se encuentran consignadas en el primero y segundo listados de actividades altamente riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 para sustancias tóxicas y, el 4 de mayo de 1992 para inflamables y explosivas.

A medida que la tecnología ha aumentado, si también ha avanzado el riesgo asociado con esta. Los efectos mas importantes de la tecnología moderna sobre la salud publica tienen su origen en la exposición prolongada y crónica a emanaciones de contaminantes de los alrededores de los complejos industriales. Estos problemas ambientales derivados de la tecnología guardan relación estrecha con la seguridad, puesto que raras son las veces en que, en las consecuencias ambientales, sociales y económicas, no haya implícitas cuestiones de seguridad; esto se hace mas evidente en el caso de emanaciones accidentales, donde sus efectos sobre el medio ambiente llegan a ser en algunos casos de consecuencias fatales.

En México, los establecimientos comerciales, industriales y de servicio, han incrementado el manejo de sustancias peligrosas, siendo las tóxicas, explosivas e inflamables, las que pueden repercutir de manera mas importante en la población.

Por otro lado, el crecimiento poblacional y la ubicación de los asentamientos humanos con relación a las industrias o establecimientos pueden presentar riesgo a la población.

Además, si se toma en cuenta que en México, su territorio se encuentra ubicado en una región en la que se presentan con probabilidad significativa fenómenos naturales que conducen o pueden conducir a daños importantes a las instalaciones industriales, se hace necesario considerar el riesgo producido por fenómenos naturales como la sismicidad, rayos, inundaciones, etc.

5.- Regulación de Actividades Altamente Riesgosas en México

Para evaluar el riesgo de una actividad industrial o comercial, el INE, a través de la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas (DGMRYAR), solicita, mediante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), con base en el análisis de las acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad. Esto incluye la identificación de riesgos que dichas obras o actividades representen para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas técnicas de seguridad, preventivas o correctivas tendentes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de un posible accidente, durante la ejecución u operación normal de la obra o actividad de que se trate.

Los escenarios de riesgo se definen a partir de posibles accidentes industriales que afecten seriamente al ambiente. Es importante recordar que los tres tipos fundamentales de accidentes a considerar son: **Explosión, Incendio y Fuga o derrame** de productos de alta peligrosidad. Estos accidentes dependen de tres variables básicas: presión, temperatura y concentración de las diversas sustancias presentes, así como de las condiciones de los recipientes, construcciones y diseño de los equipos y de las características de la transportación de dichas sustancias.

Los accidentes se pueden presentar por causas naturales (fortuitas o antropogénicas) o premeditadas. Las medidas de prevención y mitigación de riesgos a aplicarse en las diversas instalaciones industriales, se pueden clasificar en:

Medidas preventivas: su finalidad es reducir en su origen los niveles originados de riesgo a valores socialmente aceptables.

Medidas de control: su objetivo es reducir los efectos negativos en el ambiente de accidentes, cuando se lleguen a presentar.

Medidas de atención: tienen por objetivo reducir los daños a la población cuando el accidente ha tenido lugar.

En este sentido, es importante señalar que el riesgo total que presenta una instalación industrial conjuga dos aspectos importantes:

Riesgo intrínseco del proceso industrial: que es genérico a la naturaleza de los procesos y materiales involucrados, a las modalidades energéticas utilizadas y a la vulnerabilidad de

los diversos equipos que integran el proceso, así como a la distribución de los productos y su transporte.

Riesgo de instalación: que se define de manera específica por las características del sitio y de su ubicación, a partir de los factores ambientales, mismos que pueden incrementar su nivel de riesgo (población aledaña, ecosistemas frágiles, entre otros).

En torno a estos conceptos, es necesario establecer, con fines de prevención, al menos dos factores:

- La magnitud de los efectos del evento, cuantificados en una escala adecuada.
- La posibilidad de que se presente el evento correspondiente.

Por otra parte, es necesario definir un nivel de riesgo aceptable, que pueda ser utilizado para la evaluación de proyectos industriales. El establecimiento de este nivel aceptable implica el considerar diversos factores.

- Problemas del sitio (de la ubicación de la planta).
- Espaciamiento interno y emplazamiento general.
- Estructura fuera de especificaciones.
- Evaluación inadecuada de materiales.
- Problemas del proceso químico.
- Fallas de equipo.
- Falta de programas eficientes de seguridad tanto internos como externos.

Estos factores obligan a desarrollar y establecer diversas técnicas de análisis de riesgo ambiental, así como políticas del uso del suelo que eviten la coexistencia de zonas urbanas o ecológicamente sensibles y áreas industriales de alto riesgo. Es importante señalar aquí algunas de las técnicas más utilizadas para el análisis de riesgo.

Lluvia de ideas: Consiste de una reunión multidisciplinaria de especialistas, mediante el cual definen cada uno su punto de vista con respecto al proyecto o planta. No es propiamente una técnica, pero resulta útil como auxiliar en la ejecución del análisis de riesgo mediante alguna otra técnica de las descritas a continuación.

Lista de Chequeo (Check List): Son de uso frecuente en la identificación de riesgos, pero su desventaja es que cualquier aspecto no incluido en ellas quedará sin analizar. Estas son útiles cuando no existen modificaciones en las instalaciones y todos los riesgos han sido

identificados con anterioridad (es decir solo se pretende “chechar”), sobre todo cuando las instalaciones son nuevas.

Índice Dow: (Fuego y Explosión) Este intenta cuantificar anticipadamente daños potenciales por incendios y explosiones, identificando las causas y a los generadores, traduciendo los riesgos potenciales a una valoración económica que permita jerarquizar decisiones. Este sistema separa los procesos industriales en sectores específicos identificando materiales, procesos, y propiedades termodinámicas relevantes, requiriendo un diseño preciso de la única industrial analizada, diagramas de flujo del proceso, información económica de costos y beneficios, y formatos sistematizados de reporte. *Ha resultado práctica su aplicación para la evaluación de riesgos, con la limitante de ser orientada a riesgos muy particulares.*

Índice Mond : (Fuego, Explosión y Toxicidad) Este método se basa en la peligrosidad de los productos y en el carácter crítico de los procesos en función de sus antecedentes de operación en instalaciones similares. Este índice fue desarrollado por ICI (empresa química de origen británico), y permite obtener índices numéricos de riesgos para cada sección de las instalaciones industriales, en función de las características de las sustancias manejadas, de su cantidad, del tipo de proceso, y de las condiciones específicas de operación. *Ha resultado práctica su aplicación para la evaluación de riesgos, con la limitante de ser orientada a riesgos muy particulares.*

Análisis What If: Este no requiere métodos cuantitativos especiales ni una planeación extensiva; utiliza información específica de un proceso para generar una serie de preguntas que son pertinentes durante las etapas de diseño, así como durante el tiempo de vida de una instalación, así como cuando se introduce cambios al proceso o a los procedimientos de operación. Esta metodología consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluadas incluyendo la más amplia gama de consecuencias posibles.

Árbol de Fallas: Es una de las técnicas más utilizadas, consiste de un proceso de estimación basado en la posibilidad de ocurrencia de eventos que pueden causar daños al personal, a las instalaciones y a las comunidades. Parte de definiciones matemáticas de riesgo en función de su frecuencia probable, magnitud y costo, en términos de sus consecuencias económicas, a la salud, e incluso a los ecosistemas.

HAZOP: La industria de procesos ha requerido utilizar técnicas más creativas y versátiles, una de las más aceptadas por sus resultados es la del Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP), que identifica riesgos y problemas que impedirían una operación eficiente y cuya ejecución sistemática reduce la posibilidad de omisiones. Consiste en observar las desviaciones o cambios supuestos a propósito y puestos al descubierto por la aplicación sistemática de las palabras clave: No, Más, Menos, Tanto como, Parte de, Contrario a, Diferente a; *analizando las causas, consecuencias y medidas de prevención y protección.*

Esta última metodología, dadas sus características, es la que se aplicará junto con la de Árbol de Fallas para el análisis de riesgo de la planta propuesta en esta tesis.

Es obvio que la necesidad de evaluar el riesgo ambiental surge de la importancia de preservar los ecosistemas y proteger a la población y a sus bienes circundantes a los sitios en donde se efectúan actividades riesgosas. Muchos países tienen en práctica el análisis de riesgo como es el caso de México inscrito en el procedimiento de impacto ambiental. En efecto, en el Artículo 6 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental se señala que en el caso de obras o actividades consideradas como altamente riesgosas, deberá presentarse un estudio de riesgo en los términos previstos por los ordenamientos que rijan dichas actividades.

En este sentido, de acuerdo a la complejidad del caso o a las etapas o fases del procedimiento, se establece el nivel de información que debe presentar el promovente del proyecto sujeto a evaluación, existiendo tres niveles.

- Informe preliminar de riesgo (IPR).
- Análisis de riesgo (AR).
- Análisis detallado de riesgo (ADR).

En cada uno de estos niveles se requiere contar con la información necesaria y suficiente para identificar y evaluar en las distintas fases que comprende el proyecto, las actividades riesgosas, y con ello, incorporar medidas de seguridad tendientes a evitar o minimizar los efectos potenciales a su entorno en caso de un accidente. Para los fines de la presente tesis, se seleccionó la modalidad de Análisis de Riesgo ya que se abordan los conceptos fundamentales del tema.

6.- Fundamento Jurídico

Con fundamento en los Artículos 2º, Fracción 1, 17, 26 y 32 Bis Fracciones IV y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5 Fracción VI, 145, 146 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 3º, 13, 14, 44, de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 1º, 2º, 12, 13, 33, 54 Fracciones VIII y XII, 55 y 59 Fracción III del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Niveles de Atención

Como resultado del procedimiento establecido para la manifestación del impacto ambiental, se determina la aplicación del procedimiento de análisis de riesgo ambiental en el que de acuerdo a las etapas o fases del mismo, se establece el nivel de información que debe presentar el proponente del proyecto sujeto a evaluación.

El procedimiento consta de tres niveles:

- a) **informe preliminar de riesgo.** Este tiene como objetivo contar con la información suficiente para identificar y evaluar las actividades riesgosas en cada una de las fases que comprende el proyecto que, dadas sus características, se puede catalogar como de bajo riesgo, para poder incorporar con esto las medidas de seguridad tendientes a evitar o minimizar los efectos potenciales a su entorno en caso de accidente.
- B) **el análisis de riesgo.** Viene a representar el nivel donde se requiere de una información mas precisa y extensa para el análisis y evaluación de proyectos que se pueden identificar como de riesgo moderado.
- C) **análisis detallado de riesgo.** Es el nivel en el cual se requiere de toda la información detallada y con el apoyo de metodologías sofisticadas de análisis de riesgo ambiental para evaluar las posibles repercusiones que tendría una instalación de alto riesgo sobre su entorno.

Crterios

Para la identificación de riesgos potenciales en el proceso y asegurar que se especifiquen medidas para su eliminación y control es necesario emplear una serie de técnicas sistemáticas que se conocen como análisis de seguridad en procesos (ASP), que mediante su uso apropiado es posible evaluar su magnitud y su probabilidad, así como guiar al grupo de análisis a encontrar sistemáticamente las medidas preventivas o contingentes que eliminen o minimicen el riesgo.

La aplicación adecuada de cada uno de estos métodos requiere de un conocimiento profundo de sus técnicas y de los procesos que van a ser estudiados.

Todas las técnicas del análisis de seguridad en procesos aplicadas oportunamente en el proyecto de una nueva planta, van a influir con alta prioridad en las decisiones más importantes sobre su diseño e instalación.

El análisis de seguridad en procesos, divide los riesgos en diversos campos, cada uno de los cuales se concentra en el estudio de riesgos específicos de una función física y operación del proceso.

En los estudios de análisis de riesgo que requieren elaborar las industrias para mejorar sus niveles de seguridad y operación, es conveniente mencionar dos aspectos básicos a considerar:

- a) **Detección de los puntos críticos**

En los cuales se pueden presentar fallas, cuya ocurrencia puede impactar negativamente a las instalaciones y al entorno de la actividad industrial que se este analizando.

En este sentido se utilizan procedimientos de análisis tales como:

- * Listas de comprobaciones (Check List), que se utilizan en instalaciones pequeñas de bajo riesgo y de tecnología muy conocida.
- * Estudios de riesgo de operabilidad, utilizados para instalaciones complejas, de alto riesgo y tecnologías innovadoras.

Este procedimiento consiste en analizar las desviaciones de las variables operacionales de cada sistema de interés en las instalaciones de una actividad industrial en donde se utilizan sustancias peligrosas (corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico infecciosas), las posibles causas de esta variaciones, sus consecuencias y las acciones requeridas para eliminar o reducir los efectos negativos detectados.

Se utilizan palabras guías o claves para indicar condiciones del proceso, actividades, sustancias, tiempo y lugar. En este tenor, para el caso de tiempo, los aspectos de interés son la duración, frecuencia, tiempo absoluto y la secuencia de los eventos; para ello se emplean palabras tales como: mas o menos, mas pronto, mas tarde, etc.

B) Evaluación de riesgos

Con base a los riesgos detectados, utilizando procedimientos tales como los antes indicados, es conveniente evaluar el nivel del riesgo detectado a fin de poder integrar las opciones para reducción mediante un análisis costo-beneficio, que permita el desarrollo industrial sin descuidar la protección a la población.

Entre los procedimientos para la evaluación del riesgo, se tienen los siguientes:

Podemos mencionar el denominado análisis de riesgo en el cual se consideraron a los accidentes como resultado de un encadenamiento de eventos simples para los cuales se puede evaluar el nivel de probabilidad de su ocurrencia. El encadenamiento de los distintos eventos simples sigue en su comportamiento matemático las leyes del álgebra booleana obteniendo el nivel de probabilidad mediante simples operaciones matemáticas entre los niveles de probabilidad de los eventos simples.

Es importante mencionar que una vez determinado el nivel de riesgo, este se puede modificar estableciendo medidas de seguridad mas estrictas, por lo que es necesario establecer un valor probabilístico para el accidente que se esta evaluando, lo que se puede hacer mediante el análisis del costo que la implementación de las medidas implica, en relación a lo que se previene.

Juegan un papel importante entre los criterios a observar en la evaluación de riesgos, el establecimiento de parámetros de medición mediante los cuales se fijan valores tope que permitan salvaguardar la salud de quienes se encuentran en los alrededores de instalaciones de alto riesgo, si como proteger sus bienes.

En este sentido se ha considerado como un *parámetro de protección de la salud* en cuanto a afectación por toxicidad, el IDLH (peligro inmediato a la salud o a la vida), que se define como un valor máximo en ppm o mg/m^3 en concentración de un contaminante tóxico al cual una persona puede escapar sin daños irreversibles a su salud en un período de hasta 30 minutos de exposición.

Este valor se utiliza para definir la zona de alto riesgo, lo cual se hace mediante la utilización de modelos de dispersión que permiten determinar que distancia se requiere en los casos en los que ocurran accidentes en actividades industriales con fugas o derrames.

El TLV (*valor límite umbral*), son límites permisibles de concentración establecidos por el American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), cuyo criterio general asume que el valor promedio de concentración máxima permisible para exposición, dado en partes por millón (ppm) ó mg/m^3 de un contaminante tóxico que se considera no tener ningún efecto en una persona expuesto al mismo en una exposición de 15 minutos.

Este valor se utiliza para definir la zona de amortiguamiento siguiendo un procedimiento semejante al que se realiza para determinar la zona de alto riesgo.

En lo relativo a afectación por riesgo en los casos de actividades en las cuales se utilizan *sustancia con características explosivas*, para la determinación de la zona de alto riesgo, se establece como parámetro de afectación $0.5 \text{ Lb}/\text{pulg.}^2$. Tomando como zona de afectación el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde donde se encuentra el punto desde el cual se puede formar la nube explosiva y cuyo extremo representa la distancia a la cual se tiene una onda de sobrepresión de $0.5 \text{ Lib}/\text{pulg.}^2$.

Paquetería Disponible (Software)

El Sistema de Información Rápido de Impacto Ambiental (SIRIA), surge ante la necesidad de contar con una herramienta de apoyo para la evaluación de los impactos ambientales producidos por los proyectos de desarrollo en el país, este paquete es de uso exclusivo de las autoridades mexicanas, aunque, existe una versión disponible al público en general, se trata de los modelos de Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias (SCRI) el cual se utilizará para los fines de la presente tesis. Actualmente, se utiliza este sistema (entre otros) cuya estructura es:

- módulo de evaluación de afectaciones ambientales:

- * banco de datos
- * banco de textos
- * modelo de dispersión de contaminantes
- * modelo de simulación de escenarios

- módulo de interfase:

- * subsistema de manejo interactivo
- * subsistema de impresión de reportes

- módulo de registro de proyectos:

- * información general
- * dictámenes

- módulo de apoyo decisional:

- * procedimiento de evaluación de alternativas

- módulo de evaluación de riesgos ambientales

- * banco de datos
- * banco de textos
- * modelo de dispersión en aire
- * modelo de nubes explosivas

dada la finalidad del presente documento se hace referencia únicamente a este ultimo y concretamente a los:

- 1.- Modelos de dispersión en aire.
- 2.- Modelo de nubes explosivas.

1. Modelos de dispersión en aire

A. Modelo de dispersión de fugas y derrames

Este modelo se aplica para efectuar estimaciones de concentraciones de sustancias peligrosas, a nivel de piso, provenientes de una fuga gaseosa o del derrame de un liquido que se evapora. Los resultados a la salida del modelo son: la distancia de la pluma para alcanzar una concentración dada y el "área de exclusión" o área de riesgo, dentro de la cual se pueden tomar acciones preventivas de evacuación de la población en caso de accidente.

B. Modelo de dispersión de un puff

Este modelo considera la dispersión de un puff tridimensional, o burbuja, formado por la masa de una sustancia que es liberada a la atmósfera en unos cuantos segundos, tal

como una nube de gas provocada por una explosión o ruptura de una esfera de almacenamiento.

El modelo da como salidas: la distancia recorrida por el puff, el tiempo de recorrido y la concentración en el centro del mismo a nivel de piso.

2. Modelo de nubes explosivas

El modelo considera como posibles formadores de nubes explosivas:

- gases en estado líquido por enfriamiento.
- Gases en estado líquido por efecto de una presión.
- Gases sujetos a presiones de 500 psi, o mayores.
- Líquidos inflamables o combustibles a una temperatura mayor a su punto de ebullición y mantenidos en estado líquido por efecto de presión (excepto materiales con una viscosidad mayor que 1×10^6 centipoises o, con puntos de fusión arriba de 212°F).

El modelo lleva implícitas las siguientes suposiciones:

- 1.- La fuga es instantánea y no se considera el caso de un escape de gas paulatino, excepto para fugas en tuberías de gran capacidad con material transportado desde instalaciones alejadas.
- 2.- El material fugado se evapora instantáneamente y la nube se forma instantáneamente, de acuerdo a las condiciones termodinámicas del gas o líquido inflamable antes de la fuga.
- 3.- La nube adquiere una forma cilíndrica cuya altura es un eje vertical. No se consideran distorsiones ocasionadas por viento o por estructuras de edificios presentes.
- 4.- La nube tiene una composición uniforme y su concentración en el aire esta en el punto medio entre los límites inferior y superior de explosividad del material.
- 5.- Se toma el calor de combustión del TNT (200 BTU/lb) para convertir el calor de combustión del material a un equivalente en peso de TNT.
- 6.- La temperatura ambiente es constante: 21°C (70°F).

Las modelaciones efectuadas con este sistema permiten simular escenarios de acuerdo con los datos del proyecto, permitiendo ver el comportamiento de la o las sustancias que se manejen; esto proporciona una visión amplia de cuales serían las consecuencias y afectaciones, dimensionando áreas de las mismas, permitiendo llevar a cabo acciones tendientes a disminuir los radios de afectación como lo son: las bardas perimetrales, los sistemas de seguridad óptimos, las fosas de contención, etc.

