

Area de operaciones

preliminares: Proceso físico que ayuda a quitar objetos grandes, reducir el tamaño de partícula y eliminar gravas y arenas.

Clarificadores primarios: Son tanques que sirven para eliminar los sólidos que sedimentan (lodos primarios) y a los sólidos y líquidos que flotan (espuma).

Reactores de proceso biológico: En esta etapa ciertos microorganismos, en especial bacterias con ayuda de protozoarios y levaduras, transforman el sustrato orgánico en dióxido de carbono, agua y células nuevas.

Coagulación, Floculación y Clarificadores secundarios:

La coagulación/floculación es un procedimiento químico y físico por el cual las partículas que son demasiado pequeñas se desestabilizan y se aglomeran para acelerar su asentamiento. En el proceso químico se incluye oxidación, reducción y precipitación de sales metálicas.

Cloración: Proceso químico que ayuda a la desinfección del efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Tanque de distribución: Tanque de almacenamiento del agua ya tratada, lista para distribuirse.

Laguna de aereación: Etapa en donde se pcesan los lodos para su posterior disposición sanitaria.

Caseta y bombas para lodos de exceso:

Dispositivo que ayuda a trasladar los lodos.

8.1.2 Proceso de Cloración y Sistema de Dosificación.

El área que se analizará para determinar el nivel de riesgo representado por un tanque de cloro gas es la número 19, que corresponde al cuarto de dosificación de cloro.

La cloración es el método más común que se aplica para asegurar que el agua esté libre de bacterias perjudiciales, es un método de desinfección confiable, relativamente económico y fácil de aplicar. El cloro gas se disuelve en agua al vacío y esta solución concentrada se aplica al agua tratada.

En plantas pequeñas se utilizan cilindros de alrededor de 70 kg (150 lb); para plantas de tamaño mediano a grande son comunes los recipientes de una

tonelada, para las plantas muy grandes el cloro se entrega en carros cisterna de ferrocarril.

La manera de operar este sistema de dosificación de cloro en la planta de tratamiento de AIMSU consiste de lo siguiente:

El cilindro de cloro gas que se utiliza en la instalación es de 1 tonelada, el cual es suministrado por Industria Química del Itsmo, S.A. de C.V, (Iquisa de C.V.) Debido a que el consumo de cloro gas es, en promedio, de 250 kg/día se encuentra en la instalación un tanque conectado al clorador, además de 2 tanques llenos y 2 vacíos almacenados en el área. La distribución física del área se puede apreciar en la figura 16.

El cilindro en uso se encuentra colocado sobre una báscula y el control de la cantidad existente del cloro en el tanque se realiza en base al peso del cilindro y su tara; el cilindro se conecta al clorador cuya función es dosificar la cantidad suficiente de cloro para efectuar el proceso de desinfección del agua. El control de suministro de cloro del tanque al dosificador se realiza a través de una válvula de salida del tanque y mediante un manómetro colocado en la línea de conducción del cloro a la entrada del dosificador; la presión del manómetro debe ser de 4 kg/cm².

El cloro que llega al dosificador es calentado con un dispositivo eléctrico para reducir el depósito de impurezas y para evitar la relicuefacción del gas durante las interrupciones del dosificador, principalmente en los casos en que se tenga abierta la válvula de suministro de cloro gas.

La válvula del dosificador es de abertura variable, un vacío o succión producido por un flujo de agua través de un inyector tipo aspiradora tirará hacia abajo del diafragma en la válvula reguladora de presión de gas y permitirá así la entrada del cloro. La descripción del sistema es dado en la figura 17.

El flujo de cloro ser mantendrá, gracias a la succión, en un valor prácticamente constante. La succión antes del orificio variable es algo mayor debido a la caída de presión por el rotámetro, así como el flujo de cloro en un momento dado, por lo tanto el flujo a través del orificio es función de la abertura determinada por la posición del vástago que manualmente controla el operador.

De la válvula reguladora de vacío, el cloro pasa al inyector donde se mezcla con agua ya tratada que proviene del tanque de almacenamiento. La solución de agua con cloro se conduce por una tubería de PVC de 2" de diámetro hacia dos tanques de distribución, uno abierto identificado como tanque No.1, localizado a 12 m de distancia, y otro cerrado identificado como tanque No.3 y ubicado a una distancia de 50 m. El diagrama de flujo para esta operación se observa en la figura 18.

En el sistema del dosificador existe una válvula de alivio de vacío y de presión que podemos observar a detalle también en la figura 17. Ella sirve para los casos en que el suministro de cloro es interrumpido, o cuando la válvula reguladora de vacío fallara durante la operación, lo que desarrollaría una succión máxima y el diafragma de la válvula de alivio obligaría al vástago a

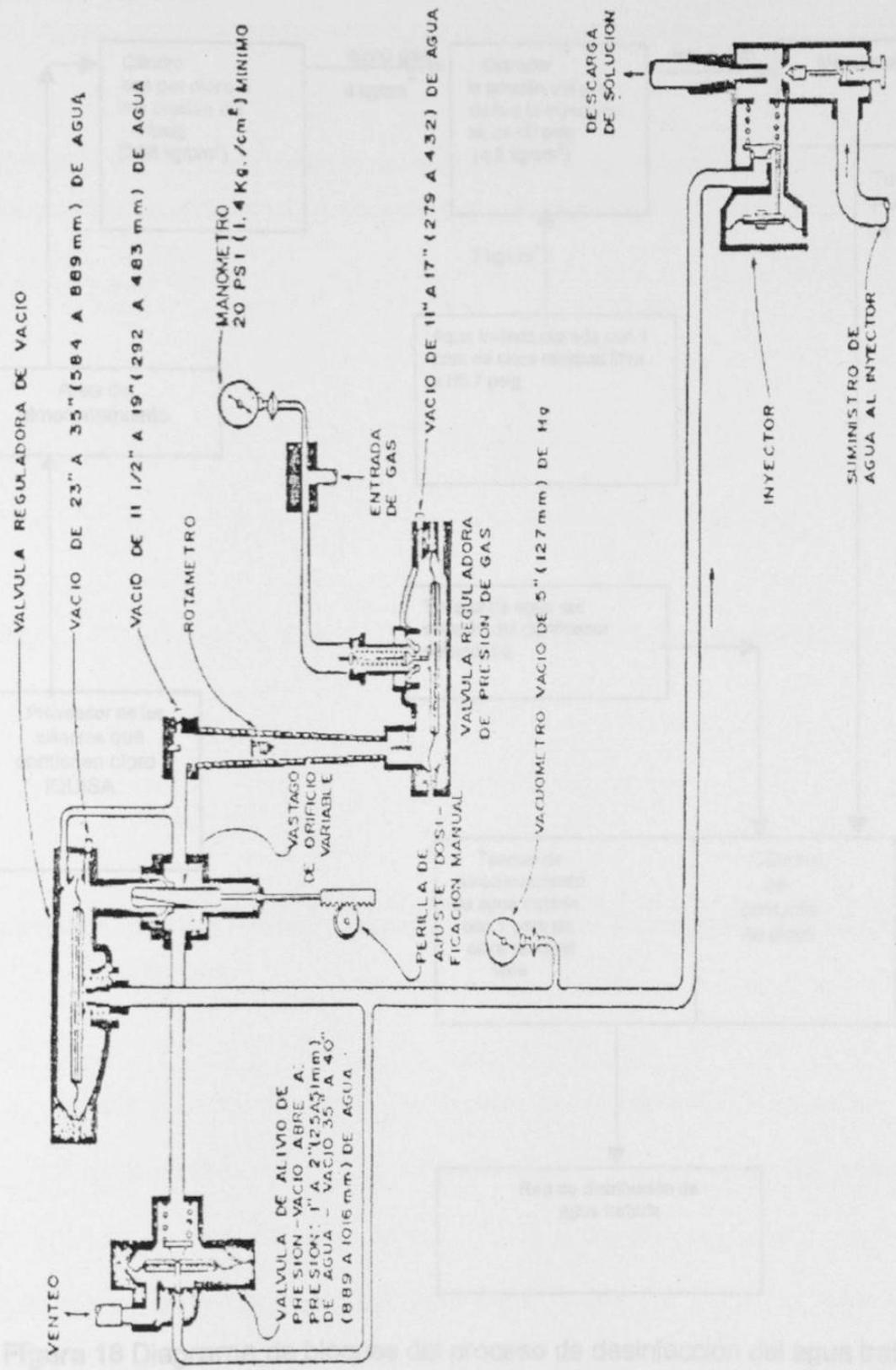


Figura 17 Válvula dosificadora de abertura variable

abrirse para admitir aire en la ventanilla, a modo de aliviar el exceso de succión dentro del sistema.

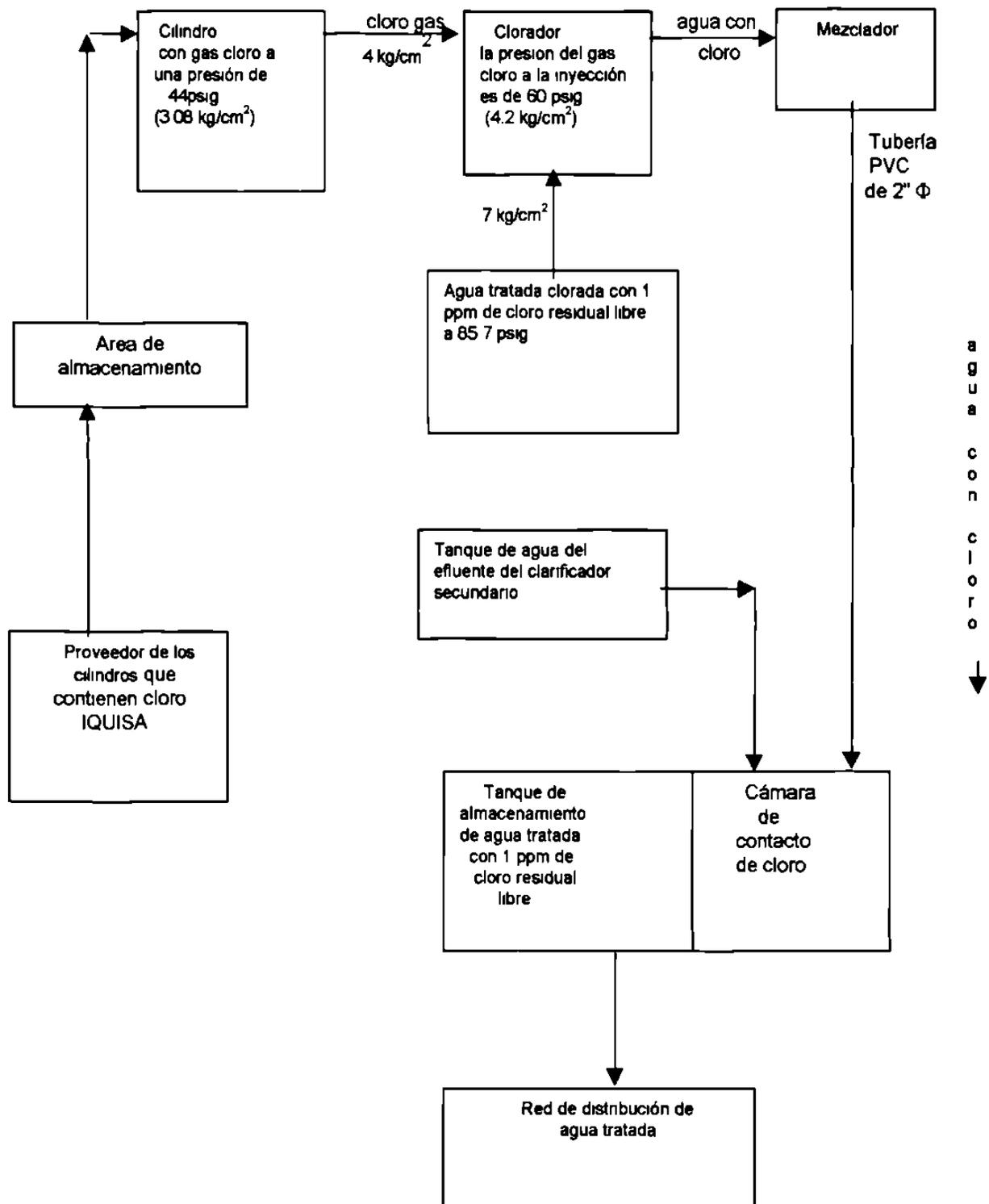


Figura 18 Diagrama de bloques del proceso de desinfección del agua tratada por cloración.

Una representación simplificada del sistema de distribución del cloro se puede observar en la figura 19.

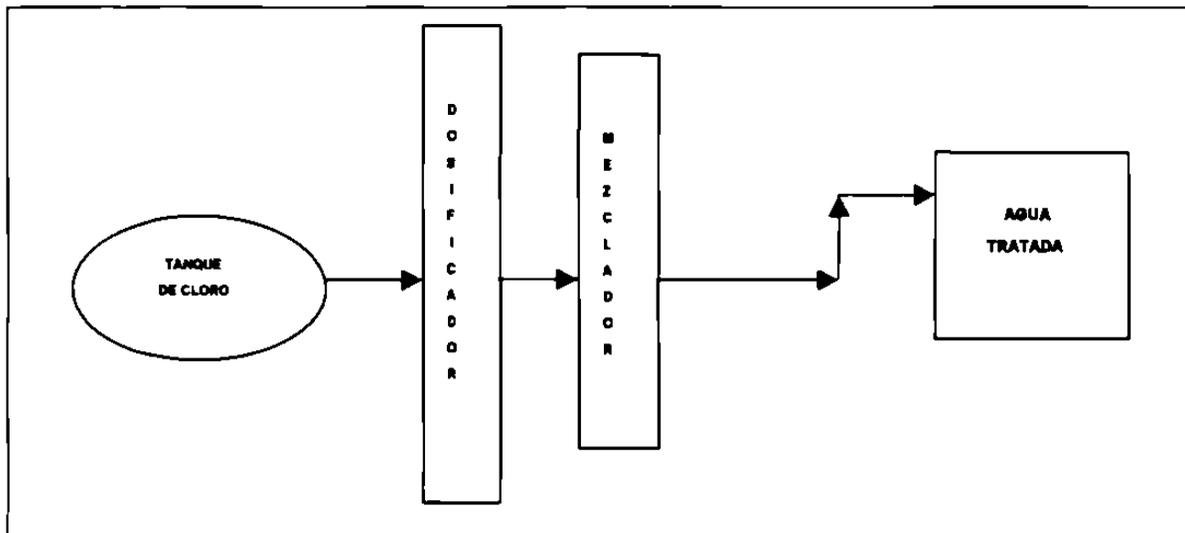


Figura 19 Sistema de distribución del cloro gas en la planta tratadora de agua residual.