ESTUDIO DE RIESGO

Para los fines del presente trabajo, se estructurará el estudio en base a las guías proporcionadas por las Autoridades Mexicanas, con el objeto de ejemplificar la aplicación de la teoría en la práctica desde un punto de vista real.

1.- **INFORMACIÓN GENERAL**

1.1.- **Nombre de la empresa**

Fábrica de Jabón, S.A.

1.2.- **Objeto de la Empresa**

La fabricación de jabón.

1.3.- **Departamento proponente**

Maestría en Ingeniería Química (Proyectos)

Unidad de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química, UNAM, CU

1.4.- **Nombre completo de la persona responsable del trabajo**

Ingeniero Químico Antonio Torres Contreras
Ced. 1845660

1.5.4.- **Firma del responsable**

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1.- Nombre del Proyecto

Planta de Hidrógeno.

2.1.1.- Descripción general

En la fabricación de jabón, existe dentro del proceso productivo una sección donde es necesario contar con hidrógeno en cantidades que permitan satisfacer un régimen continuo de operación, asimismo, es necesario que el hidrógeno sea de gran pureza, esto requerido en el proceso de hidrogenación de la grasa necesaria para la obtención del producto. Por lo anterior, y aprovechando las facilidades otorgadas por el proveedor para surtir gas natural, el diseño de la Planta de Hidrógeno esta basado en la producción de hidrógeno de 99.9% de pureza a partir de la reformación de gas natural con vapor. La Cantidad de Reporte para el Hidrógeno es a partir de 500 kilogramos en estado gaseoso (D.O.F. del 4 de mayo de 1992).

Capacidad	Rendimiento
67,250 m ³ /h Cap. Diseño	2.68 m ³ de H ₂ /m ³ de carga
33,600 m ³ /h Cap. Mínima	2.68 m ³ de H ₂ /m ³ de carga

La planta de hidrógeno comprende las siguientes etapas, las cuáles se describirán en adelante :

- Hidrodesulfuración.
- Reformación de gas natural con vapor.
- Convertidor de CO de Alta Temperatura.
- Purificador de hidrógeno por Adsorción de Presión Oscilante (PSA).

El factor de servicio con el que se operará es de 0.92 (336 días al año).

2.1.3.- Vida útil

La vida útil de la planta será de 20 años.

La vida útil puede variar en función del mantenimiento preventivo que se establezca para la planta, así también la reposición o actualización de equipos determina una mayor duración.

2.1.4.- Planes de crecimiento futuro

Será en función de la demanda del producto, para lo cual, en su momento, se hará el estudio correspondiente para el conocimiento de las autoridades competentes.

2.2.- Ubicación de la Planta

La planta se encuentra ubicada dentro de la Fábrica de Jabón ubicada al Noroeste del Distrito Federal en el Fraccionamiento Industrial P. de Vías, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, En Av. Pte. Juárez S/N, cuyas colindancias se pueden observar en el croquis de localización y colindancias del Anexo B.

Al sur se ubica el Distrito Federal, con la Delegación Azcapotzalco y el municipio de Naucalpan de Juárez del Estado de México.

Al norte los municipios de Atizapán de Zaragoza, Tultitlán y Cuautitlán Izcalli; ambos del Estado de México.

Al Este el Distrito Federal, con la Delegación Gustavo A. Madero.

Al Oeste el municipio de Atizapán de Zaragoza y una porción de Naucalpan de Juárez; ambos también del Estado de México.

En el Anexo B, se localiza el plano de la microregión y en el Anexo A el de la región donde se marcan los puntos importantes de interés cercanos al proyecto en un radio de 200 m.

2.2.1.- Coordenadas del predio

La Planta se localizará en las siguientes coordenadas:

Latitud Norte: 19°31'17''

Longitud Poniente: 99°11'53''

2.2.2.- Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno

En el plano de localización y colindancias del anexo B se pueden observar los siguientes establecimientos colindantes con la Fábrica de Jabón (para los fines de la presente tesis, no se mencionan razones sociales) :

AL ESTE: Terreno propiedad de la Planta de Jabón (40); El frente de la Fábrica de Jabón dan hacia el Este, quedando sobre la calle P. Juárez. Al cruce de la misma, se encuentra una fábrica de envases de vidrio.

Más allá de esta última empresa, se encuentran las vías del ferrocarril y posteriormente hay una zona habitacional a una distancia aproximada de la planta de 340 m; las viviendas en esta zona en general van de un nivel socioeconómico (por el tipo de construcciones) bajo a medio, entre ellas hay algunas pequeñas tiendas (de abarrotes y recauderías). Dentro de este Barrio se puede encontrar un sanatorio de maternidad (1); una iglesia (2) y un jardín de niños (3); a una distancia mayor se encuentran un salón de fiestas (4), un salón de banquetes (5) y el módulo de vigilancia municipal (6).

AL NORTE: Un panteón (39) y una pequeña porción de un edificio de oficinas (41); después del panteón se encuentra un fraccionamiento habitacional de un nivel socioeconómico medio-bajo.

AL NORESTE: En esta dirección se pueden encontrar varios establecimientos del fraccionamiento industrial P. de Vigas; donde se localiza la planta en estudio; el más cercano que colinda directamente con un terreno desocupado (40), posteriormente hay unas oficinas paraestatales (41); a aproximadamente 100 está un Centro de Seguridad Social (43) y establecimientos comerciales de una unidad habitacional (42); así como esta unidad (44).

Dentro de la unidad habitacional se pueden encontrar viviendas de un nivel socioeconómico medio, con pequeños comercios (abarrotes y recauderías); contando además con una escuela primaria E. Godoy (47) a aproximadamente 400 m.

AL OESTE: Separado por una calle denominada A. Nobel; con un fraccionamiento habitacional; destacando como establecimientos no habitacionales más cercanos: la Escuela Primaria H. de Chapultepec (38) y una Iglesia (35); ambas a una distancia aproximada de 20 m con respecto a la Fábrica de Jabón. Al Suroeste se encuentra otra Escuela Primaria (32), a aproximadamente 300 m y cerca de ésta, otra iglesia (33); así como el tanque de distribución de agua de la colonia.

AL SUR: A aproximadamente 80 m de la planta en estudio están una industria textil (22); una fundidora (23); planta fuera de servicio (24); fábrica de amortiguadores (25). Retiradas a aproximadamente 100 m, se encuentran: una planta acerera (21), en donde se compra y vende chatarra, y contigua una distribuidora de autopartes (31).

A distancias mayores destacan una granja avícola (20) y una procesadora de alimentos para animales (30).

AL SURESTE: Haciendo esquina con la calle de Los Reyes, se encuentra la avenida de El Trabajo; que divide a la zona industrial con lo que queda aún del antiguo pueblo de Los Reyes conformado por viviendas de un nivel medio-bajo mezcladas con pequeños comercios y algunas industrias; los establecimientos más cercanos que dan hacia la avenida de El Trabajo son: la Iglesia Católica del pueblo de Los Reyes (10) a aproximadamente 300 m de la planta, y un poco más alejada la escuela primaria B. Juárez (No. 9).

Con las viviendas del Pueblo de Los Reyes se encuentran entremezclados varios establecimientos industriales, como se puede observar en el anexo B. Más allá de éstos establecimientos a aproximadamente 500 m, se encuentra el Vaso regulador Fresnos.

USO DE SUELO ACTUAL EN UN RADIO APROXIMADO DE 200 METROS

El terreno para la construcción de la planta se compró en 1957; para esta fecha ya se habían instalado en la misma zona una gran cantidad de empresas industriales, contando con permiso de uso del suelo, por parte del H. Ayuntamiento del Gobierno del Estado de México, comenzándose a conformar la zona industrial de P. de Vigas.

La zona de ubicación de la planta en la actualidad es industrial. La planta cuenta con permiso de uso de suelo.

De acuerdo con la Dirección General de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, del Gobierno del Estado de México, después de consultar el plano regulador de uso del suelo, se encontró que se permite en la zona un uso industrial.

Por otro lado, en el Proyecto de Decreto por el cual se definen las Zonas Geográficas para la descentralización industrial y desarrollo regional elaborado por la Dirección General de la Industria Mediana y Pequeña y de Desarrollo Regional (enero de 1990), de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial Subsecretaría de Industria e Inversión Extranjera; el Municipio de Tlalnepantla, en el Estado de México, está considerado, dentro de las zonas de control para actividades industriales en donde se condicionará el uso del suelo, agua y energéticos.

En el Anexo B, se puede apreciar que el uso del suelo en un radio de 200 metros, en el entorno de la Fábrica de Jabón es fundamentalmente industrial y comercial, por encontrarse en un fraccionamiento industrial, aunque pueden encontrarse unidades habitacionales cerca de ella.

2.2.3.- Superficie total y/o requerida

La superficie total de la Fábrica de Jabón es de 73,113.29 m², de los cuales la superficie que ocupará la planta de hidrógeno es de 15,000.00 m².

En el anexo B se presenta un plano del terreno, en el que se puede observar su configuración y sus dimensiones.

2.2.4.- Origen legal del predio

Contrato de compraventa. En este contrato se especifica que el terreno se encontraba libre de todo gravamen, al corriente del pago de impuestos y sin restricciones de ningún tipo para su ocupación con la actividad que actualmente se desempeña en él.

2.2.5.- Descripción del acceso

La planta se localiza en una zona industrial del Municipio de Tlalnepantla, la cual se encuentra dentro de la región conformada por el Área Metropolitana de la Ciudad de México, por lo que cuenta con muy buena comunicación, con calles y avenidas que desembocan al interior del D.F., así como al Estado de México y a sus alrededores.

La avenida Presidente Juárez se comunica al Norte con la Avenida Mario Colín, una de las principales del municipio de Tlalnepantla, la cual llega hasta al Blvr. Manuel Ávila Camacho o Autopista México Querétaro al Oeste. Comunicando ésta última con el interior del D.F., el Estado de México y hacia el Norte de la República Mexicana.

Al Sur, la avenida Presidente Juárez, desemboca a la avenida López Mateos que al Oeste lleva a la Vía Gustavo Baz, también una de las calles principales del municipio, ya que lo atraviesa en su parte central de Sur a Norte; comunicándolo con los municipios colindantes en estas direcciones, así como con las diferentes localidades que lo conforman; a través de una gran cantidad de calles. La Vía Gustavo Baz entronca a su vez con la Mario Colín para poder llegar a la autopista México-Querétaro.

Una calle lateral a la planta, es la de Los Reyes que sale a la Av. Presidente Juárez y en su otro extremo a la calle A. Nobel que comunica con varias calles de la colonia Tlalnemex, que a su vez, comunican con la avenida Mario Colín y la Vía Gustavo Baz.

Por lo tanto, se puede decir que la planta se encuentra dentro de un triángulo formado por las avenidas Presidente Juárez, Mario Colín y Gustavo Baz (ver croquis de colindancias).

Se tiene suficiente acceso a los aeropuertos principales más cercanos, correspondientes al de la ciudad de Toluca y al Aeropuerto Internacional Benito Juárez en el D.F.

Dentro del Municipio también se cuenta con transporte ferroviario.

2.2.6.- Infraestructura necesaria (actual y proyectada)

El predio en que se ubica la planta, se localiza en una zona completamente urbanizada, donde se cuenta con todos los servicios, tales como, pavimento, drenaje, agua potable, energía eléctrica, vigilancia, recolección de basura y telecomunicaciones.

2.3.- Actividades conexas

El presente estudio hace referencia a una actividad conexas de la fabricación de jabón.

2.4.- Personal de la Planta

En promedio se cuenta con el siguiente personal para trabajar en la planta:

No. de Empleados Administrativos:	35
No. de Obreros:	300
Total:	335

2.5.- Programas de capacitación y adiestramiento de personal

Dentro de las actividades incluidas en el programa anual de la Fábrica de Jabón, se tienen contemplada la capacitación del personal en aspectos de seguridad, operación y mantenimiento.

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO

El programa de entrenamiento consiste de los siguientes puntos:

- a) Curso de entrenamiento en pizarrón.
- b) Curso de entrenamiento con observación de una planta similar en operación.

- c) Entrenamiento mediante observación de campo del equipo, su integración en el proceso, sistemas de control de protecciones y de seguridad.
- d) Entrenamiento directo durante la prueba de equipos, circuitos de tubería y sistemas de control, protecciones y seguridad.

El programa cubre las siguientes áreas:

- 1.- Diagrama de flujo de proceso y descripción del proceso.
- 2.- Química del proceso.
- 3.- Revisión y análisis de los diagramas de tubería e instrumentación.
- 4.- Descripción del equipo.
- 5.- Descripción y estudio de los sistemas de control.
- 6.- Descripción y análisis detallado de los circuitos de control complejos.
- 7.- Descripción y uso de los sistemas de control.
 - Instalación.
 - Arranque.
 - Operación Normal.
 - Mantenimiento.
 - Corrección de fallas.
 - Programación.
 - Ajustes.
- 8.- Descripción y usos de instrumentos de campo.
 - Instalación.
 - Calibración.
 - Arranque.
 - Operación normal.
 - Mantenimiento:
 - Corrección de fallas.
 - Programación.
 - Ajustes.
- 9.- *Manual de operación y procedimientos.*
 - Procedimientos de seguridad.
 - Manejo de sustancias químicas.
 - Preparativos de arranque.
 - Alineamiento de servicios, carga, productos y subproductos.
 - Arranque inicial.
 - Arranques subsecuentes.
 - Operación normal.
 - Paro normal y de emergencia.
 - Procedimientos analíticos.

3.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO

3.1.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL

3.1.1.- CLIMA

El clima predominante en el municipio de Tlalnepantla es templado subhúmedo, con lluvias en verano. En condiciones normales, las variaciones de la región son: semiseco (invierno y primavera); semifrío sin estación invernal bien definida. La temperatura media anual es de 15°C, con poca oscilación térmica entre 12 y 18°C.

VIENTOS

De información de la Estación de Monitoreo Atmosférico operada por el D.D.F, localizada en el municipio de Tlalnepantla, se obtuvo que en la mayor parte del año los vientos dominantes en esta región son del Noreste, con velocidades medias superficiales del orden de 2 m/seg. *Durante la noche, los vientos fríos descienden de las montañas hacia el Valle.*

ALTURA DE CAPA DE MEZCLADO

La altura de capa de mezclado en el Valle de México es en promedio de 2,800 msnm.

INVERSIÓN TÉRMICA

Debido al crecimiento de la Ciudad de México, su población se ha extendido hacia algunos municipios conurbados del Estado de México, constituyendo lo que se conoce como Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), las zonas conurbadas localizadas en la parte Norte, conforman una cuenca cerrada por estar rodeada de montañas. El Municipio de Tlalnepantla forma parte de dicha cuenca, cuyo uso de suelo es principalmente industrial.

Debido a la dirección de los vientos antes mencionada, se presenta alta incidencia de calmas e inversiones térmicas todo el año. El número de días despejados oscila entre 100 y 200 al año, la incidencia de radiación solar es de 450 a 475 Cal/cm²/día.

PRECIPITACIÓN PLUVIAL

La temporada de lluvias en el Municipio de Tlalnepantla se presenta en los meses de mayo a septiembre; con lluvia invernal menor de 5 %. La precipitación pluvial media anual es de 605 mm y la estación seca comprende los meses de diciembre a abril. La precipitación media mensual normalmente se produce en los meses de junio a agosto.

INUNDACIONES

El municipio de Tlalnepantla es propenso a las inundaciones en época de lluvias, por encontrarse en una cuenca rodeada por elevaciones montañosas de donde descienden las aguas de origen pluvial.

Los sistemas de drenaje y alcantarillado de la región en general no son suficientes para que el agua de lluvias sea evacuada con facilidad.

Las tuberías de drenaje y las estaciones de bombeo sin considerar el drenaje profundo, alcanza la cifra de 101,000 m³, capacidad máxima de regulación durante las precipitaciones pluviales. Se tiene información de que una precipitación pluvial de más de 20 mm/hora con una duración mayor a los 15 minutos sería suficiente para concentrar hasta 6.5 m³/minuto/hectárea, provocando inundaciones en algunos puntos del municipio.

Sin embargo, esto se ha ido corrigiendo, construyendo colectores adicionales a los existentes, cambiando equipo en malas condiciones y aumentando el equipamiento electromecánico para tener mayor capacidad de desalojo, en las partes bajas. La descarga hacia los ríos que sacan las aguas del Valle de México corresponde a aproximadamente al 80% del total de las aguas generadas, teniendo que ser por bombeo debido a que el nivel del piso está a 4.5 metros en promedio, por debajo de estos ríos; el restante 20 % se drena de forma natural a ríos profundos.

En relación al sitio de localización de la Fábrica de Jabón, en época de lluvias, en la parte exterior de esta, se presentan algunos encharcamientos e inundaciones que no son de gran consideración.

HELADAS

Las heladas se presentan con una frecuencia de 28 a 60 días al año en promedio. La máxima incidencia de este fenómeno se presenta en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

GRANIZADAS

Las granizadas tienen una frecuencia entre 8 y 10 días al año, las cuales ocurren principalmente durante los meses de junio y septiembre. Aunque este fenómeno no guarda un patrón de comportamiento definido y normalmente se asocia con la temporada de lluvias.

3.1.2 HIDROLOGÍA

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El municipio de Tlalnepantla y por lo tanto las instalaciones de la Fábrica de Jabón, se localizan en la región hidrológica Clave RH26 del Río Pánuco, que comprende el 35.5 % de la superficie del Estado de México y el 100 % del Municipio; Cuenca "D" del Río Moctezuma; Subcuenca "P" Lago Texcoco y Zumpango.

La Cuenca del Río Pánuco está unida a la Cuenca de México y tiene como fuentes originales las Subcuencas del Lago de Texcoco, que recogen las aguas de los ríos Asunción, los Remedios, Tlalmanalco o de la Compañía; Río Frío, los Reyes- Panoaya, la de Zumpango y Cuautitlán; Coscomate San Isidro y Aculco.

Las cuatro corrientes más importantes que cruzan el Municipio de Tlalnepantla son: El Río de los Remedios, Tlalnepantla, San Javier y Zanja Madre.

Con relación a la planta en estudio, ésta se encuentra entre los ríos Tlalnepantla y de Los Remedios; el primero al Norte, atraviesa el municipio de Oeste a Este a la altura de la avenida Mario Colín, y el segundo al Sur, lo cruza casi en su límite; el más cercano a la planta es el río Tlalnepantla que se encuentra a aproximadamente 600 m; el de Los Remedios está a aproximadamente 900 m, ambos en línea recta.

El río de los Remedios presenta un vaso regulador denominado Fresnos que se encuentra inmediatamente al Sur de la Fábrica de Jabón, estando entre ellos el pueblo de Los Reyes; por lo que el vaso regulador se encuentra únicamente a aproximadamente 450 m en línea recta.

A pesar de que el Vaso Regulador Fresnos, que tiene como función precisamente la de regular el flujo hidráulico del Río de los Remedios, actualmente esta superficie usa como canchas de fútbol los fines de semana; aunque como es lógico, continuamente se inundan.

El río San Javier corre casi en forma paralela, por arriba del río Tlalnepantla, encontrándose ambos a una distancia corta (aproximadamente 2 Km) y el Zanja Madre está aún más alejado hacia el Norte, también casi paralelo al río San Javier.

Los tres ríos se dirigen hacia el Este del municipio y en el Puente de Amealco, D.F. se juntan; llegando al Gran Canal en donde se alivian sus aguas, para ser sacadas del Valle de México.