8.2 Descripción de los efectos físicos, químicos y toxicológicos del cloro gas.

El cloro (Cl_2) existe como gas o líquido, no es inflamable ni explosivo, tiene un olor característico, es de color amarillo verdoso y es cerca de 2.5 veces más pesado que el aire. Si se libera del tanque o del sistema a la atmósfera se mezclará y concentrará en los niveles más bajos del edificio o área donde ocurre la fuga. Por otro lado, el cloro líquido es un líquido ámbar transparente y es cerca de 1.5 veces más pesado que el agua.

El cloro gas es principalmente un irritante respiratorio, pero puede causar también irritación de ojos a una concentración tan baja como 0.09 ppm. El límite de detección de cloro por el olfato humano es de 3.0 ppm, que es una concentración suficientemente baja que ayuda a detectar rápidamente cualquier situación de peligro potencial. A 15 ppm el cloro gas puede causar irritación inmediata de la garganta.

Las concentraciones de cloro gas de 50 ppm son peligrosas y de 1000 ppm pueden ser fatales en una exposición intensa. Estos niveles exceden en el orden de 2.5 a 50 veces el valor guía establecido para planes de respuesta en caso de emergencia, que es de 20 ppm.

Acerca de los síntomas ante la exposición, si una concentración suficiente de cloro gas se halla presente en el ambiente, irritará las membranas mucosas, el sistema respiratorio en su conjunto, la piel y, si la cantidad es mayor a 15 ppm, causará irritación de los ojos, garganta y hasta dificultad para respirar.

Si el tiempo de exposición es alto, con bajas concentraciones de cloro gas, ello provocará una excitación general de la persona afectada e irá acompañada de confusión mental, irritación de la garganta, copiosa salivación y estornudos.

Los síntomas para una exposición a altas concentraciones son náuseas y vómito seguido por dificultades para respirar. En casos extremos, la dificultad

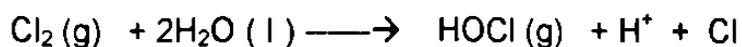
para respirar puede aumentar a tal punto que puede ocurrir la muerte por sofocación, como se describe en la tabla 23.

TABLA 23

Efectos del cloro sobre la salud a diferentes concentraciones

<u>Concentración de cloro</u> (ppm)	<u>Efectos en la salud</u>
0.09	Irritación de ojos
3.0	Se detecta por el olfato humano
15.0	Irritación inmediata de garganta
50.0	Nauseas, vómito y dificultad para respirar
1000	Aumenta la dificultad para respirar hasta sofocación y muerte.

El cloro gaseoso se hidroliza de manera casi completa para formar ácido hipocloroso:



El ácido hipocloroso HClO se disocia en iones hidrógeno (H^+) e iones hipoclorito (OCl^-) en la reacción reversible siguiente:



El cloro reduce el pH del agua a causa de los iones hidrógeno que se producen en las reacciones anteriores, por lo tanto el pH del agua es muy importante para determinar el grado en el que el ácido hipocloroso se disocia para producir los iones hipoclorito.

El ácido hipocloroso, que es el agente desinfectante primario, predomina a un valor de pH menor a 7.5 y es alrededor de 80 veces más eficaz que el ion hipoclorito que predomina a un pH mayor de 7.5. El HClO y OCl^- se describen como el cloro libre disponible, en el sentido utilizable para la desinfección.

Cuando se adiciona al agua, el cloro oxida la materia orgánica y la inorgánica por igual. Por lo tanto no todo el cloro que se agrega al agua da por resultado la producción de cloro libre disponible. La cantidad de cloro que reacciona con los compuestos inorgánicos (Fe^{2+} , Mn^{2+} , NO_2^- , NH_3) y con las impurezas orgánicas se conoce como la demanda de cloro y es necesario satisfacerla para que se forme cloro libre disponible. La aplicación de cloro al agua hasta el punto en que hay cloro libre residual disponible se llama cloración hasta el punto de cambio (39)

8.3 Método de Análisis de Riesgo

En base a la descripción de la instalación y el proceso utilizado para el tratamiento de las aguas residuales, en la sección 8.1 se seleccionó la aplicación de dos de los métodos existentes para evaluar el riesgo, utilizándolos de manera combinada; ellos son el método de Probabilidad Condicionada (What-If) y el método de Riesgos y Operatividad (Hazop).

El método de Probabilidad Condicionada (What-If) se utilizó como técnica formal para la lluvia de ideas, se identificaron las situaciones de peligro potenciales y sus consecuencias. Se elaboró una serie de preguntas que se formularon en base a la descripción del proceso y que el gerente de la planta, el supervisor y el operador del sistema de distribución de cloro respondieron en una entrevista.

El método de Análisis de Riesgos y Operatividad (Hazop) complementa al método de Probabilidad Condicionada dándole estructura y orden para la revisión más rigurosa del proceso, logrando resultados a nivel de detalle con mayor resolución

El proceso de cloración se analizó línea por línea y se identificaron posibles causas de riesgo. Se estudiaron "nodos" individuales en el proceso en

base a alguna variable que pudiera ser medida u observada de manera explícita o implícitamente, estas variables incluyen:

- Presión
- Diferencia de presiones
- Flujo
- Concentración
- Reactividad
- Control e Instrumentación
- Equipo
- Operadores y Personal de mantenimiento (para detectar errores).

Cada "nodo" fue estudiado con el método de Probabilidad Condicionada, se identificaron posibles escenarios de escape de cloro que pudieran representar un peligro y tener como consecuencia daños al personal de la planta, equipo y medio ambiente.

Para calcular el valor de Riesgo Ambiental se determinaron los valores de frecuencia y severidad de manera semi-cuantitativa utilizando como base la Matriz de Riesgo de 3x3 que fue tomada de la Guía para la Preparación de un Programa Preventivo y Administración del Riesgo, la cuál fue desarrollada por la oficina de Servicios de Emergencia del Estado de California, USA. En este trabajo se modificó la matriz de 3X3 a una matriz de 4X4 con el objetivo de

manejar un intervalo más amplio que permitiera valorar en forma más gradual cada situación de riesgo identificada.

Los resultados se presentan en hojas de trabajo que incluyen acciones recomendadas como alternativas para la reducción del riesgo y que se encuentran en el siguiente capítulo.

8.3.1 Matriz de Riesgo

La matriz para medir el Riesgo se forma con dos variables:

- (A) Probabilidad de liberación de gases
- (B) Severidad de las consecuencias en caso de liberarse sustancias altamente peligrosas.

Al multiplicar estas dos variables se obtiene un valor que representa al Riesgo y ayuda a determinar las situaciones de mayor Riesgo, al simular los efectos que ocasionaría la liberación del gas; así,

$$(A \times B) = \text{Riesgo como Factor de Análisis de liberación}$$

Los valores de probabilidad de liberación de alguna sustancia altamente peligrosa (A) y la severidad de las consecuencias (B) se representan para varios niveles por los valores dados en el siguiente cuadro:

Nivel	Probabilidad de escape o fuga (A)	Severidad de las consecuencias debido a la fuga de sustancias altamente peligrosas (B)
Bajo	1	1
Bajo	2	2
Alto	3	3
Alto	4	4

El criterio aplicado para los intervalos de los valores es el siguiente:

Probabilidad de escape o fuga (A):

- 1 (Bajo) Se espera que ocurra una vez durante la vida de la planta.
- 2 (Bajo) Entre 5 -10 años de estar operando la planta.
- 3 (Alto) Entre 1-5 años, de estar operando la planta.
- 4 (Alto) Entre 0-1 año de estar instalada la planta.

Severidad de las consecuencias (B):

- 1 (Bajo) Resultado en problemas operacionales o daños sencillos, sin daños a la propiedad o a la salud de los trabajadores.
- 2 (Bajo) Resultado en problemas operacionales, interrupción operacional, con irritación o molestias al trabajador debido a las emisiones de cloro gas, con pérdidas de la propiedad menores a \$100 000 pesos.
- 3 (Alto) Resultado en daños múltiples, interrupción operacional significativa o las pérdidas en las propiedades se encuentran entre \$100 000 y \$1 000 000 pesos, con daños a la salud del trabajador, se presentan síntomas de náuseas y sofocación.

- 4 (Alto) Resultado en muertes o pérdidas debido a la cantidad de gas inhalado, ocurre afectación al medio ambiente y daños a la propiedad o producción mayores que \$1 000 000 pesos.

Los factores para el Análisis de Riesgo (A X B) corresponden a las siguientes acciones:

Factor de Análisis de Riesgo (A X B)	Acciones para ser tomadas
>12	Identifica situaciones indeseables de riesgo. Alta probabilidad de fuga o escape que urge atender en un tiempo menor a 6 meses, se requieren de controles y dispositivos anticontaminantes. Es conveniente mostrar las consecuencias en el lugar y analizar en este escenario el escape o fuga.
8-9	Identifica situaciones indeseables de riesgo que urge atender en un tiempo menor a 1 año, se requieren de controles y dispositivos anticontaminantes
4-6	Condiciones aceptables de riesgo, solamente se requiere de un mayor control administrativo.
1-3	Probabilidad de fuga o escape. Mostrar las consecuencias en el lugar. Analizar en este escenario el escape o fuga.

8.4 Análisis de consecuencias en el lugar

Para realizar el análisis de consecuencias en el lugar, se utilizó un modelo de dispersión de aire. Se seleccionó como escenario la concentración mayor de cloro gas disperso en el aire en el peor de los casos y se compararon los resultados del modelado con los valores estándar de daños inmediatos a la vida

y la salud (IDLH). Para realizar este análisis se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- a) Cálculos de Ingeniería para estimar las cantidades potenciales que pudieran fugarse del material altamente peligroso (Cloro gas) y la identificación de los escenarios que presentan la más alta probabilidad de fuga o derrame. Estos escenarios fueron identificados con el método de análisis de riesgo ¿Qué pasa si? (What- If), utilizando la matriz de Riesgo.
- b) Modelado de todos los escenarios identificados como probables que presenten fuga de cloro, para determinar la concentración del material altamente peligroso en el lugar.
- c) Comparación de los resultados del modelado con los estándares de riesgo para la salud.

8.4.1 Estándares de Riesgo para la salud:

Para determinar las consecuencias de las concentraciones de cloro encontradas con el modelado en el lugar a evaluar, se tomaron como referencia diferentes límites de exposición ocupacional existentes, como las concentraciones establecidas por el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) y que son conocidas como Daño Inmediato a la Salud y la Vida "Immediately Dangerous to Life and Health (IDLH). Estos límites de

exposición son aplicables en su mayoría a trabajadores, hombres adultos y saludables, y no a comunidades expuestas.

La Asociación Americana de Higiene Industrial ha desarrollado recientemente unos valores de riesgo a la salud llamados Guías para la planeación de respuestas en caso de emergencias (Emergency Response Planning Guidelines “ERPGs”). Estos valores señalan los efectos a la exposición de material altamente peligroso sobre cualquier persona, no solo trabajadores. Se han establecido tres niveles en los valores guía para la planeación de respuestas en caso de emergencia:

- ERPG-1 Concentración dispersa máxima bajo la cual se espera que todos las personas más cercanas, al estar expuestas por más de una hora, presentan efectos adversos a la salud moderados y transitorios, sin percibir un olor claramente definido.

- ERPG-2 Concentración dispersa máxima bajo la cual se espera que las personas puedan tener efectos a la salud serios e irreversibles, o síntomas que pudieran impedir la habilidad de la persona para tomar acciones que lo protejan.

- ERPG-3 Concentración dispersa máxima bajo la cual se espera que todas las personas más cercanas, al estar expuestas por

más de una hora, experimenten o desarrollen efectos a la salud que amenacen su vida.

En base a estos datos, el valor de referencia para el cloro será:

SUSTANCIA	ERPG-3	IDLH
Cloro	20 ppm	30 ppm

8 4.2 Modelo de dispersión en el aire

El modelo de dispersión en el aire, que se utilizó para este análisis de riesgo, es el Modelo de dispersión de un gas liberado en forma masiva e instantánea del paquete SCRI (Simulación de Contaminación y Riesgos en la Industria), el cual ayudó a predecir las concentraciones del material altamente peligroso en función de la dirección del viento en el peor de los escenarios. Con este modelo se realizó una estimación de la zona afectada por la nube o "puff" durante su desplazamiento, así como un seguimiento de la concentración de cloro en función del tiempo de arrastre.

8.4.2.1 Modelo matemático para la dispersión de un gas liberado en forma masiva e instantánea.

El modelo está desarrollado en base a las ecuaciones de dispersión gaussiana de una nube o "puff" tridimensional, formada por la masa de una sustancia gaseosa que es liberada a la atmósfera en unos cuantos segundos.

La figura 20 muestra la representación esquemática del modelo, el cual ha sido diseñado para proveer de una estimación de la zona afectada por el puff durante su desplazamiento, así como de un seguimiento de la concentración en función del tiempo de arrastre.

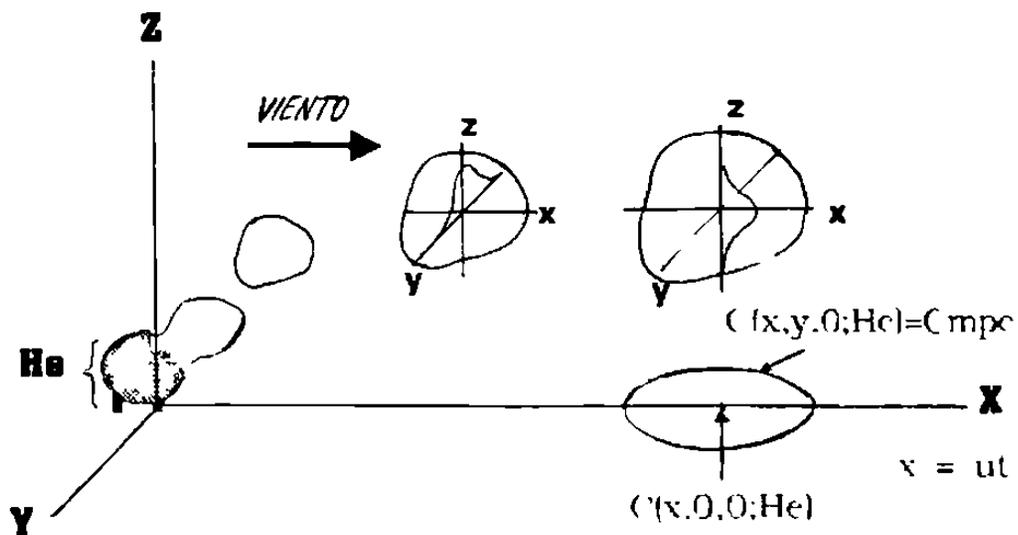


Figura 20 Esquema Conceptual del modelo PUFF

Una característica básica del modelo es que se asume lo siguiente:

- La dispersión de la nube a lo largo de la dirección del viento(x), es igual a la dispersión en la dirección lateral(y).

- El viento interviene únicamente como un vector de movimiento de la nube o puff, condicionando su posición viento abajo del punto de emisión, es decir, no existe dilución debido a el viento.
- El modelo involucra solamente concentraciones a nivel del piso, $z = 0$.

La ecuación de la dispersión gaussiana tridimensional que constituye al modelo es (40)

$$C(x,y,0;He) = (2Q / (2\pi)^{3/2} Sp^2 Sz) \exp \left((-1/2) \left(\frac{(x-Ut)^2 + y^2}{Sp^2} + \frac{He^2}{Sz^2} \right) \right)$$

donde:

$C(x, y, 0; He)$ = Concentración a nivel de piso en la posición (x, y) a partir del centro de la nube, (g/m^3) ,

Q = Emisión total de gas, (g) ,

He = Altura de emisión de la nube, (m) ,

$Sp = Sy = Sx$ = Coeficientes de dispersión de la nube en las direcciones x e y , (m) ,

Sz = Coeficiente de dispersión de la nube en la dirección z , (m) ,

$\pi = 3.1416$,

t = Tiempo de desplazamiento o recorrido de la nube, (s) ,

U = Velocidad promedio del viento (m/s) ,

x = Distancia (m) a partir del centro de la nube, en dirección del viento x ,

y = Distancia a partir del centro de la nube en la dirección lateral y , (m) ,

z = Distancia a partir del centro de la nube en la dirección vertical z , (m) .

Los coeficientes de dispersión S_y y S_z , los cuales definen el tamaño de la nube, son función de la distancia recorrida por el mismo ($U \times t$) y de las condiciones de estabilidad atmosféricas prevalecientes.

En el modelo se asume que la estabilidad, así como el viento, permanecen constantes durante todo el recorrido del puff; los coeficientes S_y y S_z se determinan de acuerdo con el procedimiento de Pasquill (40), seleccionándolos de tal forma que la concentración estimada resultante sea representativa de la concentración que se tendría desde una fuente emisora puntual continua (40).

El tamaño inicial de la nube se estima considerando una distancia ficticia x_f en la cual $S_{y0} = S_{z0} = \text{radio del recipiente} / 2.15$. (Ref.40)

Los resultados suministrados por el modelo son: la distancia recorrida por la nube o puff, el tiempo necesario para ese recorrido y la concentración en el centro al mismo nivel de piso, así como una gráfica de concentración - distancia en el centro de la nube.

Los cálculos se interrumpen cuando se alcanza una distancia de interés o una concentración determinada por el usuario, la que podría incluso ser una concentración máxima permisible de exposición (C_{mpe}).

También se determinan las curvas de isoconcentración, correspondientes a la concentración de interés suministrada por el usuario, en varios puntos del recorrido del puff, determinados con ayuda de la ecuación:

$$y = (2 \ln (C_{(0,0,0; He)} / C_{(x,y,0; He)})^{1/2}) S_y$$

donde:

$C(0,0,0;He)$ = Concentración del gas en el centro del puff, a nivel del piso y a una distancia U_t del punto de emisión (g/m^3).

$C(x,y,0;He)$ = C_{mpe} = Concentración correspondiente a la curva de concentración deseada (g/m^3).

Debido a las suposición de que:

$$S_x = S_y,$$

se tiene que la curva de isoconcentración estará representada por un círculo. Cabe recalcar que en cualquier punto situado dentro del círculo se tendrá que la concentración en el punto es superior a la concentración máxima permisible de exposición (C_{mpe}) suministrada por el usuario.

Este modelo generalmente se utiliza para señalar la tendencia de dispersión del contaminante en el aire, por lo que se requiere de datos climatológicos y meteorológicos promediados para el sector. Estos datos se obtuvieron del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA), Estación Noreste, localizada en la calle Antonio Díaz Soto y su cruce con la calle Artículo 123, en la colonia Unidad Laboral, ubicada a la misma altitud que la planta de AIMSU y a una distancia de solo 2.5 km.

Se hizo el perfil de comportamiento de la dirección del viento de Enero a Junio de 1 999, tomándose como valor promedio la dirección Este-Sureste y una velocidad del viento de 2 a 10 m/s; los datos y gráficas se presentan en el capítulo de resultados. Otro dato importante que se utilizó para la simulación es la estabilidad que se determina con los datos contenidos en la tabla 24 que resume los valores de Pasquill y que relaciona las condiciones de velocidad del viento con la estabilidad compatible, lo cual puede usarse en estudios de dispersión de nubes de vapor.

TABLA 24 Condiciones meteorológicas que definen las clases de estabilidad Pasquill

Velocidad del viento superficial (m/s)	Insolación diurna			Condiciones nocturnas	
	FUERTE	MODERADA	LIGERA	Finamente nublado	
				> 4/8 nubes bajas	≤ 3/8 nublado
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-4	B	B-C	C	D	E
4-6	C	C-D	C	D	D
>6	C	D	D	D	D

8.4.3 Distribución de la población

Para conocer el grado de afectación que la fuga de cloro gas puede ocasionar en la población, se hizo un estimado de la densidad de población del área que rodea a la planta de tratamiento. Se utilizó el censo de población realizado por el INEGI y que es conocido como Conteo 95 de Población y Vivienda y el plano de localidad urbana de San Nicolás de los Garza N.L., la que corresponde al área donde se encuentra localizada la planta de tratamiento.

Las zonas que rodean a la planta de tratamiento se encuentran clasificadas por INEGI con las siguientes claves: 020-1, ubicada hacia el Norte, que corresponde a las colonias Las Puentes y Paseo las Puentes; 106-A, localizada hacia el Sur, incluye a la colonia Arboledas de San Jorge y a las industrias Cia. Papelera Maldonado, Cerrey y Galletera Mexicana; 154-9, en esta zona, localizada hacia el Este de la planta donde se encuentra la colonia Riberas las Puentes; 155-3, localizada hacia el Sureste donde se encuentra la colonia Hacienda Las Puentes y; en la zona 165-7, ubicada hacia el oeste, se encuentra la colonia Potrero Anahuac y Residencial Nova.

Las zonas que presentan la mayor concentración poblacional son la zona Norte con clave 020-1 que cuenta con 5 285 habitantes, la zona Este con clave 154-9 contando con 5113 personas, la zona Sureste clave 155-3 con 5 022

habitantes; la zona Oriente con clave 165-7 que presenta una población de 2976, y la zona Sur, clave 106-A, que presenta la menor densidad de población con 753 habitantes (sin considerar la población flotante que se encuentra en esta zona debido a los patrones de ocupación de las industrias instaladas).

Los datos correspondientes al censo poblacional se localizan en la tabla 25 que se incluye a continuación:

TABLA 25 Censo poblacional Zona de San Nicolás

CENSO POBLACIONAL						
No. de Zona	Población del 90	Población del 95	Total de Viviendas habitadas 90	Total de Viviendas habitadas 95	Promedio de personas por vivienda 90	Promedio de personas por vivienda 95
020-1	5773	5285	1272	1334	4	4
106-A	813	753	169	159	5	4
154-9	3106	5113	736	1226	4	4
155-3	2709	5022	578	1096	5	5
165-7	431	2976	90	817	5	4

Fuente INEGI, Censo 1995.

CAPITULO 9

RESULTADOS DE LA EVALUACION DE RIESGO Y CONCLUSIONES

9.1 Identificación de los peligros potenciales.-

En base a la descripción del proceso de tratamiento de agua en la planta de AIMSU y al diagrama de distribución del cloro gas se elaboró una serie de preguntas que se aplicaron en una entrevista a el gerente de la planta, el supervisor y el operador del sistema de dosificación del cloro para poder identificar con el método de ¿Qué pasa si? (What if?) y el método de Riesgos y Operatividad (HAZOP) las situaciones de alto riesgo.

9.1.1 Preguntas Generales.

La serie de preguntas y sus respuestas se muestran a continuación:

ANALISIS PARA IDENTIFICAR RIESGOS

Preguntas Generales Planta de Tratamiento de Agua AIMSU

1.- ¿Se han registrado emisiones fugitivas del tanque de cloro gas?

R= No, en los 30 años de operación de la planta

2.-¿Se han registrado fugas en válvulas debido a cambios en el tamaño de las mismas?

R= No hay registro de fugas en válvulas, siempre se maneja el mismo tamaño en válvulas, no hay un programa de mantenimiento preventivo.

3.- ¿Se han registrado problemas de corrosión en el tanque?

R= No, la supervisión y buen estado de los tanques de cloro lo realiza y es responsabilidad del proveedor.

4.- ¿Qué pasaría si el cilindro de cloro gas tuviese una fuga durante su instalación al sistema de dosificación?

R= Se empezaría a dispersar el gas en el sentido de la dirección de los vientos dominantes. Nunca ha sucedido y no se cuenta aún con algún plan de contingencia.

5.- ¿Qué pasaría si el tanque se rompiese, o si la conexión del niple sufriera una fractura?

R= Habría descarga completa del tanque de cloro hacia la atmósfera

6.- ¿Qué pasaría si la tubería de suministro del cloro se rompe?

R= Se presentaría escape de cloro a la atmósfera hasta que la válvula del tanque de cloro sea cerrada y se cambie el tramo afectado por algún trabajador que cuente con equipo de protección, mascarilla especial y guantes.

7.-¿Qué pasaría en caso de falla de la válvula reguladora de vacío localizada aguas abajo del vaporizador?, ¿Respondería abriendo o cerrando?, ¿Fugaría la Válvula Reguladora de Presión?, ¿Se produciría un aumento en la presión aguas abajo?

R= La succión puede aumentar provocando un valor máximo de vacío en la operación, el diafragma de la válvula obliga al vástago a abrir para admitir aire a modo de aliviar el exceso en la succión. Si la válvula reguladora de presión de cloro fuese la que falla, el diafragma de la válvula reguladora de alivio se abriría para descargar cloro gas al exterior.

8.- ¿Qué pasaría si ocurre una descarga eléctrica (cae un rayo) sobre las instalaciones?

R= Nada, las instalaciones se encuentran aterrizadas, nunca ha sucedido.

9.- ¿Que sucedería si un vehículo chocara con la tubería que conduce al cloro gas?

R= En estas instalaciones no sucedería nada pues una parte de la tubería va subterránea y otra aérea, es decir, las tuberías se hallan fuera del alcance de este tipo de percances.

10.- ¿Que sucedería si la fuente de poder fallase?

R= Se detiene el suministro de energía eléctrica y se cierra inmediatamente la válvula de suministro de cloro.

11.- ¿Qué pasaría si el suministro de cloro al proceso en donde se utiliza aumenta o disminuye?

R= Si aumenta saldría de especificación el producto, presentaría un fuerte olor a cloro y el cliente lo reportaría. Si disminuye saldría de especificación el producto, el usuario lo reportaría.

12.- ¿Qué pasaría si las válvulas de paso son accidentalmente cerradas mientras el proceso esta operando?

R= El equipo produciría un ruido como de cascabeleo, avisando que algo está pasando, luego en forma automática se cierra la válvula principal del tanque de cloro.

13.- ¿Qué pasaría si el indicador para suministro de cloro fallase?

R= Se suspendería la operación, cerrándose el tanque de cloro. Generalmente esto sucede cuando el filtro de agua tratada se encuentra tapado, provocando baja succión y una operación defectuosa del indicador para suministro de cloro. Cuando ello ocurre se procede a limpiar el filtro.

14.- ¿Qué pasaría si emisiones fugitivas de cloro se liberan del equipo o de las conexiones?

R= No hay antecedentes ni registro de este tipo de emisiones, sin embargo en caso de suceder pudieran afectar la zona más cercana a la fuga. La planta cuenta con un sensor de fugas de cloro que puede detectar desde 0.4 a 0.6

ppm de cloro, activando de manera inmediata y simultanea un sistema de alarma con torreta y sirena instalada en el cuarto de bombas y en el área de vigilancia.

9.2 Factores de Riesgo: Diagrama de causas potenciales y su medición

Se presentan enseguida, mediante la figura 21, el diagrama de causas potenciales identificadas en el proceso para dosificar cloro, junto con las hojas de trabajo que contienen la evaluación de frecuencia y severidad en base a la matriz de Riesgo propuesta en la figura 22.

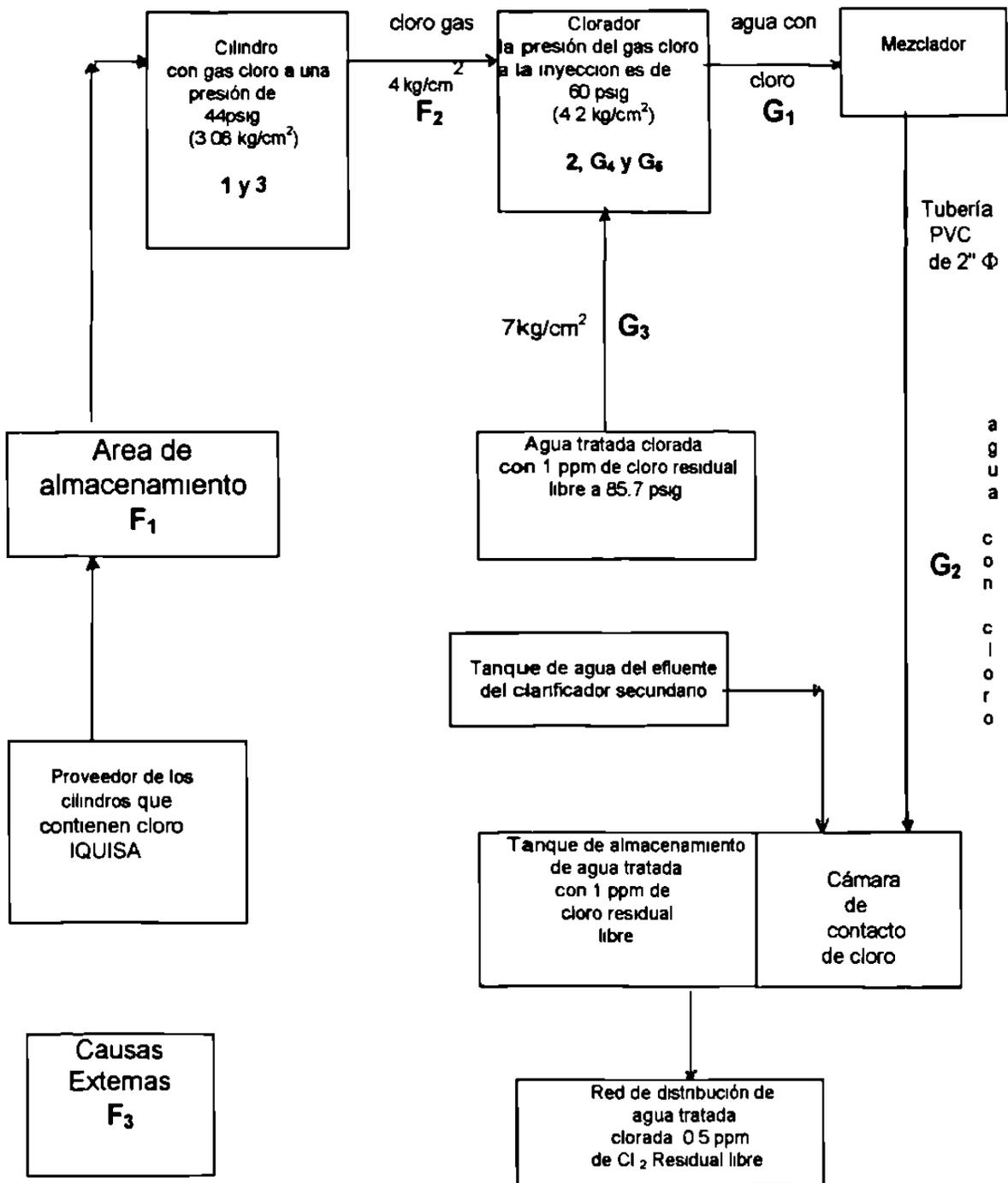


Figura. 21 Identificación de Riesgos en el sistema de distribución del cloro gas en la planta tratadora de agua residual.

MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGO

ALTO(4)	4	8	12	16
ALTO(3)	3	6	9	12
BAJO(2)	2	4	6	8
BAJO(1)	1	2	3	4
	BAJO(1)	BAJO (2)	ALTO(3)	ALTO(4)

SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS DEBIDO A LA LIBERACION DE MATERIAL ALTAMENTE PELIGROSO (B)

Figura 22 Matriz de Riesgo de 4X4

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

A I M S U

INSTALACION: TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA / EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
1	¿Se han registrado emisiones fugitivas del tanque de cloro gas?	No, en los 30 años de operación de la planta.	Emisiones fugitivas mayores a el límite de exposición personal pueden ser liberadas a la atmósfera, propiciado cloro, exposiciones crónicas a los empleados y a los vecinos que viven cerca de la planta.	Registrar emisiones fugitivas de manera que ayuden a localizar y reparar fuentes o puntos de emisión del sistema del cloro.
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	4
			FACTOR DE RIESGO	
			4	

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

A I M S U

INSTALACION: TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA / EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
2	¿Se han registrado fugas en válvulas?	No.	Ruptura de tuberías y/o válvulas. Fallas de la PRV (Válvulas de Presión) al fallar y no poder liberar adecuadamente un aumento en la presión.	Realizar revisiones periódicas para asegurar que las PRVs (Válvulas Reguladoras de Presión) se encuentren con el tamaño adecuado y no hayan sido cambiadas durante la rutina de mantenimiento. Establecer un programa de mantenimiento.
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			3	1
			FACTOR DE RIESGO	3

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

A I M S U

INSTALACION: TANQUE DE CLORO EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA / EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
3	¿Se han registrado problemas de corrosión en el tanque?	No	Puede ocurrir la ruptura de tuberías y/o válvulas a través de una pared delgada y emisión abundante de cloro a la atmósfera.	Realizar una revisión periódica para detectar corrosión en tuberías, uniones, válvulas, etc., que se encuentran instaladas en el proceso del tanque de cloro hasta el punto de mezclado del cloro gas con agua.
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	4
			FACTOR DE RIESGO	4

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

A I M S U

INSTALACION: TANQUE DE CLORO EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA /EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
F1	<p>a) ¿Qué pasa si el cilindro de cloro gas empieza a fugar mientras se instala en el área de almacenamiento?</p> <p>b) ¿Qué pasa si el tanque se rompe o la conexión del niple se fractura?</p>	<p>a) El cilindro ha sido diseñado con alta dureza para prevenir la ruptura de las paredes. Ningún caso se ha registrado con este tipo de accidente. Cada cilindro contiene 1000 kg de cloro.</p> <p>b) Es posible que la conexión del niple se fracture si el tanque fuera golpeado durante la operación de transferencia del tanque.</p>	<p>a) Se observa emisión constante de cloro a la atmósfera</p> <p>b) Se observa continua liberación del cloro hasta que el tanque se vacíe o la fuga sea sellada.</p>	<p>a) Revisión periódica del tanque por el proveedor.</p> <p>b) Realizar periódicamente pruebas de carga al polipasto que se utilizan para levantar los tanques de cloro. Durante el proceso de transferencia del tanque, asegúrese que el personal que participe sea el adecuado y esté capacitado para colocar el tanque en la plataforma; asegúrese que cualquier objeto o material extraño con protuberancias o filos sea retirado para evitar que tenga contacto con las conexiones del tanque. Asegúrese que los planes de respuesta para emergencias consideren la descarga de cloro, en una cantidad considerable durante las operaciones.</p>
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	4
			FACTOR DE RIESGO	
			4	

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
AIMSU

INSTALACION: TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA / EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
F2	a) ¿Qué pasa si la tubería de suministro de cloro se rompe?	Se presenta una continua liberación de cloro hasta que la válvula del tanque se cierre.	Escape de cloro a la atmosfera.	Proporcionar al personal equipo protector, el cuál se debe colocar dentro de una distancia razonable del lugar de almacenamiento para que el operador lo utilice al cerrar la válvula.
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS				
			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	4
			FACTOR DE RIESGO	
			4	

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

A I M S U

INSTALACION: TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA /EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
F3	¿Qué pasa si.... a)Ocurre una descarga eléctrica (cae un rayo) en las instalaciones? b)Si un vehiculo choca con la tubería? c)La fuente de poder falla?	a)Las instalaciones estan aterrizadas b)Esto no sucede porque la tubería va subterránea. c)Se apaga la instalación.	a)Ninguna b)Ninguna. c)Ninguna	a)Ninguna b)Ninguna. c)Ninguna
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	1
			FACTOR DE RIESGO	
			1	

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
AIMSU

INSTALACION:TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA /EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
G1.	¿Qué pasa si el suministro de cloro al proceso a)Es muy poco?	a)Si se presentan flujos muy pequeños se realiza un proceso ineficiente.	Se obtiene un producto fuera de especificación	Revisar el registro de peso del tanque de cloro para verificar que no se encuentre a un peso menor del adecuado.
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS				
			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	1
				FACTOR DE RIESGO
				1

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
AIMSU

INSTALACION: TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA /EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
G2	¿Qué pasa si a) las válvulas de paso son accidentalmente cerradas mientras el proceso está operando?	a) No hay flujo El proceso de producción se interrumpe, debido a que el equipo produce un ruido de cascabeleo. El producto presenta fallas, fuera de especificación.	Ninguna	Ninguna
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS				
			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	1
			FACTOR DE RIESGO	
			1	

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA AIMSU

INSTALACION: TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA /EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
G3	¿Qué pasa si el indicador para suministro de cloro falla?	El proceso de producción se interrumpe. El filtro de agua tratada , se encuentra tapado, se cierra el tanque de cloro y se limpia el filtro	Ninguna	Establecer un programa de mantenimiento y limpieza del filtro de agua tratada, para evitar que se tape.
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS				
			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
1			1	1
				FACTOR DE RIESGO
				1

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

A I M S U

INSTALACION:TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA /EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
G4	¿Qué pasa si emisiones fugitivas de cloro se descargan del equipo dosificador o de las conexiones?	Se presentan emisiones fugitivas de cloro gas a la atmósfera.	Cloro gas descargado a la atmósfera.	Desarrollar e implantar un programa para evaluar las emisiones fugitivas de cloro gas con el fin de identificar y reparar todos los puntos de emisión. Asegurar que los planes de respuesta para emergencias tomen en cuenta la liberación de una cantidad apreciable de Cloro durante las operaciones. El personal debe de contar con el material y equipo adecuado.
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	4
			FACTOR DE RIESGO	4

ANALISIS E IDENTIFICACION DE PELIGROS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

AIMSU

INSTALACION:TANQUE DE CLORO
EVALUACION DEL FACTOR DE RIESGO CON MATRIZ 4X4

No.	PREGUNTA / EVENTO	RESPUESTA	CONSECUENCIA O RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
G5	¿Qué pasa si la válvula reguladora de vacío localizada aguas abajo del vaporizador falla? a)Abre o cierra? b)Fuga la válvula reguladora de presión? c)Se produce un aumento en la presión, aguas abajo?	a)La válvula de alivio abre para liberar el exceso de presión generada. b)No c)Si la válvula de alivio falla si aumenta la presión aguas abajo.	Se observa la liberación del gas cloro al exterior del edificio para aliviar el exceso de presión generada.	Establecer un programa de mantenimiento preventivo para la válvula de alivio.
FUTURAS INSTALACIONES SEGURAS			PROBABILIDAD	SEVERIDAD
			1	2
			FACTOR DE RIESGO	2

9.3 Identificación de las situaciones de mayor riesgo

Al ordenar los factores de riesgo en orden decreciente se identificaron cuatro situaciones con el mayor grado de riesgo potencial:

SITUACIÓN	FR
1) Si el tanque se rompiera o la conexión del niple se fracturara, ocurriría la descarga completa del cloro al ambiente (F1).	4
2) En caso de presentarse problemas de corrosión en el tanque, se observaría la emisión de cloro gas con alta presión hacia el ambiente (3).	4
3) Si el cilindro de cloro gas presentara fugas en el momento de su instalación (F1).	4
4) Si la tubería de suministro de cloro se rompiera (F2).	4

La situación en el peor de los casos se presentará cuando la conexión del niple se fracture si el tanque se golpeará durante la operación de transferencia del mismo. Con este último escenario se aplicó el modelo de dispersión de un gas liberado en forma masiva e instantánea.

9.4 Escenarios de fugas

El manejo del cloro fue analizado para un escenario en el peor de los casos y es que ocurra fuga. Se identificaron consecuencias subsecuentes que pudieran presentarse bajo este escenario.

Se estima que se pudieran liberar hasta 1000 kg de 100% (en peso) de cloro. Esta fuga de la sustancia química pudiera ocurrir cuando el tanque es colocado en el área de instalación de tal forma que cualquiera, él tanque o la conexión del niple en el tanque, pudiera romperse.

Se espera que alguna cantidad de cloro forme una nube de vapor, ya que el gas tiene una alta presión de vapor(>760 mm Hg) y es rápidamente volatilizado bajo condiciones ambientales.

9.5 Modelado

El modelado se realizó para estimar la probable zona afectada por la nube de cloro durante su desplazamiento, así como para dar seguimiento a su concentración en función del tiempo de arrastre.

Los resultados se presentan enseguida. Los parámetros utilizados como base para el cálculo son:

-Dirección y velocidad promedio del viento.

Estos datos se registraron durante los meses de Enero a Junio de 1999 en la estación Noreste del SIMA. La dirección que predominó durante los meses de Marzo a Junio fue la Este-Sureste (ESE) y una dirección Noreste (NE) durante los meses de Enero y Febrero. Con respecto a la velocidad se registraron valores desde 2 hasta 10 m/s. Al realizar el cálculo se utilizó la velocidad más baja para poder hacer la evaluación bajo la situación o condición más desfavorable.

-Valor Pasquill.-

Este dato se determinó en base a las condiciones meteorológicas establecidas para la simulación, considerando si es de día o noche, con alta, mediana o baja nubosidad , además la velocidad del viento y si la radiación solar es ligera, moderada o fuerte. Para el modelado se consideró que era de noche, con una velocidad del viento de 2 m/s y alta nubosidad; con estos parámetros el programa estableció que el valor Pasquill o clase de estabilidad es igual a E.

-Concentración máxima permisible de exposición según el índice ERPG-3 y el valor IDLH para el gas cloro.

La concentración de 20 ppm para el valor ERPG-3 y de 30 ppm para el valor IDHL fueron tomadas para la simulación.

-Concentración de interés para determinar a qué distancia es probable tener la nube, y en cuanto tiempo, en caso de ocurrir la descarga del tanque.

**TABLA 26. Monitoreo diario horario promedio de la velocidad (WS) y
dirección del viento (WD), SIMA estación Noreste
Enero- Febrero, 1999**

ESTA0199.002				ESTA0299.002			
DIA	P-WS	P-WD	P-WD	DIA	P-WS	P-WD	P-WD
1-Ene-99	2.117695	139 183	SE	1-Feb-99	3 42795	74.0934	ENE
2-Ene-99	11.33639	110.5243	ESE	2-Feb-99	3.24168	53.1418	NE
3-Ene-99	3.481828	8.085192	N	3-Feb-99	4.96019	94.7438	E
4-Ene-99	4.587232	94.21031	E	4-Feb-99	4.60686	86.3436	E
5-Ene-99	0.755082	57.11035	ENE	5-Feb-99	8.28928	114.301	ESE
6-Ene-99	3.648109	142.8985	SE	6-Feb-99	3 79907	84.4602	E
7-Ene-99	1.810411	352.0735	N	7-Feb-99	3 12148	82.6232	E
8-Ene-99	2.060563	126.536	SE	8-Feb-99	3.81635	49.3068	NE
9-Ene-99	12.01092	358 4945	N	9-Feb-99	4.95535	83.3827	E
10-Ene-99	5.898545	118 5876	ESE	10-Feb-99	6.29471	98 4822	E
11-Ene-99	2.836448	92.14926	E	11-Feb-99	11.2373	17.2446	NNE
12-Ene-99	1.475566	91.49469	E	12-Feb-99	9.76038	22.0018	NNE
13-Ene-99	6.123655	322 987	NNW	13-Feb-99	7.03826	100.546	E
14-Ene-99	5.745995	1.375865	N	14-Feb-99	6.92985	102.586	ESE
15-Ene-99	3.315105	96.63291	E	15-Feb-99	4.41324	102.314	ESE
16-Ene-99	2.354524	117 3055	ESE	16-Feb-99	8.49303	15.9607	NNE
17-Ene-99	2.265575	353.7802	N	17-Feb-99	3.38531	68.8904	ENE
18-Ene-99	4 493698	117.6797	ESE	18-Feb-99	3 73233	20.2572	NNE
19-Ene-99	3.202497	33.14014	NNE	19-Feb-99	6.37743	110.235	ESE
20-Ene-99	-99	-99	N	20-Feb-99	6.41356	18 8705	NNE
21-Ene-99	4.16108	212.8576	SSW	21-Feb-99	6.77317	67 9961	ENE
22-Ene-99	14.62438	327.7966	NNW	22-Feb-99	7.06047	105.73	ESE
23-Ene-99	1 479136	83.50596	E	23-Feb-99	4.45089	81.0838	E
24-Ene-99	4.964666	103 4959	ESE	24-Feb-99	9.63304	112.56	ESE
25-Ene-99	6.18729	95.34792	E	25-Feb-99	4.89255	97.8529	E
26-Ene-99	5.024771	95 93948	E	26-Feb-99	2.96973	85.016	E
27-Ene-99	4 500022	91.23446	E	27-Feb-99	7.09156	351.209	N
28-Ene-99	4.599779	84.20827	E	28-Feb-99	6 8992	102 426	ESE
29-Ene-99	7.513669	4.721756	N				
30-Ene-99	4.087303	99.09756	E				
31-Ene-99	6.526836	99.88143	E				