Estos ríos principales se encuentran entubados y forman parte del sistema de drenaje municipal, recibiendo a su paso todas las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales; por lo que poseen una elevada carga de contaminantes.

En el municipio existe únicamente una planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada al Este, que es particular y de donde se recicla el agua a 12 industrias.

La región en estudio forma parte del Valle de México; estando relativamente cerca de las elevaciones montañosas que encierran al Valle de México; de las que se derivan varias corrientes intermitentes que actúan como recarga de mantos freáticos.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

El municipio de Tlalnepantla se encuentra ubicado dentro de las unidades hidrológicas I, II y III, teniendo como principal característica la predominancia de arcillas y arenas en los diferentes paquetes de brecha volcánica, abarcando las formaciones de Las Cruces y Tarango.

En estas unidades los acuíferos de mayor importancia se sitúan en los valles, en donde están enclavadas las zonas metropolitanas, representando una gran problemática, ya que se encuentran vedados y sobreexplotados.

Las condiciones de permeabilidad en estos valles han generado acuíferos de tipo libre, siendo la calidad del agua muy heterogénea, variando de tolerable a dulce.

La dirección de flujo es concéntrica a las porciones centrales de los valles.

La planta en estudio, se encuentra en una zona de concentración de pozos; de donde se abastece de agua una gran parte de industrias y conjuntos habitacionales.

En el interior de la planta hay dos pozos, que proporcionan el suministro de agua requerido para su operación, con una profundidad aproximada de 182 m y 220 m respectivamente.

El municipio cuenta con 25 pozos profundos operados por la O.P.D.M. (Organismo Público Descentralizado del Estado de México) para una población estimada en 1'600,000 habitantes.

3.1.3.- OROGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Existe en el municipio una parte sensiblemente llana, que es una entrante de la cuenca del Valle de México y cubre prácticamente toda la porción de su territorio.

El municipio de Tlalnepantla se encuentra entre las elevaciones de las sierras de las Cruces y Monte Alto por un lado (al Oeste) y la Sierra de Guadalupe por el otro (al Este); por lo

que las características físicas de su territorio están diferenciadas por las dos unidades geomorfológicas que lo componen: la sierra y la planicie.

Las elevaciones que se extienden por la parte Noroeste tienen de 2,300 a 2,700 msnm y corresponden a las estibaciones de la Sierra de Monte Alto, prolongación de la sierra de Las Cruces, límite occidental de la cuenca de México.

Las elevaciones al Este conformadas por la sierra de Guadalupe van de 2,350 a 2,900 (Pico Tres Padres) msnm

Las elevaciones más cercanas a la planta, corresponden a las de la sierra de Guadalupe y el Cerro del Tenayo con 2,400 msnm es el que se encuentra a una distancia menor.

La sierra de Guadalupe presenta una superficie rocosa de origen ígneo extrusivo que pertenece al eje neovolcánico transversal. La región, en que se encuentra la Fábrica de Jabón, ocupa la mayor parte de la porción occidental del municipio, con una altitud promedio de 2,240 msnm, con pendientes menores al 5%, en donde se desarrollan casi todas las actividades económicas.

3.1.4.- SUELO

TIPO DE SUELO

El municipio de Tlalnepantla por la región geográfica en que se encuentra, se puede clasificar dentro del grupo de suelo andosol, que es un suelo rico en materia orgánica, predominando el suelo de tipo aluvial, con algunas porciones de roca arenisca-toba y otras menores de roca andesita.

En la planicie, los suelos son de origen aluvial del cuaternario, predominando los de tipo Feozem Háptico, cuya característica principal es presentar una capa superficial obscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes; son suelos fértiles para la agricultura; su textura es media, lo cual significa que no tienen problemas de drenaje y aireación. Esta unidad se clasifica estratigráficamente para la zona urbanizada como de transición alta; en donde las arcillas lacustres se intercalan con capas de suelos limosos y cuerpos de arenas fluviales.

Las aportaciones fluviales de las lomas de la planicie se depositan principalmente en el quiebre morfológico al que corresponde esta zona.

USO DE SUELO: AGRICULTURA

En el Estado de México, la superficie agrícola representa el 38.6 % de la superficie estatal, los Distritos que poseen la mayor superficie agrícola son: Atlacomulco, Toluca y

Zumpango; que en conjunto concentran el 54.6 % de la superficie señalada y el resto se distribuye en los otros cinco Distritos de desarrollo.

Aún cuando la relación de la superficie agrícola y la superficie total de cada municipio representa una distribución muy variada, es posible identificar cinco grandes zonas:

Una de ellas se localiza al Sur y Suroeste de la entidad, que observa una agrupación de municipios con una ocupación agrícola menor del 40 % como: Valle de Bravo, Tejupilco y Coatepec de Harinas.

Otra zona con superficie agrícola menor del 40 % se ubica en la franja de municipios que va desde el extremo norte en Jilotepec y Tepotzotlán hasta la porción centro sur en Ocuilán y Malinalco.

En misma situación se encuentra en la parte oriental de la Entidad, desde Ecatepec y Texcoco, hasta Amecameca y Ecatzingo.

Finalmente, en la extensión del Estado de México, aparecen dos grandes conjuntos de municipios con más del 50 % de superficie agrícola; el primero se extiende desde el noroeste en Polotitlán y Atlacomulco, hasta la porción centro-sur pasando por Ixtlahuaca, Toluca y Zumpahuacán; el segundo, se ubica al noroeste, donde destacan Tequixquiac, Zumpango, Nopaltepec y Axapusco.

De acuerdo con la superficie sembrada en orden de importancia se tienen los siguientes grupos de cultivos:

CULTIVO (En orden de importancia)	SUPERFICIE SEMBRADA %
Básicos	85.5
Forrajes	2.6
Hortalizas	1.9
Frutales	1.1
Flores o plantas de ornato	0.4
Otros cultivos	1.9

En el contexto Nacional, el Estado de México aporta el 11 % del volumen total de la producción agrícola del País, asimismo, produce el 24.7 % del maíz en grano y contribuye con volúmenes considerables de papa, zanahoria, chícharo y aguacate.

En Tlalnepantla, actualmente esta actividad se ha reducido gradualmente a casi cero en la medida de la completa industrialización del Municipio que se inició desde la década de los cincuentas.

USO DE SUELO: GANADERÍA

El Estado de México ocupa el 3er. lugar a nivel nacional, en la producción de ganado. Sobresaliendo en ganado vacuno (destinado para leche y cría), porcino y lanar.

De la producción pecuaria se obtiene: leche, huevo, manteca, queso y lana.

En el municipio de Tlalnepantla, estas actividades están reducidas a su mínima expresión dado su carácter industrial.

USO DE SUELO: SILVICULTURA

La superficie total forestal del Estado de México es de 1'284,400 Ha, de las cuales, 698,400 Ha están arboladas con bosques de clima templado fresco y 58.80 Ha con arbustos.

La superficie forestal destinada principalmente a usos agropecuarios cubre 531,200 Ha.

En el municipio de Tlalnepantla por su característica densamente urbana, se ha restringido la superficie forestal a la Sierra de Guadalupe y cerros aledaños, en que se ocupa aproximadamente el 2 % de su territorio.

USO DE SUELO: INDUSTRIA

En el Estado de México, las zonas más industrializadas y de mayor importancia, se encuentran concentradas formando parte del Área Metropolitana de la Ciudad de México; abarcando los municipios de: Tlalnepantla, Naucalpan, Ecatepec, Cuautitlán y Tultitlán.

A las afueras de la ciudad de Toluca, se han concentrado también un grupo importante de industrias de diversas ramas.

El uso del suelo industrial en el municipio de Tlalnepantla abarca 620.58 Ha, correspondiendo a aproximadamente el 10% de su territorio.

El uso del suelo en la zona en que se localiza la Fábrica de Jabón es industrial, constituyendo el fraccionamiento industrial "Los Reyes"; aunque como se puede observar en el mapa de colindancias, pueden encontrarse asentamientos habitacionales, muy cerca de la planta y entremezclados con los establecimientos industriales; encontrándose los más cercanos en sus lados Norte y Oeste la colonia Tlalnemex.

USO DE SUELO: URBANO

La concentración urbana en el Estado de México se distribuye con mayor densidad en las zonas conurbadas a la Ciudad de México; en Toluca, la capital y en menor proporción en las cabeceras municipales.

El uso de suelo predominante en el municipio de Tlalnepantla es el que se destina a la zona urbana, con 4,950.12 Ha, que corresponde a aproximadamente el 79.5% de su territorio.

3.1.5.- EROSIÓN

El suelo predominante en el municipio de Tlalnepantla (andosol) es susceptible a la erosión; sin embargo, debido a los cambios profundos que ha sufrido la región, por varios años de uso desmedido tanto urbano, como comercial e industrial, casi no se pueden observar zonas descubiertas de pavimento o con vegetación natural; tan sólo en las sierras de sus alrededores, a orillas de los ríos y vasos reguladores; los cuales presentan rasgos acentuados de erosión por la pérdida total del suelo.

Los suelos de las sierras que en un tiempo tuvieron vegetación forestal densa, arbustiva y de pastos naturales a los alrededores del municipio de Tlalnepantla, en particular la de Guadalupe, como la más cercana; en la actualidad presentan un alto grado de erosión que se ha controlado escasamente con la inducción de pastos y programas de reforestación.

La erosión se ha ocasionado por la intensa actividad humana de que ha sido objeto la región; existiendo asentamientos humanos aún en las zonas elevadas, en donde se ha devastado cualquier tipo de vegetación natural con que contaban.

También han contribuido a este proceso de erosión las actividades agrícolas y de pastoreo rudimentarias, así como la tala inmoderada de bosques para consumo de madera para calentamiento o construcción de pequeñas viviendas; que en conjunto con los fenómenos naturales como la lluvia y el viento incrementan la pérdida de suelos productivos y acentúan el fenómeno de erosión, desertificando los suelos.

3.1.6.-SISMOS, ACTIVIDAD VOLCÁNICA, HUNDIMIENTOS, Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

SISMICIDAD

La sismicidad del territorio Nacional, corresponde a su posición geográfica; debido al papel que desempeña en la dinámica interdependiente de la placa de Norteamérica, la del Caribe, la del Pacífico oriental y la Placa de Cocos, en el marco de la tectónica de placas.

La trinchera Mesoamericana se extiende paralelamente a la costa mexicana desde la entrada del Golfo de Cortés, hasta Panamá en Centroamérica. Esta extensa fisura cortical contiene, entre otras más, la fosa de Petacalco (4,738 metros de profundidad) y a la fosa de Acapulco (5,278 metros de profundidad).

En la República Mexicana los sismos de mayor magnitud ocurren donde se encuentra la frontera entre las placas oceánicas y continental. El Estado de México se localiza a unos cientos de kilómetros de la frontera entre dichas placas y por lo tanto, de los posibles epicentros de terremotos de gran magnitud.

El riesgo permanente para la región central de la República, en que se incluye el Estado de México, se origina en las costas del Pacífico, región donde se producen los grandes sismos.

Es de esperarse que las intensidades sísmicas sean pequeñas, por la atenuación que sufren las ondas sísmicas al recorrer tales distancias, sin embargo, debido a las características topográficas del Estado y especialmente a los mantos de terreno blando que existen hacia el centro del mismo valle de México, ocurren amplificaciones locales de movimiento del terreno.

En las zonas de terreno blando del Valle, las ondas sísmicas de baja frecuencia se amplifican, mientras que debido a la gran distancia de los epicentros de alta y mediana frecuencia, se filtran. Como resultado del movimiento del terreno, se caracteriza por aceleraciones pequeñas, pero con grandes desplazamientos.

Existen hacia el Norte y Noreste del Estado, en donde se incluye al municipio de Tlalnepantla, así como al Oeste, zonas de terreno firme donde la situación es más favorable, a pesar de encontrarse dentro de la zona peninsular (sismos poco frecuentes) y persistir cierto riesgo por la posibilidad de sismos locales.

Los sismos locales se caracterizan por ser débiles, de muy escasa duración y raras veces exceden a un minuto de registro; se manifiestan en un área muy limitada, son muy superficiales (menos de un kilómetro de profundidad) y la magnitud promedio es menor de 3 en la escala de Richter.

Los sistemas de fallas principales en el Estado de México son:

- El fracturamiento Jocotitlán-Malinche que cruza por la porción central del Estado.
- El fracturamiento Zapopan-Acambay-Oxochocán que atraviesa el Estado de Este a Oeste.

Estos sistemas fueron producidos por la actividad volcánica y se manifiestan en los sistemas volcánicos actuales.

El 25% del total de los Municipios del Estado, posee asentamientos humanos ubicados en el trayecto que describen las fallas citadas y pueden verse afectados distantemente por movimientos tectónicos producidos por ellas.

Según la cartografía sísmica del Estado de México, el municipio de Tlalnepantla está incluido en el área de mayor riesgo sísmico, aún cuando los eventos de mayor peligro se presentaron en 1912 con el temblor de la "falla de Acambay" y el ocurrido el 19 de septiembre de 1985 con una magnitud de entre 5.0 a 6.9" Richter.

De acuerdo a los registros históricos se debe esperar que siga ocurriendo actividad sísmica.

ACTIVIDAD VOLCÁNICA

El eje Neovolcánico entre los paralelos 19 y 20, consiste en una sucesión de aparatos volcánicos (conos cineríticos, calderas, jalapascos), derrames de lava, productos piroclásticos y diversas manifestaciones de hidrotermalismo.

En el municipio de Tlalnepantla no hay volcanes, pero al situarse cerca del cinturón de fuego del pacífico, existen varios volcanes en el propio Estado de México y Estados circunvecinos.

Los más cercanos son los siguientes :

En el Distrito Federal: El Ajusco (3,929 msnm); Teutli (2,712 msnm); y Xico (2,346 msnm).

En Puebla: El Iztaccihuatl (5,286 msnm) y El Popocatepetl (5,452 msnm).

En Tlaxcala: La Malinche (4,461 msnm).

En Toluca: El Xinantécatl o Nevado de Toluca (4,660 msnm).

Los más cercanos al municipio de Tlalnepantla, son los del D.F., localizados a una distancia mayor de 40 kilómetros.

Por lo que la región en estudio no está sujeta a actividad volcánica; lo cual normalmente es menos grave que la actividad sísmica por ser predecible; en virtud de que al ocurrir se presentan fenómenos premonitorios.

HUNDIMIENTOS Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

Considerando lo anterior, así como las condiciones topográficas del terreno y la característica urbana que presenta; se tiene escasa probabilidad de ocurrencia de

deslizamientos, derrumbes o movimientos de tierra en las zonas de los alrededores de la Fábrica de Jabón, asimismo, en el terreno ocupado por la misma.

Con respecto a la Fábrica de Jabón, se observaron sus instalaciones en buen estado y no se presentan indicios de hundimiento; debido a que se tomaron las consideraciones necesarias durante la construcción, para la cimentación de estructuras y de maquinaria pesada.

3.2.- ASPECTOS BIOLÓGICOS

3.2.1.- VEGETACIÓN

Las diferentes regiones topográficas y climas que presenta el Estado de México, hacen posible que su vegetación sea variada; en la entidad se distinguen dos divisiones fitográficas que están comprendidas a su vez de la manera siguiente:

I.- Reino Neotropical (con dos regiones).

Región Xerofítica Mexicana (provincia de la Altiplanicie).

Región Caribeña (provincia de la Depresión del Balsas).

II.- Zona de Transición (reino neotropical y neotropical).

Región Mesoamericana (provincia de las serranías meridionales).

Las comunidades vegetales de climas templados de las elevaciones del sistema volcánico transversal quedan incluidas en la zona de transición mexicana que no es posible considerar dentro de ninguno de los dos rangos; tal zona de transición, el Dr. Rzedowski la denomina : Región Mesoamericana de Montaña y se extiende a través de casi todas las grandes sierras del país; al igual que en otros lugares de la República, el territorio estatal cuenta con una gran riqueza ambiental, como consecuencia de las variadas condiciones de su relieve, clima y suelo, los que al interactuar influyen a su vez en la diversidad de los tipos de vegetación presentes.

De esta manera se puede encontrar por ejemplo, en la parte suroeste del estado, la vegetación propia del clima tropical con bosque tropical caducifólio.

Con respecto al municipio de Tlalnepantla, éste se localiza en la región xerofítica mexicana, la cual se ubica en las partes semiáridas del norte y noreste de la entidad comprendiendo únicamente la provincia de la altiplanicie.

La vegetación característica de esta zona, tiene algunas variantes, entre las que deben mencionarse el matorral xerofítico; los matorrales inermes, donde los arbustos dominantes no poseen espinas y los matorrales crasicuales caracterizados por tener especie de tallos carnosos capaces de retener el agua en sus tejidos.

Otras comunidades presentes son los pastizales, algunos de ellos se consideran naturales en función de que no han sido modificados por la actividad humana; ejemplo de esto son los zacatonales alpinos localizados en la Sierra de Guadalupe (Cerro del Kilo), en las partes más elevadas del territorio municipal.

Se tiene información de que la planicie del territorio de Tlalnepantla, era de buena calidad para la producción de trigo, maíz, cebada, alverjón y frijol, también para el cultivo del maguey y varias frutas como el chabacano, durazno, capulín, aguacate, manzano y zapote blanco.

A este respecto, con la urbanización e industrialización del municipio, la actividad agrícola se ha reducido a un mínimo, concentrándose en su parte Norte y en las elevaciones de la sierra de Guadalupe.

De tal forma que el tipo de vegetación con que cuentan sus áreas urbanas es inducida, formada por árboles, arbustos y plantas de ornato, cultivada en parques, camellones y jardinerías; los árboles que principalmente se han plantado son: pirúl, fresno, trueno de raíz pivotante, ficus, aile, sáuz entre otros.

Puede encontrarse vegetación de este tipo también en los jardines particulares y deportivos aunque las superficies en general son reducidas.

En la Fábrica de Jabón se cuenta con una superficie destinada a áreas verdes, de aproximadamente 1,800 m²; observándose su localización en el anexo B; estando constituidas por pasto y arbustos, correspondiendo a aproximadamente el 2.5 % del terreno total.

En el Anexo B, se pueden observar las escasas zonas de áreas verdes más cercanas a la planta. El vaso regulador Fresnos, a aproximadamente 400 m al Sur de la planta, cuando no se encuentra inundado (en época de lluvias), constituye una superficie desprovista de vegetación; pero a sus alrededores cuenta con algunas plantas silvestres, arbustos y árboles. A las orillas del río de Los Remedios existen árboles, principalmente pirules.

Deben aprovecharse los alrededores de esta zona para incrementar la plantación de árboles, además de crear más áreas verdes en la región para contribuir a obtener una mejor calidad de vida para los pobladores y controlar su deterioro.

3.2.2.- *HÁBITATS Y SU FAUNA*

En relación al tipo de fauna de la región en estudio, corresponde de manera natural a la de tipo neártica, en la que existe un gran número de especies de aves, reptiles, mamíferos y anfibios; entre las que se encuentran las siguientes especies:

Aves: pato, guajolote, pichón, gavilán, aura y tecolote.

Mamíferos: coyote, tlacuache, armadillo, liebre, conejo, tusa, hurón, ardilla, lobo, tejón, zorrillo y gato montes.

Reptiles: víbora de cascabel, sincuete de regular tamaño, camaleón y lagartija.

Anfibios: ajolote y rana.

De las especies animales que en otras épocas proliferaron, en las zonas urbanas del municipio tan sólo sobreviven los roedores, algunos pequeños pájaros, lagartijas e insectos; *encontrándose también entre la población gatos y perros.*

Se observa el incremento de fauna nociva formada por roedores e insectos, debido a la existencia de focos de infección por basura tirada en sitios diversos.

Por lo anterior, no existe ningún hábitat natural que debiera ser conservado; sin embargo, se hace indispensable crear nuevos hábitats en algunas zonas estratégicas, sembrando vegetación como la que existía de forma natural, con el objeto de detener el deterioro ecológico que se hace evidente a los alrededores del municipio, en zonas aún des pobladas y a orillas de los establecimientos industriales y habitacionales.

Asimismo, es recomendable conservar las escasas áreas verdes que aún prevalecen, impidiendo su mayor deterioro por el crecimiento continuo de la mancha urbana; es necesario insistir en los programas de reforestación y mejoramiento de suelos, de manera de que se restablezca la fauna que aún es posible salvar, principalmente la formada por las aves que sustentan sus nidos sobre las copas de los árboles.

3.2.3.- ZONAS DE ESPECIES ACUÁTICAS

No se localiza cerca de la planta ningún cuerpo de agua en que puedan sobrevivir especies acuáticas de manera natural o inducida.

3.2.4.- ESPECIES ANIMALES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

Como se mencionó anteriormente, se han perdido las especies animales y vegetales que se encontraban de manera natural por el tipo de suelo, topografía y clima predominantes; debido al uso desmedido del suelo; por lo que no existen especies con valor biológico o de interés por ser únicas.

Se considera que los árboles que aún prevalecen en la región y que se encuentran a las márgenes de los ríos principales, que aún no se han entubado, así como en los vasos

reguladores, son de gran importancia por ser escasos y la única vegetación de origen natural; por lo que se deben de proteger y reforzarse con vegetación similar, restaurando los suelos y las aguas contaminadas; asimismo en relación a la vegetación que aún queda en las sierras.

3.2.5.- AFECTACIÓN A HÁBITATS PRESENTES

Las regiones elevadas de las sierras son las únicas que pudieran presentar hábitats que debieran conservarse.

Deben seleccionarse puntos de restablecimiento de los hábitats naturales en las zonas elevadas y en áreas urbanas, creando jardines o áreas verdes, para mejorar el nivel de vida de los pobladores; en virtud de que la vegetación además de proporcionarle oxígeno, evita la erosión del suelo y el levantamiento de polvo que es transportado por el viento perjudicando su salud; también tiene como función relevante la de servir como barrera entre las actividades industriales y las zonas habitacionales, impidiendo que los contaminantes que se generen lleguen directamente a las zonas habitacionales afectando su salud.

3.2.6.- ECOSISTEMAS EXCEPCIONALES

Las características naturales de los ecosistemas que existían en la región han sido completamente transformados por la intensidad de la actividad humana de todo tipo, que se ha desarrollado en el lugar, como consecuencia del crecimiento poblacional y falta de planeación en el uso racional del suelo; ya que las especies vegetales y animales han desaparecido, quedando en su lugar especies de fauna nociva y hierba silvestre con pocos árboles; los cuales cohabitan con los asentamientos urbanos.

Por tal motivo, no existen ecosistemas excepcionales.

3.3.- CUALIDADES ESTÉTICAS

La zona en que se ubica la planta está rodeada, por establecimientos industriales y asentamientos humanos densamente poblados; con un gran hacinamiento; donde se cuenta con escasas áreas verdes.

La avenida P. Juárez, en que se encuentra la planta, es amplia, bien pavimentada y conservada, con camellón, con algunos árboles sobre él; por otro lado, la Planta de Jabón tiene áreas verdes en su frente; por lo que como zona industrial, podría tener una cierta cualidad estética, sin que sea de gran importancia.

No se cuenta con construcciones o monumentos históricos cercanos con un valor estético.

3.4.- MEDIO FÍSICO (INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS)

3.4.1.- VÍAS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN

CARRETERAS, CAMINOS Y CALLES

El Estado de México es una de las entidades con un mayor crecimiento poblacional, en donde los servicios de transporte y vialidad, así como los medios de comunicación, adquieren una importancia significativa.

Se ha mejorado la red carretera (pavimentada incrementándose su extensión de manera relevante (pavimentada y revestida) en los últimos 12 años.

A partir de 1978 se tenía un total de 7,817 km. y para 1990 un total de 9,430 km de los cuales 62.5 % corresponden a la jurisdicción estatal y el 37.5 % a la federal.

En relación al municipio de Tlalnepantla, los sistemas de vialidad y transporte presentan serios problemas en su funcionamiento debido entre otras cosas a las siguientes causas:

- El área urbana de Tlalnepantla se encuentra dividida longitudinalmente y transversalmente por barreras naturales o artificiales; lo que sumado al crecimiento anárquico de sus colonias y fraccionamientos, hace que las vías primarias y secundarias no tengan la debida continuidad.
- La red primaria es escasa; en el sector poniente existen vías primarias en sentido Norte-Sur, pero se presentan serias deficiencias en sentido Oriente-Poniente, a lo que hay que agregar la presencia de vías y patios del ferrocarril de las instalaciones del Valle de México.
- Tlalnepantla es paso obligado de gran cantidad de trabajadores que se desplazan diariamente entre los municipios del norponiente del área metropolitana y el D.F.
- Las rutas del transporte urbano (combis y microbuses) carecen de planeación y coordinación adecuadas, traduciéndose en recorridos excesivos y transbordos obligados.

La localización geográfica de este municipio, constituye un paso obligado para el transporte de todo tipo; con origen y destino norte, occidente y centro del País; por lo que de manera coordinada las autoridades municipales-estatales-federales están elaborando un plan vial para mejorar siete distribuciones viales, entre los que se encuentra el Mario Colín, como el más cercano a la Fábrica de Jabón; así como catorce avenidas principales, entre las que están: la Autopista México-Querétaro, Vía Gustavo Baz, Av. Mario Colín, Av. Toluca, Av. Toltecas, Av. Presidente Juárez y Av. El Durazno, también cercanas a la planta.

Todas estas vías atraviesan el área urbana de Tlalnepantla; ocupando 201.7 Has., que representan el 3 % de dicha área.

La mayoría de las 227 comunidades existentes en Tlalnepantla cuentan con un 90% de calles pavimentadas.

La localización de la Fábrica de Jabón tiene como ventaja, contar con accesos y salidas inmediatas, tanto al Distrito Federal, como a los municipios colindantes del Estado de México.

La avenida Presidente Juárez se encuentra entre las vías principales de tránsito vehicular del municipio, siendo la calle de acceso a la planta; es amplia, pavimentada y de dos sentidos, con camellón. Hacia el Norte conduce a la Av. Mario Colín, a aproximadamente 800 mts. en línea recta; esta última, constituye un acceso al Distrito Federal, comunicándose con la Calzada Vallejo y Periférico oriente. En sentido contrario hacia el Noroeste, se comunica con la Vía Gustavo Baz, que llega hasta el municipio de Naucalpan y la zona del Valle de Cuautitlan-Texcoco, o bien a la Autopista México-Querétaro y/o Atizapán.

AUTOTRANSPORTE

En el municipio de Tlalnepantla se tienen registrados hasta 1991, 80,100 automóviles, 700 camiones de pasajeros, 15,500 vehículos de carga, y 12,600 motocicletas.

En el municipio se cuenta con aproximadamente 17 rutas que prestan servicios a las diferentes comunidades que lo conforman.

Taxis por base y sin itinerario fijo, con 667 unidades aproximadamente.

Transporte colectivo que utiliza vehículos tipo combi y microbuses o minibuses con ruta fija, con 3,300 unidades aproximadamente.

Transporte masivo que se presta mediante autobuses con ruta fija con aproximadamente 1,510 unidades; que son los registrados para el municipio de Tlalnepantla, sin tomar en cuenta las que de alguna manera usan como paso las vialidades del municipio.

Por su parte, el transporte foráneo de carga proveniente del norte, occidente y centro del país, por tener restringida su operación de carga y descarga en el D.F., ha ocupado algunos sitios dentro del área urbana municipal de una manera improvisada y anárquica especialmente por estacionarse en calles y avenidas.

FERROVIARIAS

Ferrocarriles Nacionales de México, que en otras épocas tuviera estación de pasaje y carga en Tlalnepantla, hoy presta importantes servicios a las industrias del Municipio.

No se cuenta con información estadística completa de los volúmenes de *transportación* de ésta empresa, debido a que no se conocen datos de los fletes.

La operación de la Fábrica de Jabón, no utiliza este servicio; debido a que no tiene acceso a vías férreas.

Por el Municipio atraviesan tres vías importantes; de las cuales dos parten del Distrito Federal, una de ellas conduce hacia el Norte (hasta su frontera con E.U.A.) y la otra hacia el Este de la República Mexicana. La tercer vía parte desde Xochitenco hasta Puente de Vigas, entroncando en Tlalnepantla.

AÉREOS

El Municipio de Tlalnepantla no cuenta con este servicio, pero dada su cercanía con la Ciudad de México, se puede tener fácil acceso al aeropuerto internacional de esta Ciudad.

Además, en el Estado de México, la Ciudad de Toluca cuenta con un aeropuerto también internacional, "Lic. Adolfo López Mateos", que aunque a mayor distancia, es otra alternativa para el transporte aéreo.

MEDIOS DE COMUNICACIÓN

- Telecomunicaciones: En el Municipio de Tlalnepantla, se cuenta con todos los medios de telecomunicación modernos como son: El Telex, El Fax, Sistema LADA de telefonía, Sistemas celulares y los Canales de televisión y radio de la Cd. de México, oficina de telégrafos.

- Comunicaciones gráficas: Se cuenta con los mismos periódicos y revistas de circulación del D.F. y algunos locales. En Tlalnepantla, circulan 65 periódicos significativos y 3 revistas locales.

- Postales: En el Municipio de Tlalnepantla se cuenta con una oficina de correos.

3.4.2.- AGUA POTABLE

En el Municipio de Tlalnepantla, la dotación de agua potable es proporcionada a través de varios sistemas como son: el Cutzamala, Barrientos y Presa Madin, operados por la CNA; así como el Sistema Chiconautla para la zona oriente del municipio, operado por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del D. D. F.

Actualmente el Municipio recibe del sistema Cutzamala 631 lts/seg, representando el 24% del caudal total consumido. Se cuenta con instalaciones para potabilización y un laboratorio de análisis físico-químicos y bacteriológicos, logrando procesar hasta 24 m³/seg.

La planta de rebombeo Barrientos recibe agua de una serie de baterías de pozos provenientes de varios municipios, suministrándose a Tlalnepantla un promedio de 1,124 lts/seg, equivaliendo al 42% del volumen total consumido.

La planta potabilizadora Madin, ubicada en el municipio de Atizapán, suministra agua potable al Municipio en un promedio de 32 lts/seg, equivalente al 1% del caudal total consumido.

La zona Oriente de Tlalnepantla se abastece a través del sistema Chiconautla, recibiendo un promedio de 432 lts/seg, lo cual equivale al 16% del caudal total consumido. Esta línea nace en la batería de pozos de los poblados de Ojo de Agua, Santa María Chiconautla y Santo Tomás Chiconautla.

Por otra parte, el municipio cuenta con fuentes propias, mediante pozos operados por el Organismo Público Descentralizado Municipal (OPDM).

Actualmente el municipio tiene un suministro de aproximadamente 3,119 lts/seg.

En relación a las estaciones de bombeo, C.E.A.S. operan 5 plantas y el Organismo Municipal 67.

Para la regularización del suministro de agua se cuenta con 9 tanques operados por C.E.A.S y 3 por el Organismo Municipal; con una capacidad total de 75,663 m³ y 3 tanques municipales con capacidad de 37,350 m³.

El volumen de almacenamiento total es de 91,733 m³ considerando la suma de todos los depósitos de distribución y los tanques maestros (7 en la zona poniente y 2 en la zona este).

Con relación a los tanques maestros de la zona poniente, se pueden encontrar: los tanques Tlalnemex ubicados en la glorieta en que se cruzan las calles de Atlacomulco y Sultepec de la Colonia Tlalnemex; con una capacidad de 18,000 m³. Del tanque sale una tubería de 36 pulgadas de diámetro que alimenta la red de distribución de varias colonias, así como a la zona industrial donde se ubica la Fábrica de Jabón.

Actualmente, la planta no recibe agua potable de esa red; ya que cuenta con autorización para la explotación de dos pozos, construidos en el interior de la planta; el pozo no. 1 se localiza en el lado Sur de la planta entre la carpintería y el almacén de aceite quemado aproximadamente 15 m del taller de mantenimiento, el pozo no. 2 se localiza al lado Norte de la planta frente al cuarto de usos múltiples (auditorio) aproximadamente a 5 m de este cuarto.

Cabe mencionar que el pozo no. 2 con una capacidad de 665,040 m³/año se utiliza en menor proporción, para la operación de la planta en general, el suministro se obtiene del pozo no. 1, con una capacidad de 1,669,200 m³/año.

El sistema de abastecimiento y distribución del agua potable no establece distinciones para la dotación destinada a usos habitacionales o industriales.

3.4.3.- DRENAJE

Existen en el Municipio obras hidráulicas muy importantes de líneas de drenaje profundo, como son: el Interceptor Poniente y el Emisor Central que cruzan por el territorio. Para desalojar las aguas pluviales y residuales, operan 35 estaciones de bombeo, de las cuales, 13 de ellas descargan al Río de los Remedios; 8 al Río Tlalnepantla; 5 al Río San Javier; 4 a la Zanja Madre (en la Col. Sta. Cecilia) y 5 lo hacen en forma directa al Interceptor Poniente.

Para el Río de los Remedios, existen tres Vasos Reguladores, los cuales son: Vaso del Cristo, Vaso de Fresnos y Vaso de Carretas, los cuales funcionan como lugares de inundación, hacia donde pueden desbordarse cuando su nivel crece en épocas de lluvias.

Al respecto debe mencionarse que en las épocas secas se utilizan como campos de fútbol o sitios de recreo por los pobladores, pero esto no debería ser ya que cuando se desbordan las aguas se encuentran con una gran carga de contaminantes, que al secarse son fácilmente removidos por el viento o por el movimiento de las personas sobre el suelo, con el riesgo de que se afecte la salud de quienes lo respiran o tienen contacto con él; además de que existe el riesgo de inundación en un momento dado, que no está previsto por las personas.

Por lo tanto, se considera que estas áreas deberían estar resguardadas y darles exclusivamente el uso para lo que están previstas.

Los cuatro ríos ya mencionados corren en dirección Este y descargan al Gran Canal de Desagüe, conduciendo al exterior del Valle de México todas las aguas residuales que se generan en el Area Metropolitana de la Ciudad de México.

Conforme al censo del 12 de Marzo de 1990, en el Municipio de Tlalnepantla disponen de drenaje el 99.75% de las viviendas particulares habitadas; de las que 94 % lo tienen conectado al drenaje municipal; 1% a una fosa séptica y 0.76% (1,100) a un río o lago. No disponen de drenaje el 3%.

En relación con el fraccionamiento industrial, donde se localiza la planta objeto de este estudio, cuenta con sistema de drenaje municipal.

La Fábrica de Jabón tiene dos descargas de aguas, como se indica en el capítulo No. II, cuyos efluentes han ido disminuyendo en cantidad y en contenido de contaminantes; debido a su tratamiento interno y a la cada vez mayor reutilización de agua.

3.4.4.- ENERGIA ELECTRICA Y ALUMBRADO PUBLICO

Actualmente la infraestructura del sistema de la red de alumbrado público, cumple con las normas establecidas por parte del Reglamento de Instalaciones Eléctricas (SECOFI), aplicándose normas nacionales e internacionales.

Se cuenta con 27,000 luminarias de diferentes capacidades, que recientemente han sido cambiadas casi en su totalidad de "vapor de mercurio" a "vapor de sodio".

En el fraccionamiento industrial, este servicio es completo; teniendo la Planta que nos ocupa un contrato con la Compañía de Luz y Fuerza para su suministro.

3.4.5.- SALUD

La prestación de servicios médicos, sanitarios y asistenciales del municipio de Tlalnepantla son prestados por 58 unidades médicas en servicio del sector salud, que corresponden a las siguientes:

INSTITUCION		No.
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social	9
ISSSTE	Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios	3
ISEM	Instituto de Salud del Estado de México	19
DIFEM	Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de México	25
SSA	Secretaría de Salubridad y Asistencia	1

El servicio que ofrecen estas unidades es de consulta externa y hospitalización.

El sector privado también ofrece servicios médicos y hospitalarios en establecimientos de cierta importancia.

El centro de salud más cercano a la planta es un Sanatorio de Maternidad al Este, en el Barrio Los Árboles, a aproximadamente 70 m; aunque el Centro de Seguridad Social del IMSS, se encuentra al Oeste, cerca de la unidad habitacional Tejabanes a aproximadamente 300 m en línea recta.

PRINCIPALES ENFERMEDADES

Los datos estadísticos de este tipo de enfermedades son confidenciales; tan sólo se reportan datos de incapacidad por riesgos de trabajo en el IMSS e ISSSTE para 1992, de dónde se menciona que durante ese año se tuvieron en el Estado de México 1,776 incapacidades permanentes por ese concepto.

No obstante, se encontró que las enfermedades más comunes son las siguientes:

- Conjuntivitis.
- Enfermedades de las vías respiratorias agudas.
- Infecciones bacterianas.
- Micosis.
- Dermatitis.
- Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal: Hipoxia, asfixia y otras respiratorias del feto y recién nacido.
- Accidentes ocupacionales.
- Infecciones intestinales.
- Tumores malignos, principalmente de la tráquea, bronquios y pulmón.
- Las enfermedades epidémicas no son frecuentes en el Municipio de Tlalnepantla.

3.4.8. - BOMBEROS

El Municipio de Tlalnepantla, cuenta con una central de Bomberos que se localiza en la esquina de Zumpango y Avenida Hidalgo; a aproximadamente 2 Km, al Norte de la planta en estudio.

Además dentro de las instalaciones de la planta, hay una caseta de bomberos (a un lado de la bodega de materia prima y producto terminado).

Cuenta también con su cisterna contra incendio y distribución de equipo así como alarmas para casos de emergencia.

3.5.- ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

3.5.1.- ASPECTOS DEMOGRAFICOS

Actualmente la población del Municipio de Tlalnepantla asciende a 1'074,899 habitantes, con un índice de natalidad anual de 19,885 y 6,782 defunciones.

Esta población corresponde al 10.95 % de la población total del Estado de México; predomina la población infantil de 5 a 14 años, con un total de 223,881.

La densidad de población es de 12,876 habitantes por kilómetro cuadrado.

Se presenta hacinamiento en la mayor parte del territorio del Municipio de Tlalnepantla debido al crecimiento desmedido de la Ciudad de México, que ha empujado a la población hacia las zonas conurbadas del Estado de México; así como por su concentración industrial; mezclándose en varias zonas los establecimientos industriales con agrupaciones habitacionales.

La región en que se localiza el fraccionamiento industrial, presenta hacinamiento a sus alrededores, ya que se encuentran unidades habitacionales rodeando a los establecimientos industriales.

3.5.2.- GRUPOS ÉTNICOS

Por sus condiciones geográficas y ecológicas, propiciadoras de asentamientos humanos, la aparición del hombre en el Estado de México se remonta a épocas prehispánicas. Prueba de ello se tiene en los restos fósiles encontrados en Los Reyes Acozac, Chimalhuacán, San Vicente Chicoloapan, Tequisquiác, Santa Isabel Ixtapan, Tonatico y Tepexpan.

El territorio de lo que hoy es el Estado de México fue también asiento de otras culturas indígenas, entre las que destacan la arcaica de Tlatilco, la Tolteca, la Chichimeca, la Acolhua, la Matlazinca, la Tarasca, la Malinalca, la Otomí, la Azteca y la Ocuiteca ;todas ellas dejaron grandes y espléndidas construcciones como perenne testimonio de su glorioso pasado.