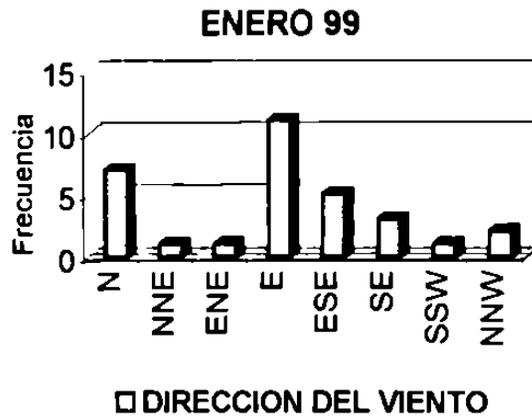
**TABLA 27. Monitoreo diario horario promedio de la velocidad (WS) y dirección del viento (WD), SIMA estación Noreste
Marzo-Abril, 1999**

ESTA0399.002				ESTA0499.002			
DIA	P-WS	P-WD	P-WD	DIA	P-WS	P-WD	P-WD
1-Mar-99	2.976065	108.0534	ESE	1-Abr-99	3.742467	76.99216	ENE
2-Mar-99	7.438158	338.5181	N	2-Abr-99	5.495353	107.0585	ESE
3-Mar-99	11.95766	110.1143	ESE	3-Abr-99	8.060434	97.21962	E
4-Mar-99	8.215601	112.0506	ESE	4-Abr-99	8.904213	107.8612	ESE
5-Mar-99	3.32164	61.30975	ENE	5-Abr-99	6.07195	28.0763	NNE
6-Mar-99	8.735504	99.68228	E	6-Abr-99	12.65843	110.0401	ESE
7-Mar-99	13.1892	111.5814	ESE	7-Abr-99	8.952353	99.76615	E
8-Mar-99	6.156129	89.69411	E	8-Abr-99	6.655445	90.6706	E
9-Mar-99	8.128832	97.56684	E	9-Abr-99	5.770949	60.27551	ENE
10-Mar-99	8.28708	101.2508	ESE	10-Abr-99	5.948107	53.28927	NE
11-Mar-99	7.871528	106.2703	ESE	11-Abr-99	5.411912	113.4182	ESE
12-Mar-99	7.1047	116.3145	ESE	12-Abr-99	11.48341	107.2108	ESE
13-Mar-99	17.30814	6.031209	N	13-Abr-99	10.68486	117.8022	ESE
14-Mar-99	3.79114	73.92536	ENE	14-Abr-99	11.29071	317.5677	NW
15-Mar-99	12.80342	114.3055	ESE	15-Abr-99	11.20297	19.81548	NNE
16-Mar-99	7.824423	111.7461	ESE	16-Abr-99	11.18949	127.4663	SE
17-Mar-99	7.411351	112.4504	ESE	17-Abr-99	14.90879	123.9864	SE
18-Mar-99	6.258854	58.47195	ENE	18-Abr-99	5.80654	90.09147	E
19-Mar-99	8.730772	17.60009	N	19-Abr-99	6.912484	97.9183	E
20-Mar-99	1.618376	165.8038	SSE	20-Abr-99	9.480887	104.6155	ESE
21-Mar-99	8.668552	115.0439	ESE	21-Abr-99	9.777098	111.8535	ESE
22-Mar-99	9.846135	118.423	ESE	22-Abr-99	3.170723	94.69878	E
23-Mar-99	6.549912	94.09504	E	23-Abr-99	7.578355	103.1235	ESE
24-Mar-99	9.724646	99.99805	E	24-Abr-99	8.760106	93.42263	E
25-Mar-99	6.179737	88.63913	E	25-Abr-99	10.92769	110.0112	ESE
26-Mar-99	8.71926	98.14606	E	26-Abr-99	5.421738	348.0135	NNW
27-Mar-99	7.472857	91.89594	E	27-Abr-99	9.673126	112.9084	ESE
28-Mar-99	0.8687768	96.63293	E	28-Abr-99	14.43617	120.8032	ESE
29-Mar-99	9.657308	15.34953	NNE	29-Abr-99	12.76456	105.743	ESE
30-Mar-99	3.366197	77.76693	ENE	30-Abr-99	15.06958	108.7721	ESE
31-Mar-99	8.100801	96.04057	E				

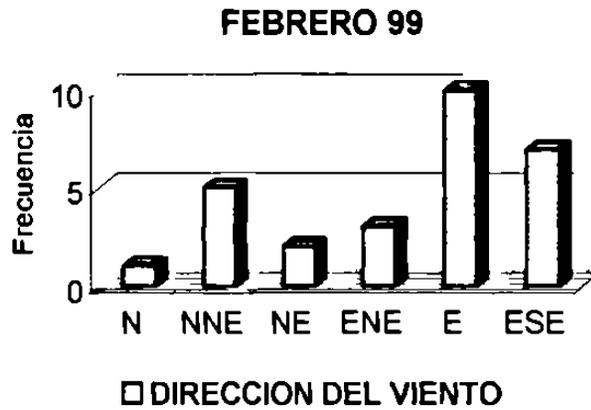
TABLA 28. Monitoreo diario horario promedio de la velocidad (WS) y dirección del viento (WD), SIMA estación Noreste Mayo-Junio, 1999

ESTA0599 002				ESTA0699.002			
DIA	P-WS	P-WD	P-WD	DIA	P-WS	P-WD	P-WD
1-May-99	13.9502	109.6871	ESE	1-Jun-99	12.01328	105.7575	ESE
2-May-99	11.31964	111.8407	ESE	2-Jun-99	13.99651	107.407	ESE
3-May-99	11.44397	114.1847	ESE	3-Jun-99	15.57781	112.5244	ESE
4-May-99	4.127499	147.3845	SE	4-Jun-99	14.48227	112.0117	ESE
5-May-99	12.41287	294.3177	WNW	5-Jun-99	13.5434	114.8255	ESE
6-May-99	6.635835	60.84174	ENE	6-Jun-99	12.98901	116.702	ESE
7-May-99	10.77507	101.8603	ESE	7-Jun-99	11.2358	120.1179	ESE
8-May-99	12.30268	119.295	ESE	8-Jun-99	12.35994	119.6153	ESE
9-May-99	11.14553	114.4183	ESE	9-Jun-99	12.18064	109.9832	ESE
10-May-99	3.753677	355.5853	N	10-Jun-99	12.74559	110.2052	ESE
11-May-99	8.725449	110.2984	ESE	11-Jun-99	12.69354	108.5124	ESE
12-May-99	6.046104	122.4714	ESE	12-Jun-99	14.02969	108.2002	ESE
13-May-99	10.98344	108.0502	ESE	13-Jun-99	8.236654	112.9006	ESE
14-May-99	10.17418	110.914	ESE	14-Jun-99	3.553391	80.35484	E
15-May-99	11.49491	114.4299	ESE	15-Jun-99	3.083037	92.53799	E
16-May-99	11.06805	112.26	ESE	16-Jun-99	6.268332	99.71104	E
17-May-99	7.376157	116.7362	ESE	17-Jun-99	3.213443	78.57001	ENE
18-May-99	6.245999	100.4142	E	18-Jun-99	7.985078	93.6221	E
19-May-99	14.28226	119.1762	ESE	19-Jun-99	11.04188	114.2208	ESE
20-May-99	13.02771	118.4774	ESE	20-Jun-99	11.63614	107.6073	ESE
21-May-99	13.50316	113.3251	ESE	21-Jun-99	10.53231	118.3667	ESE
22-May-99	15.03089	115.208	ESE	22-Jun-99	10.08533	114.2239	ESE
23-May-99	11.30102	105.4058	ESE	23-Jun-99	12.08447	116.7262	ESE
24-May-99	12.70027	120.5291	ESE	24-Jun-99	10.84998	99.14555	E
25-May-99	10.28141	117.6425	ESE	25-Jun-99	9.928525	112.1697	E
26-May-99	9.575156	109.8531	ESE	26-Jun-99	10.1814	110.613	ESE
27-May-99	6.927698	110.966	ESE	27-Jun-99	10.55122	113.664	ESE
28-May-99	10.42115	117.7687	ESE	28-Jun-99	10.30809	110.9732	ESE
29-May-99	10.10167	116.2151	ESE	29-Jun-99	10.14248	104.053	ESE
30-May-99	10.79769	106.1165	ESE	30-Jun-99	10.50041	109.1422	ESE
31-May-99	10.79311	111.2558	ESE				

Ene-99	
X	Y
N	7
NNE	1
ENE	1
E	11
ESE	5
SE	3
SSW	1
NNW	2



Feb-99	
X	Y
N	1
NNE	5
NE	2
ENE	3
E	10
ESE	7



Mar-99	
X	Y
N	3
NNE	1
ENE	4
E	10
ESE	12
SSE	1

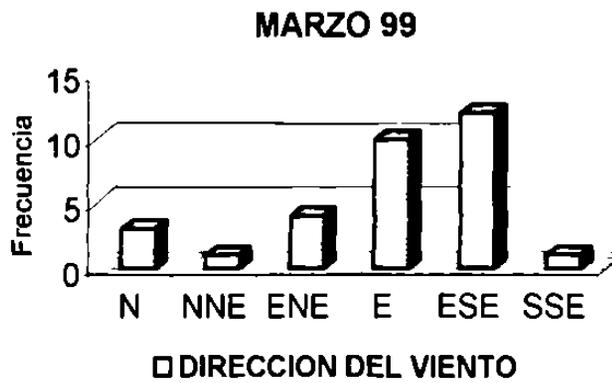
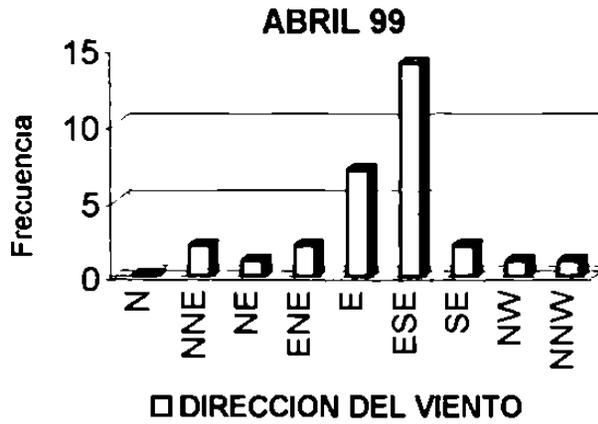
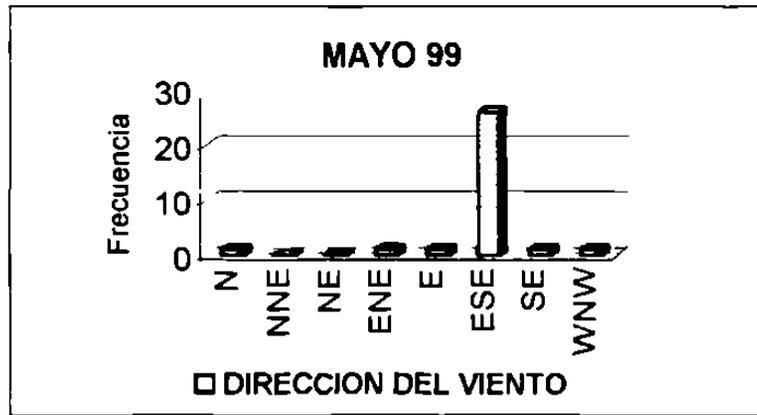


Figura 23. Gráficas de la dirección del viento Enero-Marzo 1999.

Abr-99	
X	Y
N	0
NNE	2
NE	1
ENE	2
E	7
ESE	14
SE	2
NW	1
NNW	1



May-99	
X	Y
N	1
NNE	0
NE	0
ENE	1
E	1
ESE	26
SE	1
WNW	1



Jun-99	
X	Y
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	1
E	6
ESE	23
SE	0
WNW	0

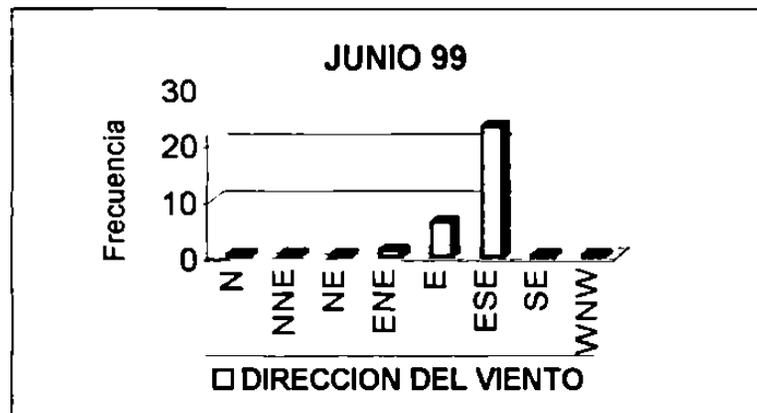


Figura 24. Gráficas de la dirección del viento Abril-Junio 1999.

9.6 Comparación de los resultados del modelado con los estándares de riesgo.

El modelo se utilizó para determinar, bajo las peores circunstancias, la distancia a la cual las concentraciones del cloro liberado pudieran caer sobre el valor estándar para la salud (ERPG-3) en base a las consideraciones hechas en zona o terreno urbano.

Se presentan los resultados obtenidos después de seguir con este procedimiento. Las diferencias en los resultados de la modelación demuestran la manera como afectan los diferentes criterios que se asumieron para hacer los cálculos.

A continuación se presenta la tabla 29 con los resultados de las simulaciones que se realizaron en este trabajo. Las condiciones que se utilizaron para la simulación fueron:

Masa = 1000 kg

Altura = 2 m

Viento = 2 m/s

Radio del recipiente = 0.36m

TABLA 29. Resultados de la simulación de un evento de fuga de cloro gas bajo diferentes condiciones.

Distancia (km)	Concentración (ppm)	Tiempo(h:m:s.)
0.030	8702.85	0:0:15
0.100	712.68	0:0:50
0.150	266.46	0:1:15
0.190	150	0:1:35
0.220	102.74	0:01:50
0.360	30.0	0:02:59
0.420	20.0	0:03:30
1.0	2.29	0:08:20
1.5	0.77	0:12:30
2.0	0.373	0:16:40
7.0	0.020	0:58:20

9.6.1 Grado de afectación

Asumiendo que en el peor de los casos ocurrió la fuga de cloro gas, se encontró que a una distancia de 360 metros de la fuente de emisión la concentración calculada fue de 30 ppm, que es el valor al cuál la población puede estar protegida sin riesgo a su vida y salud (IDLH). El tiempo que tarda la nube en recorrer esa distancia es de 2 minutos y 59 segundos.