En el Estado encuentra aún, un número importante de asentamientos con población indígena, tanto de grupos originarios del lugar, como de otras etnias provenientes de diferentes estados de la República, que fueron atraídos principalmente a partir de la década de los setentas por el polo de desarrollo industrial que representa la zona conurbada de la Ciudad de México.

En relación a la población total de la entidad, el 2 % corresponde a la población indígena originaria (216,654 habitantes). La población que ha migrado al Valle de México, ya sean grupos del propio Estado (migración interna o de otras entidades (migración externa,

representa el 9 % de la población total (906,503 habitantes). De donde en total la población indígena es del 11 %.

En los municipios conurbados a la Ciudad de México, se encuentran como migrantes más de 40 grupos étnicos distintos, algunos de ellos provenientes de Centroamérica.

Los grupos con mayor presencia en el Valle de México son :

GRUPOS ETNICOS	HABITANTES
Náhuas	21,609
Mixtecos	16,209
Otomíes	15,188
Zapotecos	11,198

Dichos grupos se han asentado principalmente en los municipios de Chimalhuacán, Chalco, Naucalpan, Netzahualcóyotl, Tlalnepantla y Ecatepec.

3.5.3.- POBLACIÓN ECONOMICAMENTE ACTIVA

Al 12 de Marzo de 1990 la población de 12 años y más fue de 519,744 personas, de las cuales la población económicamente activa representa el 45.72% y de ésta 97.16% son ocupados (con salario remunerado), el resto son desocupados o que no perciben sueldo fijo.

La población económicamente inactiva corresponde al 52.42% (272,460 habitantes); el 1.86% no está especificado.

Con respecto a la demanda de trabajo actual, se observa un déficit en la generación de empleos.

INGRESO MEDIO ANUAL PER CAPITA

En el Municipio de Tlalnepantla el ingreso se encuentra distribuido en la siguiente forma:

El 23.17 % de la población ocupada obtiene ingresos hasta de un salario mínimo.

El 55.43 % ganan de uno a tres salarios mínimos.

El 11.12 % de tres a cinco salarios mínimos.

El 6.72 % de cinco y hasta 10 veces el salario mínimo.

El 3.6 % ganan más de diez veces el salario mínimo.

3.5.5.- ATRACTIVOS TURÍSTICOS, CENTROS CULTURALES, RELIGIOSOS O HISTÓRICOS

El nombre de Tlalnepantla que significa " Tierra de En medio" tiene como antecedente histórico, el antagonismo de dos pueblos prehispánicos: Tenayuca (Mexicas) y Teocalhueyacan (Otomí) ubicado por el rumbo de Sta. Mónica.

Los frailes franciscanos en su labor evangelizadora, tomaron la iniciativa de construir un templo que uniera a los dos, en un lugar que tuviera algo en común entre ambos pueblos.

Los de Tenayuca proporcionaron cantera rosa y los de Teocalhueyacan cantera gris, para la fabricación del Convento de San Francisco en la década de 1550, el cual fue convertido en Santa Iglesia Catedral por el Papa Paulo VI el 31 de marzo de 1964. Se localiza en la Cabecera Municipal.

Además de esta iglesia, existen algunas de los antiguos pueblos y barrios como son: San Bartolo Tenayuca, San Andrés Atenco, San Lucas Patoni, Los Reyes, Santa Cecilia, San Jerónimo Tepetlalcaco y Xocoyahualco.

En Tlalnepantla la arquitectura colonial es escasa, pero se pueden encontrar algunos monumentos de este tipo como son:

- La Caja de Agua, ubicada en la Av. Mario Colín (frente al Tecnológico de Tlalnepantla) que fue punto de partida de la arquería del acueducto de Guadalupe que llega hasta la Villa de Guadalupe y que contó con una extensión de 10, 192 metros.
- Las Haciendas de los siglos XVI y XVIII cuyas construcciones sólidas aún se aprecian en su dimensión de ingeniería y arquitectura, tales como: la Exhacienda de Santa Mónica y la Exhacienda de En medio, esta última localizada en la Colonia Prado Vallejo.

Hay dos sitios arqueológicos con sus respectivos museos:

- La Pirámide de Tenayuca
- La Pirámide de Santa Cecilia Acatitlán.

Ambos, vestigios prehispánicos de la cultura Mexica; que corresponde a la Pirámide de Sta. Cecilia, la cual se encuentra a aproximadamente 4 kilómetros (en línea recta al Noreste de la Fábrica de Jabón).

La región en estudio no se caracteriza por ser de atracción turística; sin embargo, debido a que se trata de una zona industrial importante, muy cercana a la Ciudad de México, presenta un gran flujo de personas que la visitan del interior del País y de todas partes del mundo por razones diversas, pero principalmente por trabajo y negocios.

3.5.- SITIOS EVALUADOS PARA ESTABLECER LA PLANTA

La planta tiene 40 años de estar operando y no se ha considerado aún su reubicación hacia otro lugar.

3.6.- CONTAMINACIÓN

3.6.1.- AGUAS SUPERFICIALES

Las cuatro principales corrientes del Municipio de Tlalnepantla, correspondientes a los Ríos: Tlalnepantla (en parte entubado, a la altura de la avenida Mario Colín) San Javier, de Los Remedios y Zanja Madre, se encuentran sumamente contaminadas debido a las descargas de aguas residuales de tipo Comercial, Industrial y Doméstico ; formando parte del sistema de drenaje municipal y de desalojo de aguas del Valle de México.

Muy pocas industrias cuentan con una planta de tratamiento de sus aguas residuales, debido a que hasta recientemente se le ha dado la importancia que se merece este aspecto y a que los costosos representan; no obstante, se están realizando esfuerzos para incrementar el nivel de tratamiento y reutilizar las aguas tratadas; pero aún queda mucho por hacer y la regeneración de estos ríos se prevé tan sólo a largo plazo.

La Fábrica de Jabón cuenta con una planta de tratamiento biológico en la cual se reutiliza una parte del agua de proceso y otra se tira al drenaje municipal.

La única planta de tratamiento de aguas existente en el Municipio se localiza al Este del mismo; es particular y capta las aguas de tan sólo 12 industrias.

Como otro foco de contaminación de las aguas, debe considerarse la disposición inadecuada de los residuos sólidos de todos tipos; de donde se presenta el fenómeno de su arrastre hacia los cuerpos de agua, junto con la infiltración de lixiviados a mantos freáticos, por la inadecuada localización y adaptación de tiraderos municipales y clandestinos.

Esto además origina la obstrucción con basura de los sistemas de drenaje, e inundaciones causadas por su evacuación deficiente.

A lo anterior se agrega como una causa más de la contaminación de estos ríos, la erosión pluvial que se presenta en sus márgenes por la pérdida de suelo y vegetación natural.

Por lo tanto, se requiere la regeneración urgente de estos cuerpos de agua, insistiendo en el tratamiento y reutilización de todas las generadas en el Valle de México.

3.6.2.- ATMÓSFERA

El continuo y rápido crecimiento poblacional de la Ciudad de México y sus zonas conurbadas, en conjunto con la concentración industrial al Noroeste de la cuenca cerrada, ha dado como resultado que se genere una gran cantidad de contaminantes atmosféricos; ya que se caracteriza por presentar una gran actividad a todos los niveles, que deriva en un intenso flujo vehicular, en la realización de infinidad de procesos y operaciones industriales, acciones comerciales y de tipo doméstico.

Si a lo anterior se le suma que las condiciones meteorológicas prevaletientes en el Valle de México, que en general no son muy favorables para la dispersión de los contaminantes generados; se origina una gran concentración, que continuamente se transporta desde las fuentes industriales de emisión al interior de la Ciudad de México.

La extensión del área urbana y el gran consumo de energéticos, ha modificado el micro clima del Valle. Actualmente las islas de calor de la Ciudad marcan diferencias hasta de 12°C entre ésta y las áreas suburbanas y rurales de la periferia. Este fenómeno provoca movimientos ascendentes de aire contaminado en el centro del Valle, mismo que tiene la oportunidad de dispersarse o descender en los alrededores inmediatos de la Ciudad.

Como fenómeno meteorológico, las inversiones térmicas tienen una especial relevancia en la concentración de contaminantes en el aire. Estas ocurren durante las primeras horas del día, de donde una masa de aire frío queda atrapada por una masa de aire caliente en las alturas, acumulándose los contaminantes emitidos en la noche anterior y los generados por las actividades matutinas de la población e industrias de la Ciudad.

Durante la temporada invernal, frecuentemente coinciden otros fenómenos meteorológicos, tales como sistemas de alta presión, limitando aún más la escasa dispersión de los contaminantes y están relacionados con la presencia de aire polar sobre el territorio nacional.

Durante la época de lluvias, la nubosidad bloquea el paso del sol, aunque esto no impide que al mediodía y con nubes dispersas, la radiación solar sea suficiente para la formación de estos compuestos. Durante estos meses, las precipitaciones intensas casi diarias ayudan a la limpieza de la atmósfera; aunque con el incremento de los niveles que se generan, esto cada vez se aprecia en menor grado.

En la zona industrial del Municipio de Tlalnepantla, se han establecido una gran diversidad de industrias, algunas de las cuales se encuentran en el fraccionamiento industrial que no ocupa; estando entre ellas la Fábrica de Jabón, de donde se desprenden diferentes tipos de contaminantes, como son: Gases de Combustión y Partículas de diferentes composiciones y tamaños; que junto con las demás aportaciones de la región, son transportados por el viento hacia el interior del D.F.

De esta manera se contribuye al incremento en concentración de contaminantes en la Ciudad de México; cuyos niveles han sido alarmantes a nivel internacional, por rebasarse frecuentemente las normas de calidad de aire que se han establecido; lo cual ha llevado a que se tomen acciones por parte de las Autoridades Gubernamentales, que en ocasiones afectan la libertad de acción de los pobladores y su descontento; pero a pesar de ello, es poco lo que se ha logrado para bajar estos niveles; por lo que se requiere un control estricto de las emisiones de contaminantes desde sus fuentes de origen.

En los establecimientos industriales, incluyendo la Fábrica de Jabón, se ha tomado conciencia de esta situación y se puede decir que se ha realizado un esfuerzo que merece consideración, para el control de sus emisiones contaminantes a la atmósfera; cambiando el combustible de sus calderas por el de gas natural, pero aún no se puede decir que éste haya sido suficiente y es necesario hacer aún más. A este respecto es también importante que por parte de las autoridades, se tenga un control del crecimiento urbano (industrial y habitacional) del Área Metropolitana de la Ciudad de México, fijando límites, ya que de otra manera, cualquier acción que se pretenda seguir seguirá siendo insuficiente para evitar el incremento en la concentración de contaminantes, en perjuicio principalmente de la calidad de vida de la población.

3.6.3.- SUELO

En general el Municipio de Tlalnepantla presenta grandes deficiencias en la recolección y disposición de residuos, tanto de origen doméstico, como industriales; debido principalmente a que su crecimiento acelerado ha rebasado la capacidad de las autoridades para la planeación, adquisición de maquinaria y equipo adecuado, así como de selección y adecuación de sitios apropiados para su disposición.

Por otro lado, la falta de educación entre la población, para lograr la clasificación de los residuos de todos tipos, que conduzca al mayor reciclaje posible de los mismos y a su minimización, acrecienta este problema.

En todo el Municipio, como en muchos otros con características similares, se pueden encontrar residuos domésticos, de servicios, comerciales e industriales en gran cantidad de sitios (tiraderos clandestinos) o dispersos por las calles, avenidas y carreteras, así como en barrancas y ríos; creando condiciones insalubres y focos de infección por la proliferación de fauna nociva, además de provocar malos olores y aspecto desagradable, que reducen las cualidades estéticas de cualquier región.

Debido al hacinamiento existente, en la actualidad se estima que la cantidad de basura colectada en el Municipio es de alrededor de 800 ton/día, la cual se deposita en el tiradero municipal; lo cual se incrementa continuamente con el incremento poblacional e industrial; por lo que de no controlarse dicho crecimiento llegará un momento en que no sea suficiente ningún sitio cercano para la disposición de basura y tendrá que llevarse a lugares muy alejados, con un incremento desmedido de su costo de recolección y disposición; por lo

tanto, es imperante el control de este crecimiento, en conjunto con acciones generalizadas a todos los niveles, para obtener una mayor clasificación de los mismos, que permita un mayor reciclaje, reutilización y minimización de los mismos.

Se ha creado conciencia entre los empresarios, para que se produzca dicha clasificación y muchos de ellos han respondido favorablemente, separando los residuos que se consideran peligrosos, de los inocuos; con lo que se ha disminuido la cantidad de los primeros que son llevados al tiradero municipal; entre las empresas que están realizando esto se encuentra nuestra planta; pero aún hace falta una clasificación más exhaustiva y mayor minimización en la generación de residuos de todos tipos.

Debido a la inadecuada localización que se hizo por años de los tiraderos municipales y a consecuencia de los clandestinos; grandes extensiones de suelos se encuentran contaminadas y los mantos freáticos han sido alterados por el escurrimiento de lixiviados; por lo que se han emprendido acciones para determinar estos niveles de contaminación, que permitan la regeneración de suelos y mantos freáticos.

En relación a los establecimientos industriales, también se ha contaminado el suelo en diversos lugares, a causa de derrames y disposición inadecuada de residuos por muchos años; de donde se han comenzado a evaluar los niveles existentes en muchos de ellos, para hacer posible su regeneración. Al igual que con los tiraderos municipales, como consecuencia de esta contaminación de suelos se han producido infiltraciones a mantos freáticos, por lo que algunos están siendo evaluados para su regeneración.

3.6.4.- RUIDO

La zona de localización de la Fábrica de Jabón, es un punto neurálgico para el flujo vehicular, por su cercanía con la Ciudad de México ;así como por la gran cantidad de movimiento que representan las zonas industriales de los municipios conurbados a la Ciudad de México, entre los que se encuentra el de Tlalnepantla.

La Avenida P. Juárez que da acceso a nuestra planta y la Mario Colín como una de las principales del Municipio y cercana a la planta; se encuentran continuamente con un gran flujo vehicular constituido por automóviles particulares, de transporte colectivo, camiones y trailers de carga pesada, etc.; si a esto se añade el tráfico del ferrocarril cuyas vías pasan aproximadamente a 150 m por el lado Norte de la planta, se puede apreciar que de manera continua se presenta un nivel sonoro de intensidad considerable en su exterior. Si a esto se agregan la gran cantidad de actividades que se llevan a cabo por los establecimientos industriales que se encuentran concentrados en el fraccionamiento industrial, el nivel sonoro que se percibe es mayor.

Al interior de la planta se generan niveles elevados de ruido, principalmente en las áreas de compresores y de producción ; pero no se perciben fácilmente en su exterior.

Las viviendas más cercanas a la planta son las que corresponden a la colonia Tlalnemex, que se encuentran a el lado Oeste. No existen quejas con relación a nuestra planta por parte de los vecinos en cuanto a ruido.

3.6.5.- RESIDUOS

Los residuos se clasifican en dos tipos, los inocuos y los peligrosos:

PELIGROSOS

El control de los residuos peligrosos es competencia Federal, siendo responsabilidad de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) su administración, a través del Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Con fundamento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se estableció la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 (Diario Oficial de la Federación, 23 de octubre de 1993) que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Un residuo es peligroso cuando este se encuentra clasificado en las tablas contenidas en dicha Norma, así como aquellos que presenten una o más de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y/o biológico infecciosas (CRETIB). En casos específicos y a criterio de la SEMARNAP, podrán ser exceptuados aquellos residuos que habiendo sido listados como peligrosos en las tablas mencionadas, puedan ser considerados como no peligrosos por que no excedan los parámetros establecidos para ninguna de las características CRETIB. En este caso para establecer la peligrosidad de un residuo se deberá llevar a cabo la prueba CRETIB correspondiente, efectuada por un laboratorio acreditado para dicha prueba por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a través de su Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP), el laboratorio que lleve a cabo la prueba deberá tomar el muestreo en el lugar en que se genera el residuo, quedando como responsable (junto con el generador) de los resultados obtenidos.

Los residuos que resulten peligrosos deberán ser manifestados semestralmente por el generador ante la SEMARNAP, y sólo podrán ser recolectados por empresas autorizadas por la misma Secretaría para dicha actividad, debiendo presentar ante dicha autoridad los manifiestos de recolección, transporte y entrega de residuos peligrosos correspondientes.

En la planta de jabón, cuando las resinas se agotan o su tiempo de vida termina, la empresa que surte a la planta las recolecta para su tratamiento o disposición final, por medio de los servicios de empresas autorizadas por la Secretaría antes mencionada.

INNOCUOS

Son los residuos que no son peligrosos presentan características de tipo doméstico, y su control es responsabilidad de las autoridades locales.

Los residuos no peligrosos generados por la planta de jabón, son almacenados temporalmente en contenedores herméticos, y son dispuestos a unidades recolectoras (camiones de basura) enviadas por el municipio una o dos veces por semana.

4.- INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

El proyecto está integrado dentro del Plan Nacional de Desarrollo en dos puntos bien específicos, que son el económico y la protección al ambiente.

En el aspecto económico el proyecto se integra a los programas de recuperación económica de los recursos no renovables, donde con una adecuada programación y jerarquización de inversiones se buscará obtener el máximo beneficio con la menor inversión.

En el aspecto de protección al ambiente, se requiere sujetar los proyectos de obra y actividades en el desarrollo nacional a criterios estrictos de cuidado ambiental; teniendo como instrumentos básicos las evaluaciones de impacto ambiental y riesgo ambiental:

IMPACTO AMBIENTAL

En el desarrollo de proyectos de obras y otras actividades de desarrollo en el territorio nacional constituyen un factor que promueve el fortalecimiento de la economía. El instrumento para contrarrestar sus posibles efectos negativos es la evaluación del impacto ambiental previa a la ejecución de proyectos de obra.

Los lineamientos básicos a seguir son:

- Asegurar, mediante la vigilancia que los proyectos de obra y actividades se realicen en las condiciones legales y autorizadas.
- Apoyar a estados y municipios en la elaboración de proyectos de impacto ambiental.
- Incorporar consideraciones de impacto ambiental en la asimilación de tecnología.

RIESGO AMBIENTAL

El crecimiento industrial ha traído consigo la presencia de actividades de alto riesgo y ha elevado el potencial de afectación al entorno en caso de accidentes; de ahí la necesidad de regular tales actividades y evaluarlas en términos de la preservación de los ecosistemas y la protección a la población.

El análisis y la evaluación del riesgo ambiental de toda obra o actividad, en el proyecto o en operación, con potencial de afectación a su entorno, y la regulación de las actividades de alto riesgo, en función de la gravedad de los efectos que pueda ocasionar al equilibrio ecológico y al ambiente, constituyen una prioridad. Con el propósito de satisfacer estos requerimientos, se realizan las siguientes acciones:

- Determinar, en forma coordinada entre las dependencias competentes, el catálogo de las actividades que deban considerarse como altamente riesgosas.

- Coordinar con los gobiernos estatales y municipales los programas de identificación de áreas de alto riesgo, para la determinación de zonas intermedias de salvaguarda.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO, 1995-2000

El Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, establece en el capítulo quinto, en materia de política ambiental que para un crecimiento sustentable el reto que se presenta es que:

“Sociedad y Estado asuman plenamente las responsabilidades y costos de un aprovechamiento duradero de los recursos naturales renovables y del ambiente que permita mejor calidad de vida para todos, propicie la superación de la pobreza y contribuya a una economía que no degrade sus bases naturales de sustentación. En los próximos años requeriremos una expansión productiva que sienta bases para crear empleos y ampliar la oferta de bienes y servicios demandados por una población en crecimiento. Por ello la política ambiental y de aprovechamiento de los recursos irá más allá de una promoción e inducción de inversiones en infraestructura ambiental, de creación de mercados y de financiamiento para el desarrollo sustentable. Así lograremos hacer compatible el crecimiento económico con la protección ambiental.”