El valor guía de planeación de respuesta, para casos de emergencia (ERPG-3) en fugas de cloro, es de 20 ppm de concentración. Mediante la simulación se estimó tener este valor a una distancia de 420 m en un tiempo de 3 minutos y 30 segundos.

La concentración mayor a 100 ppm que puede provocar sofocación y muerte para un trabajador se alcanza hasta una distancia de 220 m de la fuente de emisión en un tiempo de 1 minuto y 50 segundos.

Las hojas de cálculo de las simulaciones que se realizaron en este trabajo se anexan a continuación:

MODELO DE DISPERSION DE GAS LIBERADO EN FORMA MASIVA E INSTANTANEA
 INDUSTRIA DEL ALCALI, S. A. DE C. V.
 ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

—SCRI—

—sh—

Fecha : 28/08/99

Nombre del contaminante : Cloro
 Lugar de emisión : AIMSU

D A T O S :

Masa emitida : 1000.00 Kg.
 Altura física : 2.00 mts.
 Radio del recipiente : 0.36 mts.
 Velocidad del viento : 2.00 m/s
 Clase de estabilidad : E (ESTABLE)

C O M E N T A R I O S :

R E S U L T A D O S :

Radio de Isoconcentración máxima : 19.800 mts.
 Para la Concentración de interés : 30000.000 mg/m3
 su Posición en X es : 0.359 Km.
 en un Tiempo de : 00:02:59 (hh:mm:ss)
 Para la Distancia de interés : 0.030 Km.
 tiene una Concentración de : ***** mg/m3
 en un Tiempo de : 00:00:15 (hh:mm:ss)

TABLA DE VALORES ITERADOS :

Dist. X (Km.)	Conc. (mg/m3)	Radio Isoc. (m)	Tiempo	Sy=Sx (m)	Sz (m)
0.024	*****	6	00:00:11	1.71	1.5
0.048	3708120.22	10	00:00:23	3.16	2.4
0.072	1541689.39	13	00:00:35	4.56	3.3
0.096	790447.96	15	00:00:47	5.91	4.0
0.120	462930.33	17	00:00:59	7.23	4.8
0.144	296644.66	18	00:01:11	8.53	5.5
0.168	202754.79	19	00:01:23	9.82	6.1
0.191	145449.58	20	00:01:35	11.08	6.8
0.215	108334.53	20	00:01:47	12.34	7.4
0.239	83146.70	19	00:01:59	13.58	8.0
0.263	65396.67	18	00:02:11	14.81	8.6
0.287	52493.76	17	00:02:23	16.03	9.1
0.311	42867.26	15	00:02:35	17.25	9.7
0.335	35524.75	11	00:02:47	18.45	10.3
0.359	29816.88	0	00:02:59	19.65	10.8

MODELO DE DISPERSION DE GAS LIBERADO EN FORMA MASIVA E INSTANTANEA
INDUSTRIA DEL ALCALI, S. A. DE C. V.
ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

—Scri

—sh

Fecha : 28/08/99

Nombre del contaminante : Cloro
Lugar de emisión : AIMSU

D A T O S :

Masa emitida : 1000.00 Kg.
Altura física : 2.00 mts.
Radio del recipiente : 0.36 mts.
Velocidad del viento : 2.00 m/s
Clase de estabilidad : E (ESTABLE)

C O M E N T A R I O S :

R E S U L T A D O S :

Radio de Isoconcentración máxima : 19.800 mts.
Para la Concentración de interés : 30000.000 mg/m3
su Posición en X es : 0.359 Km.
en un Tiempo de : 00:02:59 (hh:mm:ss)
Para la Distancia de interés : 0.100 Km.
tiene una Concentración de : 712683.758 mg/m3
en un Tiempo de : 00:00:50 (hh:mm:ss)

TABLA DE VALORES ITERADOS :

Dist. X (Km.)	Conc. (mg/m3)	Radio Isoc. (m)	Tiempo	Sy=Sx (m)	Sz (m)
0.024	*****	6	00:00:11	1.71	1.5
0.048	3708120.22	10	00:00:23	3.16	2.4
0.072	1541689.39	13	00:00:35	4.56	3.3
0.096	790447.96	15	00:00:47	5.91	4.0
0.120	462930.33	17	00:00:59	7.23	4.8
0.144	296644.66	18	00:01:11	8.53	5.5
0.168	202754.79	19	00:01:23	9.82	6.1
0.191	145449.58	20	00:01:35	11.08	6.8
0.215	108334.53	20	00:01:47	12.34	7.4
0.239	83146.70	19	00:01:59	13.58	8.0
0.263	65396.67	18	00:02:11	14.81	8.6
0.287	52493.76	17	00:02:23	16.03	9.1
0.311	42867.26	15	00:02:35	17.25	9.7
0.335	35524.75	11	00:02:47	18.45	10.3
0.359	29816.88	0	00:02:59	19.65	10.8

MODELO DE DISPERSION DE GAS LIBERADO EN FORMA MASIVA E INSTANTANEA
 INDUSTRIA DEL ALCALI, S. A. DE C. V.
 ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

—S—C—R—I—

—sh—

Fecha : 28/08/99

Nombre del contaminante : Cloro
 Lugar de emisión : AIMSU

D A T O S :

Masa emitida : 1000.00 Kg.
 Altura física : 2.00 mts.
 Radio del recipiente : 0.36 mts.
 Velocidad del viento : 2.00 m/s
 Clase de estabilidad : E (ESTABLE)

C O M E N T A R I O S :

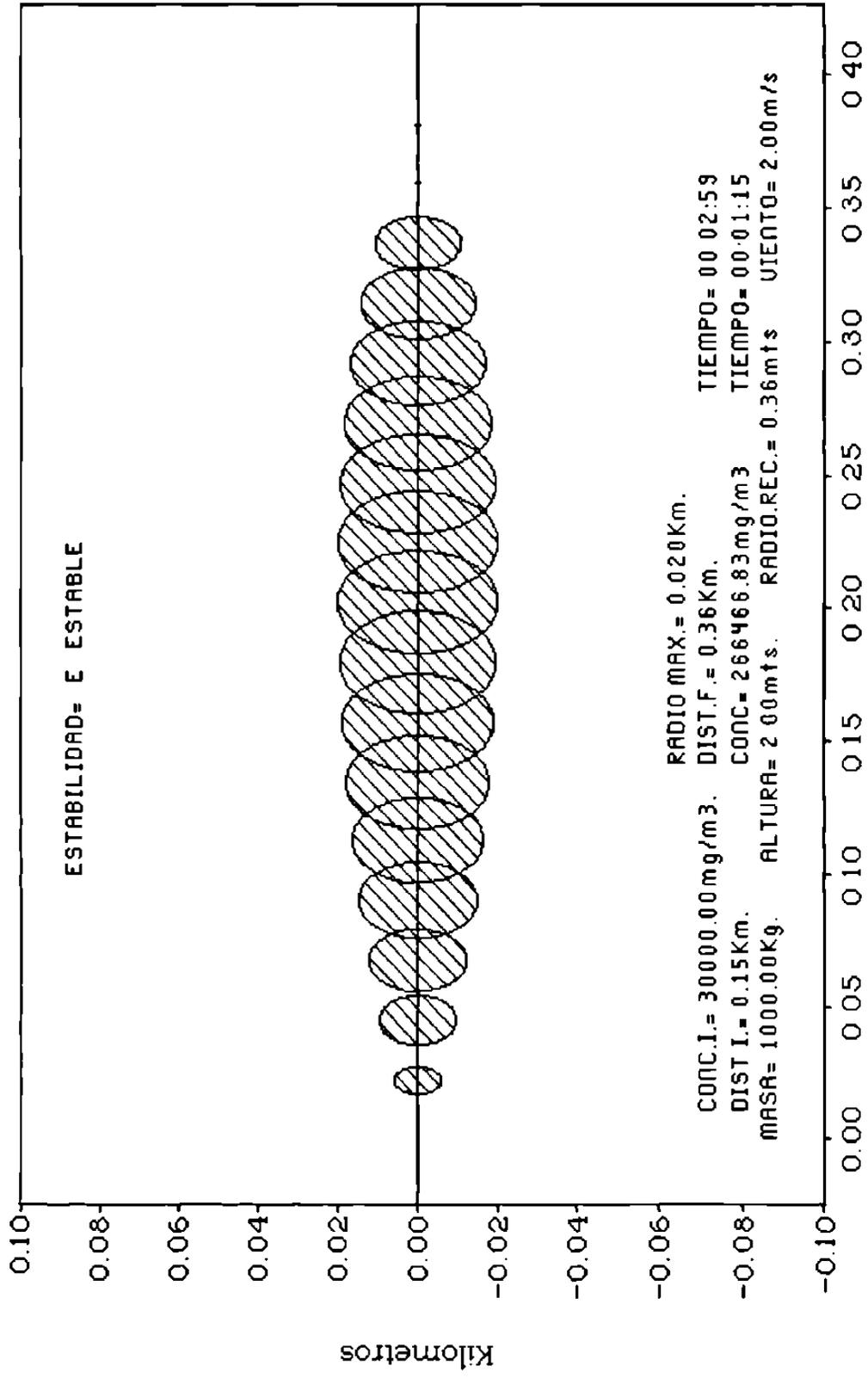
R E S U L T A D O S :

Radio de Isoconcentración máxima : 19.800 mts.
 Para la Concentración de interés : 30000.000 mg/m3
 su Posición en X es : 0.359 Km.
 en un Tiempo de : 00:02:59 (hh:mm:ss)
 Para la Distancia de interés : 0.150 Km.
 tiene una Concentración de : 266466.825 mg/m3
 en un Tiempo de : 00:01:15 (hh:mm:ss)

TABLA DE VALORES ITERADOS :

Dist. X (Km.)	Conc. (mg/m3)	Radio Isoc. (m)	Tiempo	Sy=Sx (m)	Sz (m)
0.024	*****	6	00:00:11	1.71	1.5
0.048	3708120.22	10	00:00:23	3.16	2.4
0.072	1541689.39	13	00:00:35	4.56	3.3
0.096	790447.96	15	00:00:47	5.91	4.0
0.120	462930.33	17	00:00:59	7.23	4.8
0.144	296644.66	18	00:01:11	8.53	5.5
0.168	202754.79	19	00:01:23	9.82	6.1
0.191	145449.58	20	00:01:35	11.08	6.8
0.215	108334.53	20	00:01:47	12.34	7.4
0.239	83146.70	19	00:01:59	13.58	8.0
0.263	65396.67	18	00:02:11	14.81	8.6
0.287	52493.76	17	00:02:23	16.03	9.1
0.311	42867.26	15	00:02:35	17.25	9.7
0.335	35524.75	11	00:02:47	18.45	10.3
0.359	29816.88	0	00:02:59	19.65	10.8

Cloro



MODELO DE DISPERSION DE GAS LIBERADO EN FORMA MASIVA E INSTANTANEA
 INDUSTRIA DEL ALCALI, S. A. DE C. V.
 ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

—Scri—

—sh—

Fecha : 28/08/99

Nombre del contaminante : Cloro
 Lugar de emisión : AIMSU

D A T O S :

Masa emitida : 1000.00 Kg.
 Altura física : 2.00 mts.
 Radio del recipiente : 0.36 mts.
 Velocidad del viento : 2.00 m/s
 Clase de estabilidad : E (ESTABLE)

C O M E N T A R I O S :

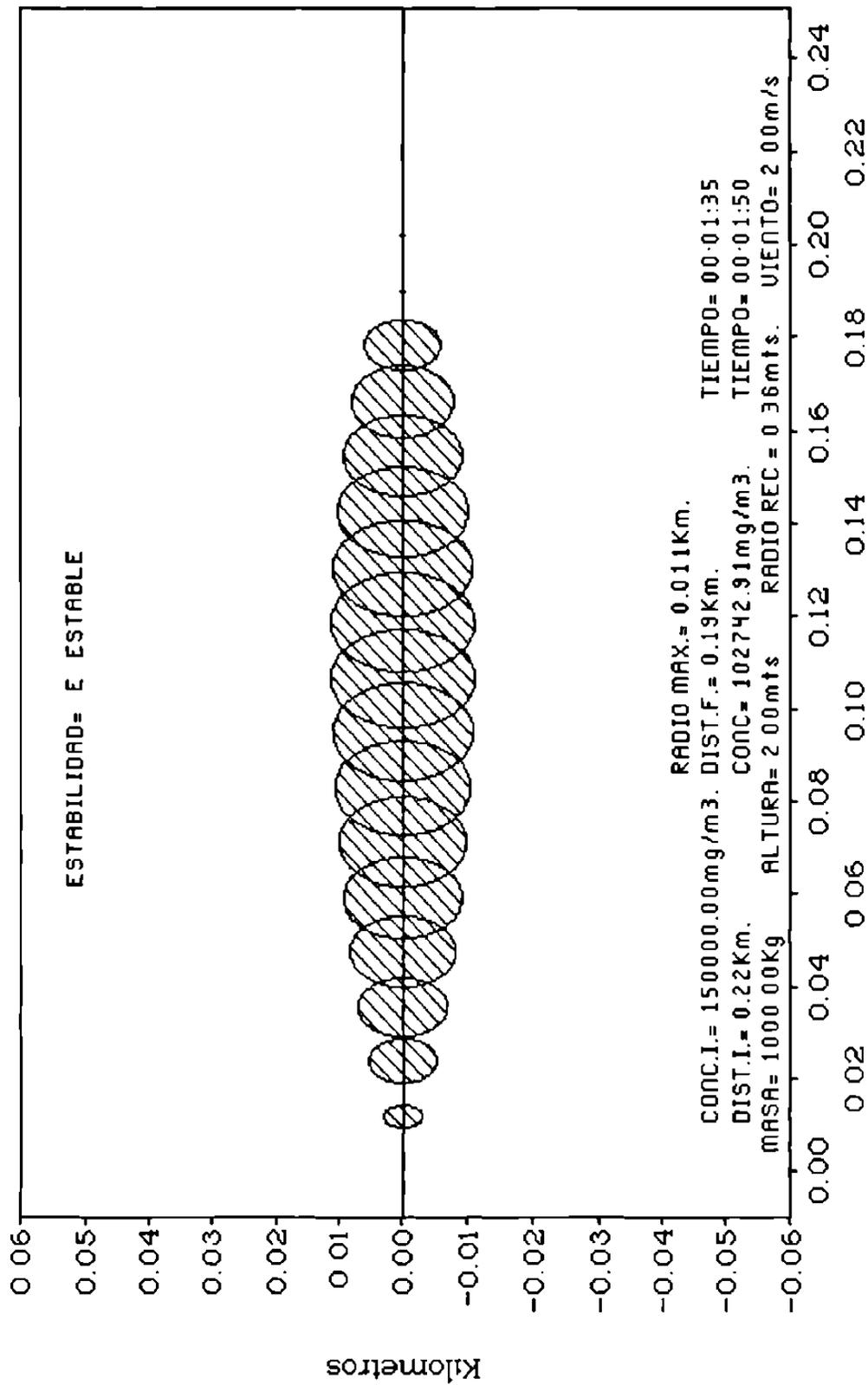
R E S U L T A D O S :