“La estrategia nacional de desarrollo busca un equilibrio -global y regional- entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de un ordenamiento ambiental del territorio nacional, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región.”

Dentro de las políticas y acciones en materia de ambiente, el mismo plan establece que se sustentarán en nuevos esquemas de corresponsabilidad y participación social, mejorando la información a la sociedad y fortaleciendo las actuales formas de corresponsabilidad ciudadana en la política pública.

En cuanto a regulación ambiental -según marca el Plan- las estrategias se centran en consolidar e integrar la normatividad. Se fortalecerá la aplicación de estudios de evaluación de impacto ambiental y se mejorará la normatividad para el manejo de residuos peligrosos.

Todas y cada una de las políticas se encuentran inmersas dentro de una estrategia de “Descentralización en materia de gestión ambiental y de recursos naturales, con la finalidad de fortalecer la capacidad de gestión local, particularmente la de los municipios y ampliar las posibilidades de participación social.”

La política sectorial que se enmarca dentro del mismo Plan comprende cuatro grandes grupos con objeto de alcanzar un crecimiento económico sostenido y sustentable.

Uno de estos grupos es el Desarrollo Industrial, para el cual han sido diseñadas algunas estrategias e instrumentos indispensables para este sector: Las políticas cambiaria, tributaria, financiera, de comercio exterior, competencia económica, desregulación, capacitación, actualización tecnológica e infraestructura son algunos ejemplos.

El programa industrial además de buscar un crecimiento acelerado para el conjunto de este sector, se propondrá fortalecer el desarrollo de los subsectores y ramas que han sufrido un rezago, especialmente aquellos intensivos en el empleo de mano de obra y que cuentan con potencial exportador sustancial.

4.1.- Etapa de construcción

4.1.1.- Materiales requeridos por etapa del proyecto.

Principales materiales requeridos en la etapa de preparación y construcción		
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
CEMENTO GRIS	Ton.	562.30
VARILLA GRADO DURO No. 6 AL 12	Ton.	85.83
MADERA PARA CIMBRA	P T.	55,331.82
ANTICORROSIVO ESMALTE 200	Kg	6,650.64
PRUEBA RADIOGRAFICA TUBERIA 6" A 14" DIAM	Pza.	1,321.00
ACERO ESTRUCTURAL (CANAL DE VIGA)	Ton	48.54
ECERO ESTRUCTURAL (ANGULO)	Kg	43,629.03
ACERO ESTRUCTURAL (PLACA)	Ton	41.04
PRUEBA RADIOGRAFICA TUBERIA 1" A 4" DIAM	Pza	1,139.00
ACETILENO	Kg	1,679.83
VARILLA GRADO DURO No. 13	Ton	37.15
OXIGENO	m ³	4,181.07
ACERO REDONDO 1018, 76 MM. (3) DIAM	Kg	14,082.24
SOLDADURA E-6010	Kg	6,765.33
PRIMARIO DE CROMATO DE ZINC (RP-2)	Lts	3,422.29
GRAVA PARA CONCRETOS	m ³	1,008.30
TORNILLOS MAQUINA ROSCA STANDARD	Kg	1,983.13
ESMALTE ALB. BRILLANTE CREMA	Lts	2,628.23
VARILLA GRADO DURO No 5	Ton	14.66
VARILLA GRADO DURO No 4	Ton	13.44
SIETE D PLACA	Pza	4,800.00
2 FORMAS SILIC. CA. 091.MM	Jgo	203.58
ARENA PARA LIMPIEZA A CHORRO	m ³	622.33
ARENA PARA CONCRETOS	m ³	877.59
PINZON P/TANQUES	Pza	4,800.00
CANDADO CON TORNILLO	Pza	2,000.00
ACARREO KNS-SUBS	m ³ -KM	21,979.85
VALV. DE COMP.600 No.800 gF SW DE 3/4" DE DIAM	Pza	119.80

Principales materiales requeridos en la etapa de preparación y construcción		
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
2 FORMAS CILIC. CA 0.91 MM	Jgo.	114.66
ACABADO EPOX CA SOL NO 2	Lts.	415.35
ACARREO 1ER KN	m ³	4,721.17
ACERO ESTRUCTURAL (PLACA)	Kg	1,005.48
ACERO PARA CUNAS	Kg	276.40
ACERO REDONDO (COLD ROLLED) 51 MM. 2" DIAM	Kg	1,558.08
ACERO REDONDO 1018 (COLD BRILLED) 25 MM.	Kg	1,249.92
ACERO REDONDO 1018 (COLD ROLLED) 191 MM	Kg	131.04
ACERO REDONDO 1018 (COLD ROLLED) 22 MM	Kg	123.48
ADELGAZADOR P/RP-2	Lts	119.46
ADITIVO PERMEABILIZANTE INTEGRAL (FESTEGRAL)	Kg	3,667.04
AGUA	m ³	983.54
ALAMBRE RECOCIDO No. 18	Kg	3,083.85
ARENA PARA APLANADOS	m ³	7.79
BARRENADORA PTORNILLO DE 16 MM 5/8" DIAM S-58	Pza	540.20
CABLE DE MANILA 19 A 25 MM.	Kg	328.18
CAJA CONDULET GUAX-49 DE 32 MM.	Pza	36.00
CARTON GRIS COMPRIMIDO No 3	m ²	565.68
CLAVO	Kg	980.51
COLOR ROJO PARA CEMENTO ND.522	Kg	1,556.25
CONECTOR ½ " DIAM. MACHO DE AC. INOX.	Pza.	119.80
CURACRETO	Lts	1,731.53
DETERGENTE	Kg	234.75
DIESEL	Lts	2,627.25
ESTOPA 2"	Kg	276.29
GASOLINA BLANCA	Lts.	2,292.83
GRASA AMARILLA	Kg	18.15
GRASA COMUN	Kg	179.67
LAMINA DE ALUMINIO LISA CAL 128	Kg	743.65
LAMINA DE LATON EN ROLLOS DE C.50B MM DE ESP.	Kg	221.77
LAMINAS	Kg	199.43
MALLA ACERO SOLDADA 66/65	m ²	645.32
MALLA ACERO SOLDADA 66-44	m ²	545.56
MANTA DE CIELO	m	2,292.83
MATERIAL DE ANCLAJE 648	Unidad	12.01
PRUEBA RADIOGRAF. TUBERIA 24" A 30" DIAM	Pza	70.00
PUA CABEZA FIJADOR DE 3 MM DE DIAM POR PZA 19 MM LONG.	Pza	2,709.00
REJILLA 1	m ²	94.80
REJILLA IRVING TIPO 13-05 C/BOLERA DE 25.4X3.2MM	m ²	42.80
RONDANA ACERO PLANA 25 MM	Pza	248.00
RONDANA ACERO PLANA STANDAR ¼ " DIAM	Pza.	404.00
RONDANA ACERO PLANA STANDAR 16 MM (5/8") DIAM	Pza.	1,080.40
SOLDADURA E-70183 A 6 MM	Kg	1,520.00
TABIQUE ROJO RECOCIDO 7X14X28 CMS	Pza	1,134.00
TABLERO LAMINA ESTRIADA	Kg	3,467.25
TABLERO LAMINA ESTRIADA	Kg	3,450.00
TORNILLO MAQUINA 19 MM OTAM X 38 MM	Pza	160.00
TRAMO RECTO 61 OMB. HD-TR 73	Pza	38.88
TRIPLAY PINO 16 MM. ESPESOR	m ²	379.75
TUBO FD FO GREDO EXTRA FUERTE 200 M DIAM	m	74.02
TUBO NEGRO A-120 CED.40 152 MM	m	50.80
TUBO NEGRO ACERO A-120 CED.40 76 MM 3"DIAM	m	74.40
TUBULAR LAMINA CAL 18 (½ " X ¾ ") RONSA	Kg	690.00
TUERCA ACERO HEXAG 0 25 MM. DIAM	Pza	496.00
TUERCA DE ACER MAQUINA HEXAG DE ¼ " DIAM	Pza.	84.00
TURBING AC INOX ½" DIAM CED. 10	m	44.92
VALV. DE COMP 600 No 800 gF.SW DE 1" DIAM.	Pza	59.90
VARILLA GRADO ESTRUCTURAL No 4	Ton	1.65

4.1.2.- Requerimiento de mano de obra

En la etapa de ingeniería y diseño laboraron aproximadamente 30 personas, mientras en la etapa de construcción, en su punto de máxima contratación se requerirá la participación de 45 trabajadores.

PERSONAL REQUERIDO				
Personal	Trabajos Mecánicos, hrs.	Trabajos Eléctricos, hrs.	Instrumentación	Trabajo Civil, hrs.
Obrero General	942	476	40	2,836
Soldadores	618		213	
Operarios	800	664	100	1,948
Ayte. de operario	692	597	82	2,306
Chofer	12			20
TOTAL	3,134	1,737	435	7,110

4.2.- Construcción

Dado que la construcción de la Planta de Hidrógeno se desarrollará dentro de las instalaciones de la Fábrica de Jabón, no se considera que se afecte algún área en especial, toda vez que dicho espacio ya estaba destinado a ampliaciones para albergar procesos propios de la empresa.

Por las características del sitio, no se alterarán recursos de la zona, con motivo del proyecto.

La construcción consiste fundamentalmente en el levantamiento del equipo que se cimenta en lo general sobre dados de concreto armado.

4.2.1.- Equipos requeridos por etapa del proyecto

El equipo a utilizar en la construcción con sus horas de operación se muestra en la siguiente tabla:

EQUIPO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN	
Equipo	Número de Horas
ANDAMIO AMACA DE SEGURIDAD 2.4 M	7297 77
ANDAMIOS TUBULARES	725 73
ANDAMIOS Y OBRA FALSA	16394 61
BALANZA PESOS MUERTOS	3.00
BANDA DE BAJADO DE NYLON	19.35
BISELADORA Y CORTADORA	100 87
BISELADORA Y CORTADORA 102-153 MM DIAM	2174 02
BOMBA AUTOCEBANTE 2" DIAM	14 67
BOMBA AUTOCEBANTE DE 6"	5.40
BOMBA EMBOLO MANUAL	1333 70
CALD P/ESMALTE	50.00

EQUIPO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN	
Equipo	Número de Horas
CAMION DE 8 TON	3 33
CAMION PIPA	32.27
CAMION REDILAS 3 TON	1278.42
CAMION VOLTEO DE 6 m ³	73.95
CAMION WINCHE 5 TON	2409.02
CAMIONETA PICKUP ¾	97.75
CARGADOR FRONTAL 930	13.32
COLUMNA DE MERCURIO	3 00
COMPACTADOR (BAILARINA)	16 04
COMPACTADOR VIBR.	581 32
COMPRESOR 3.5 m ³ /min	910 53
COMPRESOR 9.0 m ³ /min	20 67
CORTADORA DE VARILLA MANUAL	877.80
CORTADORA ELECTRICA DE VARILLA	396.07
CORTATUBO	145 46
DETECTOR ELECT P/FALLAS	51 69
DOBLADORA DE VARILLA DE 19-38 MM	877.19
DOBLADORA ELECTRICA DE VARILLA	264.05
DOBLADORA HID P/TUBO	197.07
EQUIPO OXIACETILENO	16473 28
EQUIPO P/APLICACION PINTURA	797 56
EQUIPO RODANTE P/APLIC. AEROPLASTIC	2.54
ESMERILADORA ELECT. D OP. MANUAL	6977.16
EXCAVADORA YUMBO 3964 B	101.58
GRUA HIDRAULICA	23.80
GRUA HIDRAULICA SIN ORUGAS 10 TON	45.70
MALACATE DE 1 TON.	512.05
MANOMETRO	3478 26
MAQUINA TALADRADORA	31.52
MARTILLO DELMAG 2200 KG	25 59
MARTILLO ROTATIVO	24 40
MEZCLADORA DE 1 SACO	678 80
MOTOCONFORMADORA CAT-120-B	5.40
PLATAFORMA REMOLQUE NORMAL 20 TON	31 46
POLIPASTO C/CABLE DE ACERO	508 78
PROTACARRETE P/CABLE ACERO	508.78
PURIFICADOR DE AIRE	308.17
SECADOR AUT. DE HUMEDAD	2037.39
SOLDADORA 300 AMP.	319 30
SOLDADORA DE 200 AMP.	245.14
TALADRO ELECTRICO	1418.52
TARRAJA ELECTRICA	870.98
TARRAJA MANUAL	307.95
TIRROD CON CABLE DE ACERO	19.54
TRACTOR C/ANGLE Y RIPPER	58.02
TRACTOR REMOLQUE	32 06
VIBRADOR C/CHICOTE	1007 11
VIBRADOR DE REGLA	80.80

4.2.2.- Requerimiento de agua y de energía

4.2.2.1.- Agua (origen, fuente, suministro, cantidad, almacenamiento)

Fuente de suministro:	Pozos propios ubicados dentro de la planta.
Condiciones de suministro:	Límites de batería.
Presión:	6 kg/cm ² man.
Temperatura:	Ambiente.
Disponibilidad:	La requerida.

4.2.2.2.- Agua potable

Se suministrará mediante garrafones.

4.2.2.3.- Agua contra incendio.

Presión:	7 kg/cm ² man.
Disponibilidad:	La requerida.

4.2.2.4.- Electricidad (origen, fuente de suministro, potencia, voltaje).

Fuente de suministro:	Subestación No. 3 de la Compañía de Luz y Fuerza
Interrupciones:	Ninguna
Tensión:	4160 / 480 / 220 / 127 V.
Número de fases:	3 / 3 / 3 / 1
Frecuencia:	60 ciclos
Factor de potencia:	0.85

Para la alimentación de instrumentos, alumbrado y posición de válvulas en estado seguro, a falla de energía eléctrica se contará con un banco de baterías con capacidad suficiente para mantener energizado el sistema durante un tiempo mínimo de 30 minutos.

4.2.2.5.- Combustibles

GAS NATURAL

Fuente de suministro:	Gasoducto de Pemex.
Peso molecular:	19.04
Densidad relativa al aire:	0.657
Poder calorífico neto:	8485 kcal/m ³
Poder calorífico total:	9370 kcal/m ³

Composición:	% mol	
Inertes.....	0.5	
Hidrógeno	2.9	
Metano	87.7	----- La modelación considera que el metano es el principal componente de este gas.
Bióxido de carbono.....	0.9	
Etano	4.7	
Sulfuro de Hidrógeno.....	1.2	
Propileno.....	0.7	
Propano	0.5	
Isobutano.....	0.4	
n-butano	0.1	
i-pentano	0.1	
n-pentano	0.1	
hexanos	0.2	
Total	100.0	

Condiciones en límite de batería:

Presión:	28.5 kg/cm ² abs.
Temperatura:	25 °C
Disponibilidad:	La requerida.

4.3.- Etapa de operación

4.3.1.- Descripción del proyecto

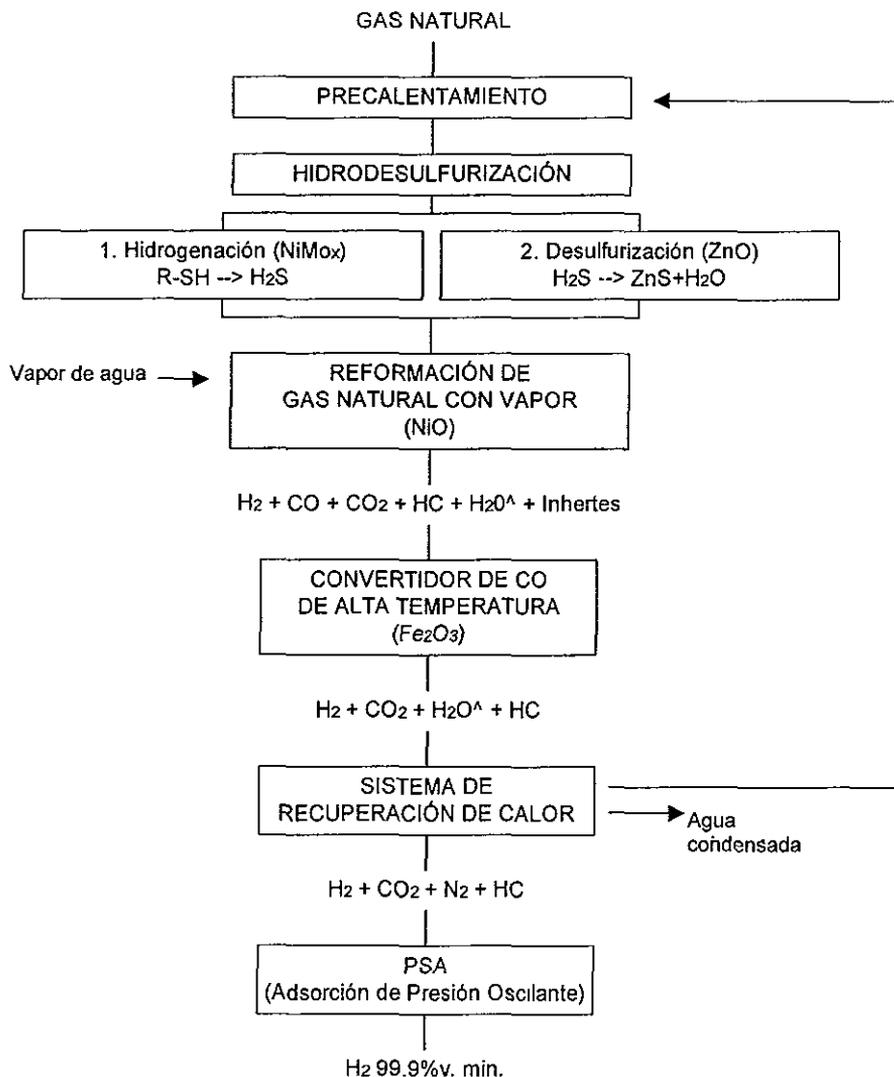
En la fabricación de jabón, existe dentro del proceso productivo una sección donde es necesario contar con hidrógeno en cantidades que permitan satisfacer un régimen continuo de operación, asimismo, es necesario que el hidrógeno sea de gran pureza, esto requerido en el proceso de hidrogenación de la grasa necesaria para la obtención del producto. Por lo anterior, y aprovechando las facilidades otorgadas por el proveedor para surtir gas natural, el diseño de la Planta de Hidrógeno esta basado en la producción de hidrógeno de 99.9% de pureza a partir de la reformación de gas natural con vapor.

Capacidad	Rendimiento
67,250 m ³ /h Cap. Diseño	2.68 m ³ de H ₂ /m ³ de carga
33,600 m ³ /h Cap. Mínima	2.68 m ³ de H ₂ /m ³ de carga

La planta de hidrógeno comprende las siguientes etapas, de las cuáles se hará descripción posteriormente:

- Hidrodesulfuración.
 - Alimentación a Hidrodesulfurización.
 - Catalizador de Hidrogenación.
 - Catalizador de Desulfurización.
- Reformación de gas natural con vapor.
- Convertidor de CO de Alta Temperatura.
- Purificador de hidrógeno por Adsorción de Presión Oscilante (PSA).

OBTENCIÓN DE H₂ POR MEDIO DE LA REFORMACIÓN DE GAS NATURAL CON VAPOR



Ver Diagrama de Flujo de Proceso en el Anexo C.

4.3.2.- Descripción del Proceso

HIDRODESULFURACIÓN

El gas natural debe ser separado de compuestos de azufre de manera de no contaminar la corriente del reformador catalítico.

Para una eficiente remoción de los compuestos de azufre, el gas natural tiene que ser precalentado, esto es en el precalentador de corriente EA-900, mediante el intercambio de calor con el gas convertido caliente.