Radio de Isoconcentración máxima : 10.930 mts.
 Para la Concentración de interés : 150000.000 mg/m3
 su Posición en X es : 0.190 Km.
 en un Tiempo de : 00:01:35 (hh:mm:ss)
 Para la Distancia de interés : 0.220 Km.
 tiene una Concentración de : 102742.914 mg/m3
 en un Tiempo de : 00:01:50 (hh:mm:ss)

TABLA DE VALORES ITERADOS :

Dist. X (Km.)	Conc. (mg/m3)	Radio Isoc. (m)	Tiempo	Sy=Sx (m)	Sz (m)
0.013	*****	3	00:00:06	0.98	0.9
0.025	*****	5	00:00:12	1.80	1.5
0.038	5809842.99	7	00:00:19	2.57	2.0
0.051	3298357.11	8	00:00:25	3.33	2.5
0.063	2042140.36	9	00:00:31	4.07	3.0
0.076	1354246.55	10	00:00:37	4.80	3.4
0.089	947091.45	11	00:00:44	5.51	3.8
0.101	690542.30	11	00:00:50	6.22	4.2
0.114	520554.23	11	00:00:56	6.92	4.6
0.127	403217.23	11	00:01:03	7.61	5.0
0.139	319440.28	10	00:01:09	8.30	5.3
0.152	257907.85	9	00:01:15	8.99	5.7
0.165	211615.29	8	00:01:22	9.66	6.0
0.177	176062.97	6	00:01:28	10.34	6.4
0.190	148266.87	0	00:01:34	11.01	6.7

Cloro



MODELO DE DISPERSION DE GAS LIBERADO EN FORMA MASIVA E INSTANTANEA
INDUSTRIA DEL ALCALI, S. A. DE C. V.
ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

—SCRI—

sh

Fecha : 28/08/99

Nombre del contaminante : Cloro
Lugar de emisión : AIMSU

D A T O S :

Masa emitida : 1000.00 Kg.
Altura física : 2.00 mts.
Radio del recipiente : 0.36 mts.
Velocidad del viento : 2.00 m/s
Clase de estabilidad : E (ESTABLE)

C O M E N T A R I O S :

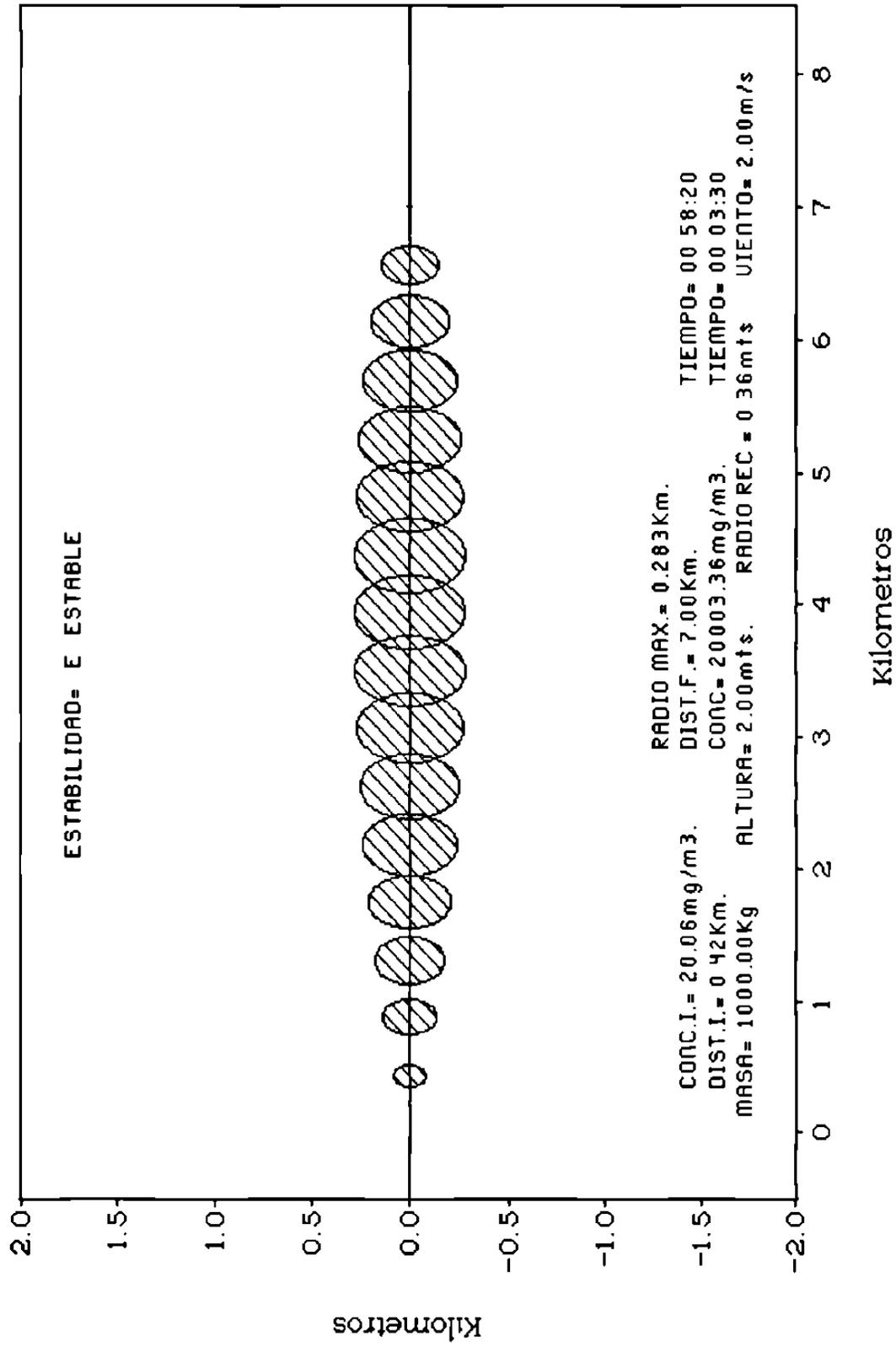
R E S U L T A D O S :

Radio de Isoconcentración máxima : 283.260 mts.
Para la Concentración de interés : 20.060 mg/m³
su Posición en X es : 7.001 Km.
en un Tiempo de : 00:58:20 (hh:mm:ss)
Para la Distancia de interés : 0.420 Km.
tiene una Concentración de : 20003.358 mg/m³
en un Tiempo de : 00:03:30 (hh:mm:ss)

TABLA DE VALORES ITERADOS :

Dist. X (Km.)	Conc.(mg/m ³)	Radio Isoc.(m)	Tiempo	Sy=Sx (m)	Sz (m)
0.467	15287.41	91	00:03:53	24.96	13.1
0.933	2595.62	147	00:07:46	46.99	22.0
1.400	921.54	188	00:11:40	68.05	29.6
1.867	442.91	220	00:15:33	88.51	36.5
2.334	255.98	245	00:19:26	108.52	42.0
2.800	165.20	263	00:23:20	128.19	46.7
3.267	114.75	276	00:27:13	147.58	50.7
3.734	83.99	282	00:31:06	166.73	54.3
4.201	63.95	283	00:35:00	185.68	57.5
4.667	50.20	277	00:38:53	204.45	60.4
5.134	40.39	264	00:42:47	223.05	63.1
5.601	33.15	242	00:46:40	241.51	65.6
6.068	27.66	208	00:50:33	259.84	67.9
6.534	23.41	155	00:54:27	278.05	70.1

Cloro



MODELO DE DISPERSION DE GAS LIBERADO EN FORMA MASIVA E INSTANTANEA
 INDUSTRIA DEL ALCALI, S. A. DE C. V.
 ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

—SCRI—

—sh—

Fecha : 28/08/99

Nombre del contaminante : Cloro
 Lugar de emisión : AIMSU

D A T O S :

Masa emitida : 1000.00 Kg.
 Altura física : 2.00 mts.
 Radio del recipiente : 0.36 mts.
 Velocidad del viento : 2.00 m/s
 Clase de estabilidad : E (ESTABLE)

C O M E N T A R I O S :

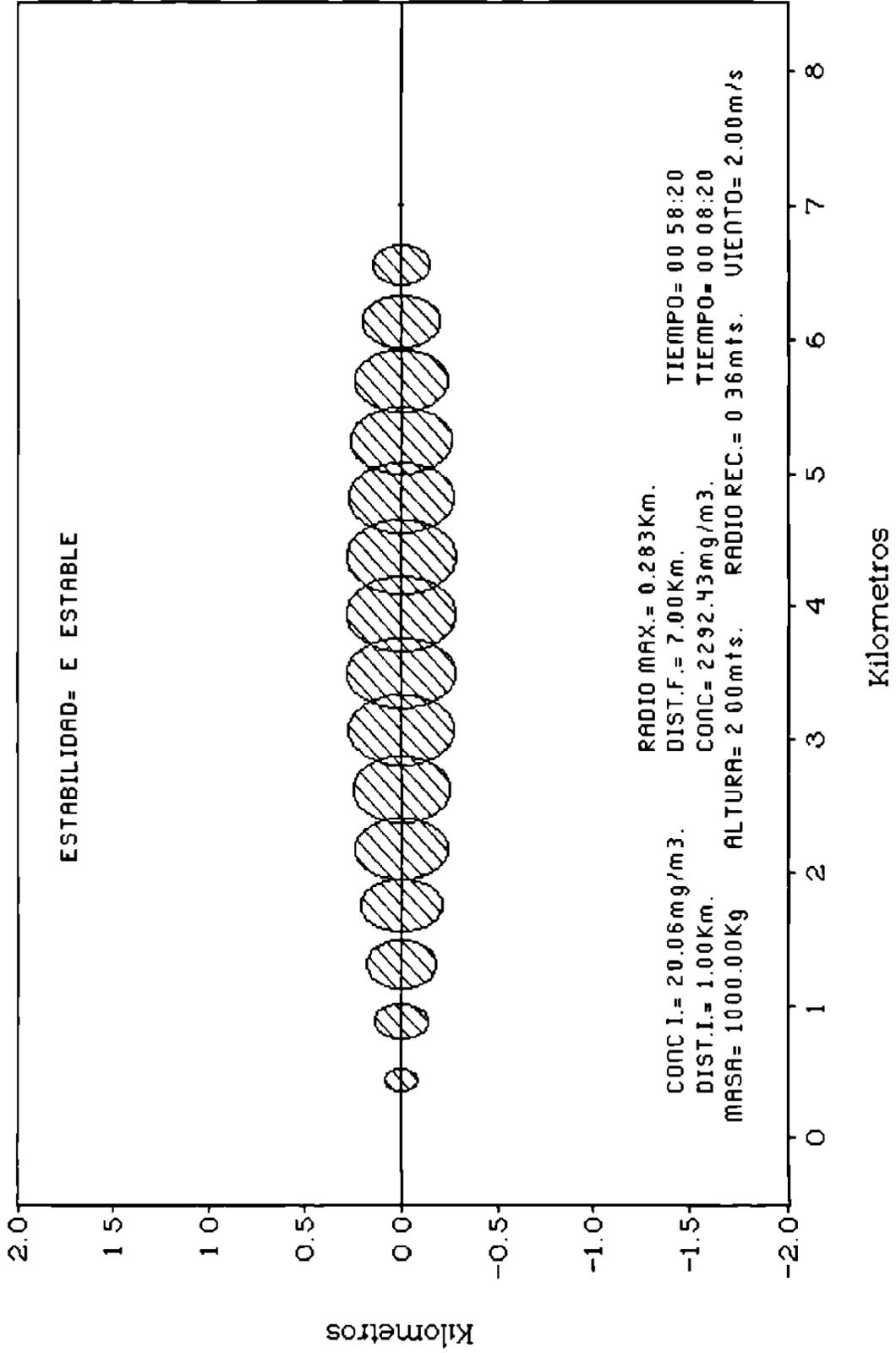
R E S U L T A D O S :

Radio de Isoconcentración máxima : 283.260 mts.
 Para la Concentración de interés : 20.060 mg/m3
 su Posición en X es : 7.001 Km.
 en un Tiempo de : 00:58:20 (hh:mm:ss)
 Para la Distancia de interés : 1.000 Km.
 tiene una Concentración de : 2292.427 mg/m3
 en un Tiempo de : 00:08:20 (hh:mm:ss)

TABLA DE VALORES ITERADOS :

Dist. X (Km.)	Conc. (mg/m3)	Radio Isoc. (m)	Tiempo	Sy=Sx (m)	Sz (m)
0.467	15287.41	91	00:03:53	24.96	13.1
0.933	2595.62	147	00:07:46	46.99	22.0
1.400	921.54	188	00:11:40	68.05	29.6
1.867	442.91	220	00:15:33	88.51	36.5
2.334	255.98	245	00:19:26	108.52	42.0
2.800	165.20	263	00:23:20	128.19	46.7
3.267	114.75	276	00:27:13	147.58	50.7
3.734	83.99	282	00:31:06	166.73	54.3
4.201	63.95	283	00:35:00	185.68	57.5
4.667	50.20	277	00:38:53	204.45	60.4
5.134	40.39	264	00:42:47	223.05	63.1
5.601	33.15	242	00:46:40	241.51	65.6
6.068	27.66	208	00:50:33	259.84	67.9
6.534	23.41	155	00:54:27	278.05	70.1

Cloro



MODELO DE DISPERSION DE GAS LIBERADO EN FORMA MASIVA E INSTANTANEA
 INDUSTRIA DEL ALCALI, S. A. DE C. V.
 ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

—SCRI—

sh

Fecha : 28/08/99

Nombre del contaminante : Cloro
 Lugar de emisión : AIMSU

D A T O S :

Masa emitida : 1000.00 Kg.
 Altura física : 2.00 mts.
 Radio del recipiente : 0.36 mts.
 Velocidad del viento : 2.00 m/s
 Clase de estabilidad : E (ESTABLE)

C O M E N T A R I O S :