Los compuestos de azufre presentes en la alimentación son principalmente H_2S y en pequeña cantidad mercaptanos (R-SH). La hidrogenación y desulfurización de la carga se lleva a cabo en el reactor de hidrogenación y desulfurización en dos etapas DC-900. En el primer lecho el catalizador de hidrogenación convierte los mercaptanos (R-SH) a H_2S . En el segundo lecho compuesto de catalizador a base de ZnO se adsorbe el H_2S convirtiéndolo e ZnS y H_2O , de tal forma que el contenido de azufre a la salida del reactor tiene que ser menor a 0.2 ppmv.

La carga al reactor de hidrodesulfurización consiste de una mezcla de gas natural e hidrógeno de recirculación en la calidad y con la composición siguiente:

Alimentación a hidrodesulfurización	
Flujo Total	1,156.3 kgmol/h
ANALISIS	
CO_2	0.97 %mol
H_2	2.1 %mol
CH_4	87.77 %mol
C_2H_6	5.63 %mol
C_3H_8	0.58 %mol
N_2	2.14 %mol
Azufre total	< 4.85 ppmv (H_2S)
Peso Molecular	17.116 kg/kgmol
Temperatura	375°C
Presión	34.4 kg/cm ² abs.

Catalizador de Hidrogenación	
Dicho catalizador esta ubicado en la parte superior del reactor de hidrodesulfurización ($\phi_{int}=2000mm$, altura tang.-tang.=11,000mm)	
Volumen estimado	8.5 m ³
Tipo de catalizador	Base CoMo
Caída de Presión disponible	0.1 kg/cm ²

Catalizador de Desulfurización	
Dicho catalizador esta colocado corriente abajo, en la parte inferior del reactor de hidrodesulfurización ($\text{Øint}=2000\text{mm}$, altura tang.-tang.=11,000mm)	
Volumen estimado	18 m ³
Tipo de catalizador	Base ZnO
Caída de Presión disponible	0.1 kg/cm ²
La cantidad de catalizador deberá ser adecuada para 17,000 hrs. de operación ininterrumpida basada sobre un contenido de $S_{\text{total}}=5$ ppmv en la alimentación de gas natural y un contenido de azufre inferior a 0.2 ppm en el efluente del reactor.	

REFORMACIÓN DE GAS NATURAL CON VAPOR

El gas de proceso desulfurizado se mezcla con vapor de agua en el Mezclador GD-900, se supercalienta en el Supercalietador EA-901 y EA-903. La corriente supercalentada entra al Reformador Tubular BA-900 a 650°C aproximadamente. Los tubos del reformador están llenos de catalizador base Níquel, llevándose a cabo las siguientes reacciones:

Reformación con vapor



Reformación con vapor del metano



Reacción agua-gas



Dichas reacciones se llevan a cabo simultáneamente. El gas que abandona el reformador contiene H_2 , CO , CO_2 , vestigios de metano y algunos gases inertes.

En el reformador los calentadores aprovechan gases combustibles separados en la Unidad PSA (Purificadora de Hidrógeno), así también procedentes de L.B.

Características del Reformador de Gas Natural	
Número de Tubos	144
Diámetro int. de tubos	125mm
Longitud de tubo caliente	14 m
Vol. de catalizador a ser llenado	25.6 m ³
Suministro de catalizador	26.9 m ³
Carga térmica sobre tubos	68,590 kcal/m ² h
Máx. carga térmica sobre tubos	75,450 kcal/m ² h
Caída de presión permisible	3.5 kg/cm ²

Condiciones de alimentación	
Temperatura de entrada	650°C
Presión de entrada	28.5 kg/cm ² abs.
Vapor de agua/carbón	3.2 -
Flujo de gas seco (alim.)	1,156.3 kgmol/h
Flujo de vapor de agua	3,729.0 kgmol/h
Flujo de gas de carga total	4,885.3 kgmol/h
COMPOSICIÓN (BASE SECA)	
CO ₂	0.97 %mol
H ₂	2.91 %mol
CH ₄	87.77 %mol
C ₂ H ₆	5.63 %mol
C ₃ H ₈	0.58 %mol
N ₂	2.14 %mol

Condiciones del efluente	
Temperatura de entrada	825°C
Presión de salida	24.5 kg/cm ² abs.
Flujo de gas reformado	6,683.3 kgmol/h
COMPOSICIÓN (gas reformado)	
CO ₂	5.93 %mol
CO	7.7 %mol
H ₂	45.44 %mol
CH ₄	3.98 %mol
N ₂	0.37 %mol
H ₂ O	36.5 %mol

CONVERTIDOR DE CO DE ALTA TEMPERATURA

El gas reformado es enfriado a la temperatura de entrada requerida por el reactor convertidor DC-901 ($\varnothing_{int}=3,500$ mm) en la caldera de recuperación de calor EA-904, donde al mismo tiempo se genera vapor. Un bypass del lado del gas sirve para controlar la temperatura de entrada del gas reformado al Reactor Convertidor de Alta Temperatura. El gas reformado fluye de arriba a abajo a través del Reactor Convertidor de CO DC-901, el cual se encuentra relleno de un catalizador de óxido ferroso. El monóxido de carbono en el gas reformado reacciona con vapor no convertido formando H₂ y CO₂ de acuerdo con la siguiente reacción:

Reacción agua-gas



Durante dicha reacción se libera calor y la temperatura alcanza los 50°C. El contenido de CO a la salida del Reactor Convertidor de Alta Temperatura es de menos del 2% molar.

El volumen estimado de catalizador (base Fe_2O_3) es de 43 m³.

Condiciones de alimentación	
Temperatura de entrada	345°C
Presión de entrada	24.2 kg/cm ² abs.
Flujo de gas seco (alim.)	6,683.3 kgmol/h
COMPOSICIÓN (BASE SECA)	
CO ₂	5.93 %mol
CO	7.7 %mol
H ₂	51.01 %mol
CH ₄	3.98 %mol
N ₂	0.37 %mol
H ₂ O	36.59 %mol

Condiciones del efluente	
Temperatura de entrada	405°C
Presión de salida	23.9 kg/cm ² abs.
Flujo de gas convertido	6,683.3 kgmol/h
COMPOSICIÓN (gas reformado)	
CO ₂	11.49 %mol
CO	2.13 %mol
H ₂	51.01 %mol
CH ₄	3.98 %mol
N ₂	0.37 %mol
H ₂ O	31.02 %mol

Sistema de recuperación de calor del gas reformado

El gas convertido reformado es enfriado en el EA-900 y EA-905, donde la temperatura desciende por debajo del punto de rocío. El agua separada del gas es conducida a los tambores deaeradores FA-903. El gas es enfriado además en el EA-906 y con el enfriador EC-900. El agua condensada es separada en el Separador de Condensados del Proceso No. 2 FA-901.

En el enfriador final de gas convertido EA-907 el gas se enfría a aproximadamente 36°C. Más agua condensada es separada en el Separador de Gas de Proceso No. 3 FA-902 antes de enviar el gas a la Unidad Purificadora de Hidrógeno (PSA).

UNIDAD EMPACADA PSA (PURIFICADORA DE HIDROGENO)

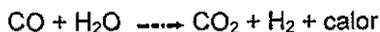
Para una purificación final se utiliza un proceso de adsorción balanceada a presión, en el cual los componentes con alta polaridad y baja volatilidad son adsorbidos, los compuestos con propiedades opuestas no son adsorbidos. Así el CO₂, CO, N₂ e hidrocarburos son adsorbidos permitiendo la salida de la unidad a hidrógeno de alta pureza.

4.3.2.1.- Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundarias

Reacción principal: Reformación con vapor del metano



Reacción secundaria: Reacción agua-gas



4.3.2.2.- Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso (especificando sustancia, equipo de seguridad, cantidad o volumen y concentración).

ESPECIFICACIONES DE LA ALIMENTACIÓN

La planta de hidrógeno está diseñada para procesar gas natural con las siguientes características:

COMPONENTES	FORMULA	UNIDADES	VALOR
Nitrógeno	N ₂	%mol	2.2
Hidrógeno	H ₂	%mol	---
Dióxido de carbono	CO ₂	%mol	1.0
Metano	CH ₄	%mol	90.4
Etano	C ₂ H ₆	%mol	5.8
Propano	C ₃ H ₈	%mol	0.6
Agua	H ₂ O	%mol	Saturación
IMPUREZAS			
Acido sulfhídrico	H ₂ S	ppm vol.	Máx. 5
Mercaptanos	H-S-R	ppm vol.	Máx. 1.5
Azufre total	S _{total}	ppm vol.	Máx. 5
Gravedad específica	---	(aire=1)	0.607
Poder caloríf. inferior	---	Kcal/m ³	8.745

ESPECIFICACIONES DE LA ALIMENTACIÓN EN L.B.

PRODUCTO	DESTINO	EDO. FISICO	PRESION Kg/cm ² man.	TEMP. °C	FORMA DE RECIBO
Gas natural	L.B.	Gas	Nor. 28.5 Máx. 35.0	20	Tubería

PRODUCTOS FINALES

PRODUCTO	UNIDADES	VALOR
H ₂	% Vol mín.	99.9
CO + CO ₂	Ppm Vol. máx.	50

4.3.2.3.- Tipo de recipientes y/o envase de almacenamiento (especificando características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volumen por recipiente).

La materia prima, gas natural, se toma de los límites de batería, asimismo, el producto Hidrógeno, se lleva a límites de batería para su utilización. En esta planta no hay almacenamiento de este producto.

4.4.- Sustancias involucradas en el proceso

Las sustancias involucradas son gas natural, hidrógeno (se anexan hojas de datos) y vapor de agua, que se describen previamente, aunque en el proceso se utilizan catalizadores específicos a cada función:

CATALIZADORES		
FUNCION	TIPO	VIDA ESPERADA Años
1.- Hidrogenación	NiMo _x	5-8
2.- Desulfurización	ZnO	>2
3.- Reformación tubular	NiO	4-8
4.- Convertidor HT	Fe ₂ O ₃	5-8

AGENTES QUÍMICOS	
FUNCION	QUÍMICO RECOMENDADO
Ajuste de pH para recircular el condensado de proceso, para utilizarlo como agua de caldera.	Polifosfato Solución acuosa de NH ₃

4.5.- Condiciones de operación

4.5.1.- Temperaturas extremas de operación

Hasta 820°C, que es la temperatura con que sale el gas reformado en la línea 915 (ver DFP), constituida en un 36.6% de H₂O y 45.4% de H₂.

4.5.2.- Presiones extremas de operación

Hasta 36.5 kg/cm^2 en la línea 930 (ver DFP), constituida básicamente por condensados de vapor de agua.

4.5.3.- Estado físico de las diversas corrientes del proceso

Se pueden observar en los Diagramas de Flujo de Proceso del Anexo C.

4.5.4.- Características del régimen operativo de la instalación

El factor de servicio con el que se operará es de 0.92 (336 días al año).

4.5.5.- Características de instrumentación y control

Se usará un Sistema Lógico de Control (PLC). La instrumentación es de tipo electrónica tipo inteligente con envío de señal al gabinete del sistema de control, que se alojará en el cuarto de control de la planta.

Se usarán señales electrónicas, con rango de 4 a 20 mA, de termopar (mV) y digitales de 0-24 V.C.D.

La instrumentación electrónica de campo y sus accesorios de instalación serán a prueba de explosión.

La calibración de la instrumentación será en las siguientes unidades:

<u>Variable</u>	<u>Unidades</u>
Presión	Kg/cm^2
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$
Flujo de líquido	BPD
Vapor	Kg/h
Gases	m^3/h @15.6 $^{\circ}\text{C}$ y 1 atm
Agua	GPM

Los "interlocks" y las secuencias de control deberán ser incluidas en el S.C.A. para poner en posición segura la planta.

Se requiere la instalación de detectores de explosividad como parte del sistema de seguridad.

4.5.6.- Origen de la ingeniería básica del proceso

Norteamericano (Lurgi).

4.6.- Riesgos

4.6.1.- Antecedentes de riesgo del proceso

Los datos estadísticos de afectación por accidentes durante el manejo y operación de una planta de hidrógeno, reportan que la máxima probabilidad de ocurrencia se deba a fugas a través de las válvulas, bridas y coples de las líneas.

Estas fugas, casi siempre son fugas pequeñas y de fácil control que no llegan a ocasionar problemas serios al exterior de las instalaciones. Lo anterior se debe a los programas de mantenimiento y a los modernos sistemas de control.

Sin embargo, hay que resaltar el hecho que éstas posibles fugas tienen una ocurrencia extremadamente baja y el potencial de afectación en caso de ocurrir suele ser muy alto.

4.6.2.- Responsable de la ingeniería de detalle

Empresa Norteamericana (Lurgi).

4.6.3.- Identificar y jerarquizar los riesgos en áreas de: proceso, almacenamiento y transporte

Todas las actividades humanas involucran cierto grado de riesgo y la industria de proceso no son la excepción. La industria de refinación, petroquímica y química, en particular son ramas preocupadas por la innovación, en ellas se desarrollan sofisticadas necesidades de la sociedad moderna, la cual requiere de productos con características muy particulares, de alta calidad y bajo costo. Esto en muchas ocasiones significa contar con procesos que requieren condiciones de operación muy severas, además de utilizar materiales con características fisico-químicas que representan un peligro para la salud humana, al ambiente y a la propiedad.

Los elementos que dan origen a los riesgos presentes en una operación industrial son, en términos generales los siguientes:

- *Materias primas*
- *Procesos*
- *Productos terminados*
- *Recursos humanos*
- *Medio Ambiente*

Es la interrelación de estos elementos, a través de la tecnología utilizada, lo que da por resultado la existencia de riesgos reales y potenciales, su magnitud depende de las características particulares de los elementos mencionados.

Dentro de estas industrias hay una creciente preocupación por aplicar métodos sistematizados para eliminar o reducir los riesgos, debido a que la sociedad en general, reclama a la industria una mayor seguridad para ella misma, sus propiedades y su medio ambiente.

El análisis de riesgos puede realizarse a través del "sentido común", pero la complejidad de la tecnología moderna ha hecho que el proceso de análisis se fuera haciendo más complejo. Por ello, ha sido necesario desarrollar y establecer metodologías sistematizadas de alta confiabilidad, para realizar los diagnósticos de seguridad de los procesos industriales.

Existen distintos métodos de estudio de análisis de riesgos, los cuales se aplican en cualquier tipo de proceso y dentro de sus diferentes etapas de vida, como son su planeación, construcción u operación.

Las diferentes metodologías de aplicación para el análisis de riesgos varían con un amplio número de características y en especial con la profundidad con que se requiera llevar a cabo un análisis de identificación de riesgos aunado con factores como los recursos y tiempo disponibles para el desarrollo de la metodología a utilizar.

La industria de procesos ha requerido utilizar técnicas más creativas y versátiles y una de las más aceptadas por sus resultados es el Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP).

El análisis HAZOP es:

1. Una técnica que permite identificar riesgos y problemas, los cuales impiden una operación eficiente.
2. Es una técnica que permite revisar todas las formas posibles en que los riesgos y/o problemas de operación puedan surgir.
3. Es una técnica que al ejecutarse en forma sistemática, reduce la posibilidad de omitir analizar detalle alguno.
4. Debe considerarse como un concepto de seguridad del proceso para protección del personal, instalaciones y comunidades.

CONCEPTOS BÁSICOS

DESCRIPCIÓN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS	
Propósito	Describe la forma en que se espera funcione el elemento analizado. El propósito puede tomar varias formas, por ejemplo, recipientes, líneas, bomba, etc.
Desviaciones	Son los cambios que se presentan al propósito y puestas al descubrimiento por la aplicación sistemática de las palabras claves.
Causas	Estos son los motivos por los que se pueden presentar las desviaciones. Cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.
Consecuencia	Son los resultados que se obtendrán en caso de que se presentaran algunas desviaciones.
Riesgo	Toda fuente de energía. Son las consecuencias que pueden causar daños, lastimaduras o pérdidas.
Palabra Clave o Guía	Son las palabras sencillas que se usan para calificar el propósito, guían y estimulan el proceso de pensamiento creativo para encontrar las posibles desviaciones. Las palabras clave se aplican a la intención de diseño que indica lo que el equipo y/o sistema debe realizar.

Para desarrollar un estudio HAZOP se requiere de una descripción completa del proceso y se cuestiona a cada uno de los componentes del proceso para descubrir las posibles desviaciones del propósito original para lo cual fueron diseñados pueden ocurrir y determinar cuales de esas desviaciones pueden dar lugar a riesgos con posibles consecuencias al proceso o al personal.

Para el desarrollo de esta metodología, es necesario seleccionar una serie de puntos críticos, para los que se llevaron a cabo sesiones con la participación de un equipo multidisciplinario de especialistas en proceso, diseñadores de la patente y especialistas en riesgo.

Los puntos críticos se analizan mediante el empleo de palabras clave o guía, las cuales están concebidas para asegurar que las preguntas exploren todas las posibilidades de que su funcionamiento se desvíe de su intención y propósito de diseño.

Palabras clave	Significado	Comentarios
NO	La negación completa de las intenciones de diseño.	Ninguna de las intenciones de diseño se cumplen pero no sucede otra cosa.
MÁS	Incremento cuantitativo de la intención.	Se refiere al incremento de las cantidades y propiedades como flujo, gradientes, temperatura, presión y actividades como calentamiento y reacción.
MENOS	Disminución cuantitativa de la intención.	Se refiere a la disminución de las cantidades y propiedades como flujo, gradientes, temperatura, presión y actividades como calentamiento y reacción.
TANTO COMO	Igualación cualitativa	Todas las intenciones de diseño y operación se realizan conjunto con alguna otra actividad.
PARTÉ DE	Decremento cualitativo	Se realiza solamente una parte de las intenciones de diseño y otra parte no.
CONTRARIO A	Opuesto lógico de la intención de diseño	En general se aplica a actividades, por ejemplo flujo inverso o reacción química. Se aplican también a sustancias.
DIFERENTE A	Sustitución completa de la intención de diseño.	No se realiza ninguna parte de la intención original de diseño. Sucede una cosa totalmente diferente.

Para las desviaciones en estudio, se determinan sus causas y consecuencias indicando cuáles son las condiciones en que se van a presentar.

Asimismo, se considero para la posible gravedad relativa de un efecto peligroso las siguientes consideraciones:

Gravedad de consecuencias	Criterio
5. MUY SEVERO	<ul style="list-style-type: none"> - Fatalidades varios trabajadores. - Fatalidades en la comunidad. - Daños al ambiente fuera del complejo. - Gran pérdida económica debido a daño de propiedad.
4. SEVERO	<ul style="list-style-type: none"> - Fatalidad en el trabajador/incapacidad permanente. - Daño fuera del complejo - Impacto significativo en el ambiente fuera del complejo. - Pérdida económica por daño a propiedad o producción .
3. MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> - Accidente/incapacidad. - Daño menor a varios trabajadores - Impacto moderado en el ambiente. - Responsabilidad adversa a la comunidad. - Pérdida económica por daño a propiedad o producción.
2. BAJO	<ul style="list-style-type: none"> - Accidentes leves/muy leves. - Impacto menor en el ambiente. - No responsabilidad adversa a la comunidad. - Pérdida económica por daño a propiedad o pérdida de producción
1. MUY BAJO	<ul style="list-style-type: none"> - No efectos adversos a la salud del trabajador. - No impacto ambiental fuera del complejo. - No afectación a la comunidad. - Pérdida económica por daño a propiedad o producción.

Una vez definidos los riesgos probables, se hace un análisis probabilístico para definir las posibilidades que existen de que los eventos definidos sucedan. Este análisis se realiza mediante un estudio denominado Fault Tree Analysis o Análisis de Árboles de Falla. En éste se hace un secuenciamiento lógico tipo Booleano, de los eventos que conducen a una falla, en este caso de una emisión de gas natural o Hidrógeno, asignándose a cada evento una probabilidad basada en literatura, análisis o la experiencia.

Una vez que se han definido los posibles escenarios de mayor probabilidad y riesgo se hace una cuantificación de las posibles áreas de afectación mediante modelaciones matemáticas.

A continuación se presenta el desarrollo y aplicación de la metodología de HAZOP, así como del análisis de árboles de fallas, derivando de este análisis se proponen una serie de recomendaciones de acuerdo a las desviaciones encontradas en el transcurso de la aplicación de dicha metodología.

4.6.4.- Modelación matemática del o los eventos máximos probables de riesgo

Una vez determinados los riesgos probables por medio de las metodologías Hazop y Árbol de Fallas, se procede a ubicar las líneas o equipos críticos en los Diagramas de Flujo de Proceso y Diagramas de Tubería e Instrumentación con el objeto de ubicar las propiedades fisicoquímicas de la sustancia que contiene la línea o el equipo y ubicar las dimensiones de la línea o recipiente. Con esta información se calcula en base a un algoritmo disponible y criterios la cantidad fugada o derramada, posteriormente, se introducen dichos datos al simulador para que éste estime los radios de afectación por explosión, incendio o toxicidad (en el caso de explosión el radio se traza formando un círculo el cual se denomina "Pétalo").

Para la planta de hidrógeno sólo se determinaron riesgos por fuga de gas natural e hidrógeno, por lo que se llevaron a cabo las modelaciones y pétalos que se pueden observar en los Anexos I y J.

4.6.5.- Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno del proyecto

Los riesgos potenciales se pueden observar de acuerdo a los resultados de las modelaciones efectuadas para los puntos considerados de mayor riesgo.

4.6.6.- Definición y justificación de las zonas de afectación alrededor de la instalación

Los resultados de las metodologías HAZOP y Arbol de Fallas, se modelaron para conocer las posibles áreas potenciales de afectación.

Derivado de las modelaciones se observa que en el peor de los casos, la afectación no rebasa los límites de la Fábrica de Jabón.

4.6.7.- Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo

- Sistema de Lógico de Control (PLC).
- Detectores de atmósferas explosivas.
- Red contra incendio (Extintores, hidrantes, cañones, etc.).
- Barda reforzada, pisos de concreto, diques de contención, canaletas de recolección, fosas de captación, superficies impermeabilizadas, red de segregación de corrientes.

4.6.8.- Respuesta a la lista de comprobaciones de seguridad

Esta se realizará como parte de la Auditoría de Seguridad que se efectuará una vez instalados los equipos de proceso y transporte previo al arranque de la planta.

4.6.9.- Principales

La basura o residuos considerados no peligrosos, de la Fábrica de Jabón, se recoge por el servicio de limpia para su disposición en el tiradero municipal; contándose con contenedores de basura distribuidos en todas las áreas.

Cuando las resinas se agotan o su tiempo de vida termina, la empresa que surte a la planta las recoge para su tratamiento o disposición final, para lo cual recurre a los servicios de empresas transportistas autorizadas por la SEMARNAP.

4.6.10.- Emisiones atmosféricas

Para la concentración permisible, a nivel de piso, se ajustará a lo establecido en la Norma de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social NOM-010-STPS-1994.

Por otra parte, las emisiones por fuentes fijas se apegarán a lo indicado en la Norma de la SEMARNAP NOM-085-ECOL-1994.

4.6.11.- Descarga de aguas residuales

- Pluvial: Este drenaje, será diseñado con base a la precipitación pluvial del lugar e integrado al sistema general de la planta.
- Químico: Este será diseñado para el manejo de aguas de proceso.
- Sanitario: Se usarán las instalaciones existentes dentro de la Planta.

4.6.12.- Residuos sólidos y líquidos

4.6.12.1.- Inocuos

La basura o residuos considerados no peligrosos, de la Fábrica de Jabón, se recoge por el servicio de limpia para su disposición en el tiradero municipal; contándose con contenedores de basura distribuidos en todas las áreas.

4.6.12.2.- Peligrosos

No se generan residuos peligrosos, aunque en tal caso se deberá dar cumplimiento con lo señalado en el Reglamento de la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiental en Materia de Residuos Peligrosos*.

4.6.12.3.- Metodología usada para su clasificación

No procede, aunque en tal caso se procederá al análisis CRETIB llevado a cabo por laboratorios autorizados (el laboratorio deberá tomar la muestra en el mismo lugar) por el Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios de Pruebas (SINALP) y se buscará el dictamen correspondiente de las Autoridades de la SEMARNAP (INE).

4.6.12.4.- Sistema y tecnología de control y tratamiento

No procede, aunque en tal caso se recurrirá a empresas autorizadas por la SEMARNAP (INE).

4.6.13.- Disposición final

No procede, aunque en tal caso se recurrirá a empresas autorizadas por la SEMARNAP (INE).

4.6.13.1.- Volumen y composición de aguas tratadas o sin tratar

No procede.

4.6.13.2.- Cuerpos receptores de aguas tratadas o sin tratar

No procede.

4.6.13.3.- Volumen y composición de residuos sólidos

No habrá generación de residuos sólidos.

4.6.13.4.- Cuerpos receptores de residuos sólidos

No procede.

4.6.13.5.- Factibilidad de reciclaje.

No procede.

4.6.13.6.- Usos del agua corriente abajo del proyecto.

No procede.

CONCLUSIONES

Habiendo observado los antecedentes y el desarrollo del riesgo operacional en México, no es contradictorio que el análisis de riesgo ambiental y el de riesgo operacional sean conceptos sino similares por lo menos buscadores del mismo fin, evitar accidentes que cobren vidas y pérdidas materiales.

Es evidente que la participación de la ingeniería química en este tema es contundente, y desde el punto de vista de la ingeniería de proyectos indispensable, dicho esto sin pretender dar menos valor a otras disciplinas participantes que no se nombran por no omitir a alguna.

El referirnos a la ingeniería del proyecto hace participe a ingenierías como civil, eléctrica, mecánica, química, de sistemas, ambiental, etc., sin embargo, los aspectos más importantes de un estudio de riesgo son relacionados con sustancias químicas sencillas como el agua y complicadas como cualquier sustancia CRETIB, es por esto que su atención requiere la participación de las ingenierías relacionadas con la química.

Aunque resulta difícil de aceptar, todas las sustancias existentes son peligrosas dependiendo de la dosis, es por esto que la idea de "cantidades de reporte" resulta un importante criterio para decidir estudiar una sustancia en un proceso determinado.

El estudio de riesgo de la planta de hidrógeno indica lo siguiente:

- La Ingeniería Básica se llevó a cabo en base a los códigos, normas y especificaciones aplicables a este tipo de instalaciones.
- Del análisis de los Diagramas de Flujo de Proceso, se determinó mediante un HAZOP que los puntos críticos del proceso son los siguientes:
 1. Calentador EA-900
 2. Reactor de Hidrosulfuración DC-900
 3. Mezclador GD-900
 4. Intercambiador de Calor EA-901
 5. Intercambiador de Calor EA-903
 6. Reformador de Vapor BA-900
 7. Intercambiador de Calor EA-904
 8. Reactor Convertidor DC-901
 9. Separador No 2 de los condensados del gas reformado
 10. Unidad Purificadora de Hidrógeno PA-900 (PSA)
- De la revisión de los Diagramas de Tubería e Instrumentación, así como derivado del Árbol de Fallas efectuado, se concretó que los puntos de mayor riesgo, son los siguientes:
 1. Fuga de gas natural por ruptura total de tubería (24"-P-8604-B8D-P) a la entrada del intercambiador térmico EA-900. Se considera un evento donde se tiene una ruptura total de tubería
 2. Fuga de gas natural en el reactor de hidrosulfuración DC-900. Se considero un evento de ruptura total de tubería (8"-P-8603-D2D-H).
 3. Fuga de gas natural en el mezclador GD-900, considerando la ruptura total de una línea (6"-P-8803-D2D-H) de alimentación de gas natural
 4. Fuga de la línea (16"-P-8401-D2D-H) de salida del intercambiador de calor EA-901 de una mezcla de gas natural y agua
 5. Fuga de hidrogeno, debida a ruptura total de tubería (16"-P-8703-B3K-P) de alimentación en el Separador No 2 de los condensados del gas reformado
 6. Fuga de hidrogeno por ruptura total en línea (14"-P-8706-B12A-P) de alimentación a la unidad purificadora de hidrogeno PSA
- De la observación de los Diagramas de Flujo de Proceso, de los Balances de Materia y Energía, y del los Diagramas de Tubería e Instrumentación, se

determinaron mediante su modelación los siguientes radios de afectación para los 6 eventos descritos:

Evento No.	Radio de Afectación (metros)
1	130
2	61
3	47
4	106
5	41
6	13

Todos los eventos son explosiones

- Las explosiones en los eventos 1 y 4 rebasarían los límites de la planta, causando rupturas en los vidrios de las industrias colindantes en particular las de enfrente a la planta sobre la Av. Presidente Juárez, los demás eventos quedarían limitados dentro de la propiedad de la empresa.
- Se puntualiza que la planta contempla las siguientes medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia de los eventos:
 - Sistema Lógico de Control (PCL), con lo que se amplía el margen de seguridad para las instalaciones, detectando a tiempo la existencia de una fuga y reduciendo el tiempo de respuesta para la prevención o atención de una contingencia.
 - Detectores de atmósferas explosivas ubicados en sitios estratégicos de la planta de hidrógeno, tal como se puede observar en el Plano de Localización del Anexo G.
 - Se contempla un sistema contra incendio en toda la Planta, el cual consta de red hidráulica contra incendio, hidrantes, monitores, sistema de aspersores con válvulas de seguridad, extintores fijos y móviles, así como servicio de bomberos a 2 kilómetros al norte de la planta.
 - Barda perimetral de 35 centímetros de grosor y 3.5 metros de altura, así como pisos de concreto impermeabilizados.
 - Se realizarán pruebas de hermeticidad e hidrostática, para cada una de las líneas de proceso.
 - Implementación del Programa Periódico de Mantenimiento Preventivo para los equipos de proceso, sistemas de medición y control, servicios auxiliares y sistema de emergencia.
 - Se cuenta con un Plan General de Emergencias, así como cursos de capacitación y adiestramiento al personal operativo, relativos a las Filosofías Básicas de Operación, Manuales de Operación de los equipos, situaciones de emergencia y primeros auxilios.
 - El personal operativo cumplirá los procedimientos de seguridad e higiene establecidos en la Planta.
 - Los resultados obtenidos de la inspección y mantenimiento deben reportarse a las dependencias involucradas, de acuerdo a su competencia, las cuales corregirán las anomalías existentes para asegurar la operación de los equipos, tuberías e instrumentos.

BIBLIOGRAFIA

La información presentada en la tesis desarrollada tuvo por base diversas y diferentes fuentes, algunas de ellas son de orden *confidencial*, y no podrán ser accedidas por petición expresa de aquellos que en apoyo al presente trabajo las suministraron, los datos tomados de ellas, fueron empleados en estricto sentido de referencia y como fuente en la cual se cite ningún tipo de información de *manera textual*, asimismo se desarrolló una búsqueda bibliográfica computarizada y otra disponible en Internet. Por medio de esta búsqueda se logró encontrar artículos, referencias de conferencias y patentes, que se insertan en orden de dar una actualidad práctica y real al presente trabajo.

El resto de las referencias son libros de texto, otros artículos de revistas especializadas y desde luego la muy importante información que la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, así como el Instituto Nacional de Ecología me proporcionaron, para poder tener la imagen más fiel de un proyecto situado en la realidad operativa de una empresa.

Legislación

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Actualizada al 13 de diciembre de 1986.

GACETA ECOLOGICA Vol. I, 1989

Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera, en Materia de Residuos Peligrosos.

GACETA ECOLOGICA No. 40, Otoño 96,

Nueva Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Diario Oficial de la Federación del 28 de marzo de 1990

1er. listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Diario Oficial de la Federación del 4 de mayo de 1992

2do. listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Diario Oficial de la Federación del 1 de junio de 1995

Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000.

NOM-052-ECOL-1994

Relativa a las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Ley Federal del Trabajo

NOM-001-STPS-1993

Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo

NOM-002-STPS-1993

Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendio en los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1993

Relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles.

NOM-009-STPS-1993

Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas en los centros de trabajo.

NOM-010-STPS-1993

Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

NOM-017-STPS-1993

Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

NOM-019-STPS-1993

Relativa a la constitución, registro y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

NOM-114-STPS-1994

Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo.

Libros y manuales

Alvarez F., Diseño de Equipo, Tanques y Recipientes.

Cuaderno de Posgrado No. 25

Edit. UNAM-FQ; México, Méx; 1987.

CRANE, Flujo de Fluidos en accesorios.

1ª Edición; Mc Graw-Hill

México, Méx; 1990

Crosetti Paul A., Fault Tree Analysis with Probability Evaluation.

Douglas United Nuclear, Inc.

Richland, Wash; 1971.

D. J. Lewis, The Mond Fire and Explosion Index. Aplies to Plant, Layout and Spacing.

Thirteenth Loss Prevention Symposium.

New York, AIChE, 1979.

Eduardo Montaña Aubert, Industrias y Tecnologías Químicas

Cuaderno de Posgrado No. 28

Edit. UNAM-FQ; México, Méx; 1990

El Colegio de México, Glosario de Términos sobre Medio Ambiente.

México.

Federal Emergency Management Agency, Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures.

Washinton, D.C. U.S.A., 1989

Foust, Alan S.; Wenzel, Leonard A., Principios de Operaciones Unitarias.
1ª Edición, 3ª Impresión; CECSA
México, Méx;1990

G.J. Powers; F.R. Topkins, Fault Tree Synthesis for Chemical Processes.
F.C , JR. AIChE J., Vol. 20, No. 2, March 1974.

George T. Austin, Manual de Procesos Químicos en la Industria.
5ª Edición; Mc Graw-Hill/Interamericana
México, Méx; 1998.

Guía-Roji, Gran Atlas de Carreteras México.
Verano 1998.

Himmelblau, David M., Principios y Cálculos Básicos de la Ingeniería Química.
7ª Impresión; CECSA
México, Méx; 1982

Howard F. Rase, Ingeniería de proyecto para plantas de proceso.
CECSA, México, 1997.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística, Anuario Estadístico del Estado de México.
Gobierno del Estado de México, Ediciones 1997

Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
Cartas del Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:1,000,000.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
Síntesis Geográfica Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de México.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
Guías para la Interpretación Cartográfica: Climatología.
INEGI, 1981

Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
Guías para la Interpretación Cartográfica: Edafología.
INEGI, 1981,

Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
Guías para la Interpretación Cartográfica: Geología.
INEGI, 1981

Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
Guías para la Interpretación Cartográfica: Hidrología
INEGI, 1981

Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
Guías para la Interpretación Cartográfica: Uso de Suelo.
INEGI, 1981

Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
Guías para la Interpretación Cartográfica: Uso Potencial del Suelo.
INEGI, 1981

Kern, Donald Q., Procesos de Transferencia de Calor.
1ª Edición, 1ª Impresión; CECSA
México, Méx;1986

Landgrave R.; Alvarez F.; Anaya D., Diseño de Equipo II.
Cuaderno de Posgrado No. 22
Edit. UNAM-FQ; México, Méx; 1986

Lefevre Marc J., Manual de primeros auxilios de urgencia, para uso de socorristas en caso de intoxicación por productos químicos industriales no farmacéuticos.
Editorial Médico Científica; Barcelona España 1987.

Leopold, A.S., Fauna Silvestre de México.
Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, PAX-MEX, México 1977.

Leopold, A.S., Vegetation Zones of Mexico.
1950., Ecology.

Leticia Lozano Ríos, Administración de Proyectos.
Cuaderno de Posgrado NO. 16
Edit. UNAM-FQ, México, Méx; 1985.

Merck & Company Inc., The Merck Index and Encyclopedia of chemical and drugs.
Ninth edition; Rahway New Jersey U.S.A; 1976.

Miranda, F., Hernández X., Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación.
Bol. Soc. Bot., México 1963.

National Fire Protection Agency 325 M, Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids Table.
1991 Edition, Quincy, Massachusetts, 1991.

National Fire Protection Agency 471, Recommended Practice for Responding to Hazardous Materials Incidents.
1992 Edition, Quincy, Massachusetts, 1992.

National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH Pocket guide to chemical hazards.
Columbia Parkway Cincinnati USA; 1990.

Perry, Robert H.; Chilton, Cecil H., Manual del Ingeniero Químico.
5ª Edición; Mc Graw-Hill
New York, NY, EUA; 1986

Rafael Oropeza Monterrubio, Manual práctico de auditorías ambientales.
Panorama Editorial, México, 1996.

Richard Lewis, Sax's dangerous properties of industrial materials.
Eighth edition; Van Nostrand Reinhold; New York USA; 1992.

Rzedowski J., Vegetación de México.
Limusa, México, D.F. 1981.

Secretaría de Gobernación, Guía de Respuestas Iniciales en Caso de Emergencias Ocasionadas por Materiales Peligrosos.
Dirección General de Protección Civil.

The Dow Chemical Company, Fire & Explosion Index System, Hazard Classification Guide, 6th Edition, May, 1987

Treybal, Robert E., Procesos de Transferencia de Masa.
2^a Edición; Mc Graw-Hill
México, Méx; 1985

U S Department of Transportation, 1990 Emergency Response Guidebook.
Washington, D.C., 1990.

U.S. Department of transportation, Guidebook for firrs response to hazardous materials incidents.
Washington DC USA; 1990.

U.S. Environmental Protection Agency, Technical Guidance for Hazard Analysis; Emergency Planning for Extremely Hazardous Substances.
Washington, D.C., December 1997.

U.S. Environmental Protection Agency, Toxic Release Inventory Database.
Washington, D.C., 1989.

Ulrich, Gael D., Procesos de Ingeniería Química
1^a Edición; Mc Graw-Hill
México, Méx; 1992

Villiam D. Baasel, Preliminary Chemical Engineering Plant Design.
2^a Edición; Van Nostrand Reinhold
New York, NY, EUA; 1990

Memorias, congresos, reportes y presentaciones

Technical Resources International, Inc., Apuntes de un Curso de Capacitación en Materia de Riesgo Ambiental.
México, Méx; 1994.

Artículos

H. Wade Goodner, P.E., A new way of quantifying risks Part 1.
Chemical Engineering, October, 1993, pp.114-120

H. Wade Goodner, P.E , A new way of quantifying risks Part 2.
Chemical Engineering, November, 1993, pp.140-146

Ozog, H., Hazard Identification, Analysis and Control.
Chemical Engineering, February 18, 1985.

Bosch, W.W., Identify, Screen and Rank Toxic Chemicals.
Chemical Engineering Progress 88, 1992

Páginas de Internet

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
<http://www.semarnap.gob.mx/>
México.

Instituto Nacional de Ecología.
<http://www.ine.gob.mx/>,
<http://www.conabio.gob.mx/>
México.

University of Utah Department of Chemistry.
<http://research.nwfsc.noaa.gov/msds.html>
Material Safety Data Sheets

Paquetería (software)

Sistemas Euristicos, S.A. de C.V., Scri Ver. 2.0
Modelo de dispersión de una emisión puntual continua de gas.
Modelo de dispersión de un gas o vapor proveniente de una fuga o derrame de un líquido que se evapora.
Modelo de dispersión de un gas liberado en forma masiva e instantánea.
Modelo de evaluación de daños provocados por nubes explosivas.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística, SIMBAD
Sistema Municipal de Bases de Datos