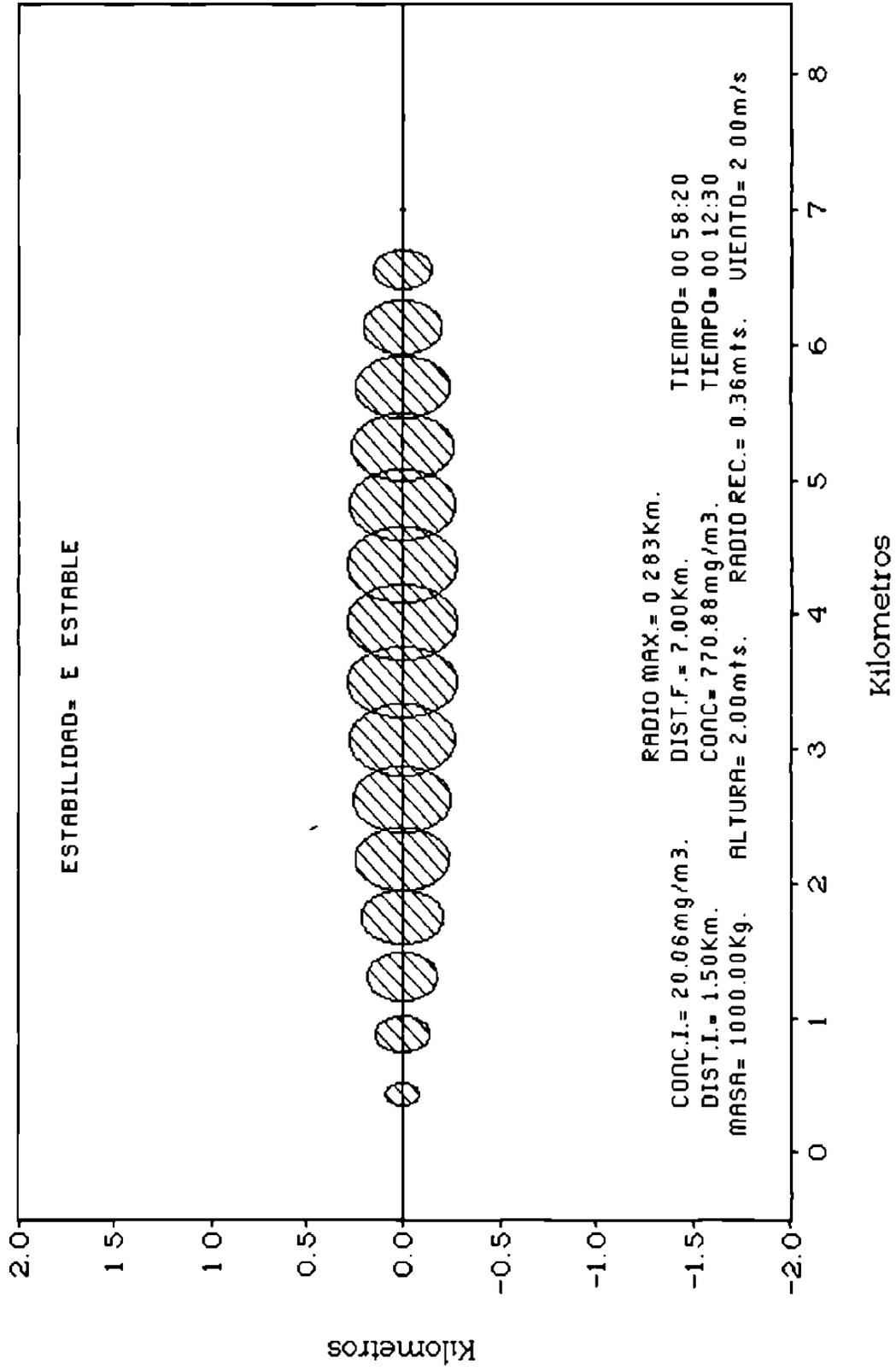
R E S U L T A D O S :

Radio de Isoconcentración máxima : 283.260 mts.
 Para la Concentración de interés : 20.060 mg/m³
 su Posición en X es : 7.001 Km.
 en un Tiempo de : 00:58:20 (hh:mm:ss)
 Para la Distancia de interés : 1.500 Km.
 tiene una Concentración de : 770.878 mg/m³
 en un Tiempo de : 00:12:30 (hh:mm:ss)

TABLA DE VALORES ITERADOS :

Dist. X (Km.)	Conc. (mg/m ³)	Radio Isoc. (m)	Tiempo	Sy=Sx (m)	Sz (m)
0.467	15287.41	91	00:03:53	24.96	13.1
0.933	2595.62	147	00:07:46	46.99	22.0
1.400	921.54	188	00:11:40	68.05	29.6
1.867	442.91	220	00:15:33	88.51	36.5
2.334	255.98	245	00:19:26	108.52	42.0
2.800	165.20	263	00:23:20	128.19	46.7
3.267	114.75	276	00:27:13	147.58	50.7
3.734	83.99	282	00:31:06	166.73	54.3
4.201	63.95	283	00:35:00	185.68	57.5
4.667	50.20	277	00:38:53	204.45	60.4
5.134	40.39	264	00:42:47	223.05	63.1
5.601	33.15	242	00:46:40	241.51	65.6
6.068	27.66	208	00:50:33	259.84	67.9
6.534	23.41	155	00:54:27	278.05	70.1

Cloro



MODELO DE DISPERSION DE GAS LIBERADO EN FORMA MASIVA E INSTANTANEA
 INDUSTRIA DEL ALCALI, S. A. DE C. V.
 ECOLOGIA \ PROTECCION AMBIENTAL

SCRI

sh

Fecha : 28/08/99

Nombre del contaminante : Cloro
 Lugar de emisión : AIMSU

D A T O S :

Masa emitida : 1000.00 Kg.
 Altura física : 2.00 mts.
 Radio del recipiente : 0.36 mts.
 Velocidad del viento : 2.00 m/s
 Clase de estabilidad : E (ESTABLE)

C O M E N T A R I O S :

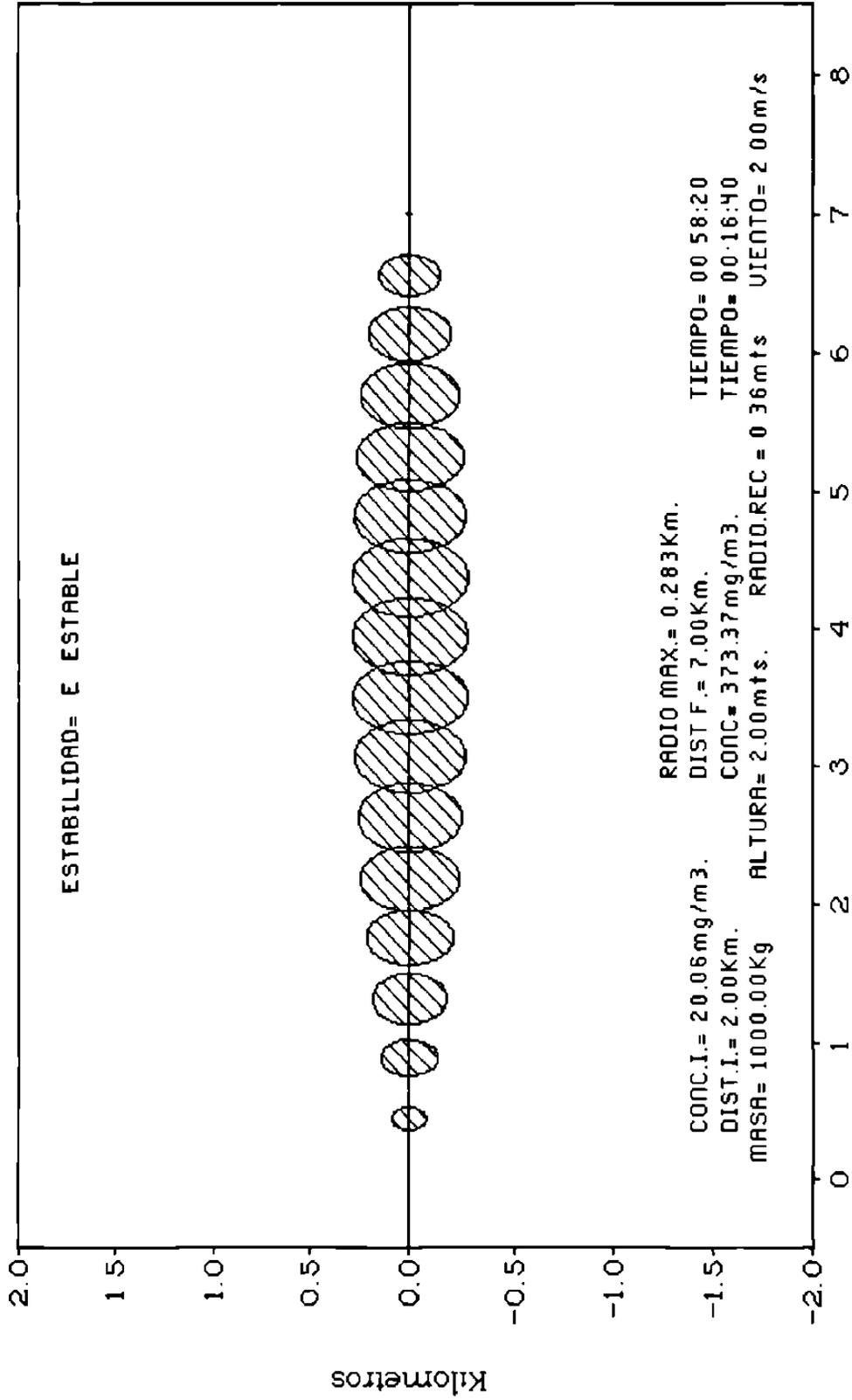
R E S U L T A D O S :

Radio de Isoconcentración máxima : 283.260 mts.
 Para la Concentración de interés : 20.060 mg/m3
 su Posición en X es : 7.001 Km.
 en un Tiempo de : 00:58:20 (hh:mm:ss)
 Para la Distancia de interés : 2.000 Km.
 tiene una Concentración de : 373.374 mg/m3
 en un Tiempo de : 00:16:40 (hh:mm:ss)

TABLA DE VALORES ITERADOS :

Dist. X (Km.)	Conc. (mg/m3)	Radio Isoc. (m)	Tiempo	Sy=Sx (m)	Sz (m)
0.467	15287.41	91	00:03:53	24.96	13.1
0.933	2595.62	147	00:07:46	46.99	22.0
1.400	921.54	188	00:11:40	68.05	29.6
1.867	442.91	220	00:15:33	88.51	36.5
2.334	255.98	245	00:19:26	108.52	42.0
2.800	165.20	263	00:23:20	128.19	46.7
3.267	114.75	276	00:27:13	147.58	50.7
3.734	83.99	282	00:31:06	166.73	54.3
4.201	63.95	283	00:35:00	185.68	57.5
4.667	50.20	277	00:38:53	204.45	60.4
5.134	40.39	264	00:42:47	223.05	63.1
5.601	33.15	242	00:46:40	241.51	65.6
6.068	27.66	208	00:50:33	259.84	67.9
6.534	23.41	155	00:54:27	278.05	70.1

Cloro



CAPITULO 10

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo descrito fue enfocado al análisis y evaluación de riesgos de un cilindro de cloro gas en una planta tratadora de agua residual. Este tipo de tanques son típicos y representativos de los que se utilizan en diversos procesos donde se utiliza el cloro gas, por lo que el método de ejecución y su capacidad de aplicación puede utilizarse para evaluar el riesgo en cualquier tipo de planta o industria en donde se tenga este tipo de instalación.

Los métodos para evaluar Riesgos Ambientales son herramientas útiles para la identificación de causas potenciales de accidentes que nos ayudan a determinar de manera cualitativa o cuantitativa el riesgo que representan en el proceso, en la población y en el medio ambiente.

El conocimiento y la aplicación del método ¿Qué pasa si?, combinado con el método de Operatividad y Riesgos, ayudaron en la realización de un análisis más detallado y ordenado del proceso evaluado. Sin embargo, existe un grado de dificultad inherente en la aplicación de estos métodos pues se requiere de juicio y criterio, así como de una visión meticulosa, a fin de

considerar todos los factores importantes en un estudio de esta naturaleza.

El utilizar una matriz de 4x4 para evaluar el factor de riesgo ayudó a clasificar las posibles causas de accidentes en base a la frecuencia y a la severidad con un intervalo más amplio, lo que permitió valorar en forma más gradual cada una de las situaciones evaluadas. Esto último permitió evitar que algunas causas potenciales de accidentes se clasificaran como de alto riesgo maximizando sus efectos y que algunas otras situaciones se minimizaran con un valor en el factor de riesgo más pequeños de lo real.

Las conclusiones acerca de los resultados numéricos de este trabajo junto con sus recomendaciones se presentan enseguida.

La distancia determinada con el simulador, para el caso cuando se cumple el valor guía de respuesta en caso de emergencia (ERPG-3 = 20 ppm) fué de 420 metros; por otro lado, la distancia para el caso en que se cumple con el índice de daños inmediatos a la vida y la salud (IDLH = 30 ppm) fue de 360 metros. Los dos resultados dados indican que cualquier persona que se encuentre más cerca de cualquiera de estas distancias puede resultar dañada o poner en riesgo su vida.

Se recomienda que el personal que labora más cerca del área del dosificador sea capacitada para actuar en situaciones de emergencia, conozca la ruta de evacuación y cuente con el equipo adecuado de protección. De todas

maneras, este trabajo permitió corroborar que el sensor de cloro en el área de dosificación puede cumplir con su función de ayuda al personal, al responder a tiempo y de manera adecuada la alarma en el caso de una fuga de cloro.

La zona que se predice resultará más seriamente afectada será la que se encuentra hacia el Suroeste (SW) del tanque de cloro, en los meses de Enero y Febrero, y hacia el Oeste-Noroeste (WNW) en los meses de Marzo a Abril. Ello depende de la dominancia de los vientos, lo cuál es función de la estación del año.

En la planta, si los vientos vienen del ESE, la zona afectada será en donde se encuentran los clarificadores secundarios, el tanque de almacenamiento y la casa de bombas. En la zona habitacional el área dañada abarcará la parte más cercana de la colonia Las Puentes.

Si los vientos vienen del NE la zona afectada será hacia el SW donde se encuentran los clarificadores primarios, los reactores, la bomba de lodos de retorno, las oficinas generales y la caseta de vigilancia. En la zona habitacional el área dañada abarcará la parte más cercana de la colonia Arboledas de San Jorge. La zona de afectación se puede observar en la figura 25 que corresponde a la vista en planta de AIMSU y a la figura 26 que ilustra el plano de la zona de San Nicolás de los Garza donde está localizada la planta.

Una recomendación que puede ayudar a disminuir el valor de riesgo que

representa la instalación de un tanque de cloro gas de 1 tonelada sería el de sustituirlo por cilindros de menor capacidad de almacenaje pero con un mayor grado de pureza, a fin de dosificar una menor cantidad de cloro y tener disminuido y controlado el riesgo.

Otra recomendación es la de elaborar un Plan de Contingencia para los que laboran en la planta, los vecinos y las autoridades civiles del lugar, considerando los siguientes aspectos:

a) Establecer un plan de acción claramente definido que ayude a eliminar la confusión durante el período de crisis.

b) Establecer sistemas de alarma en línea directa con los bomberos u otros cuerpos de emergencia pública.

c) Identificar y señalar las rutas de evacuación en caso de emergencia.

d) Capacitar al personal en el manejo del cloro y en el uso permanente del equipo adecuado de seguridad que se requiere para su protección.

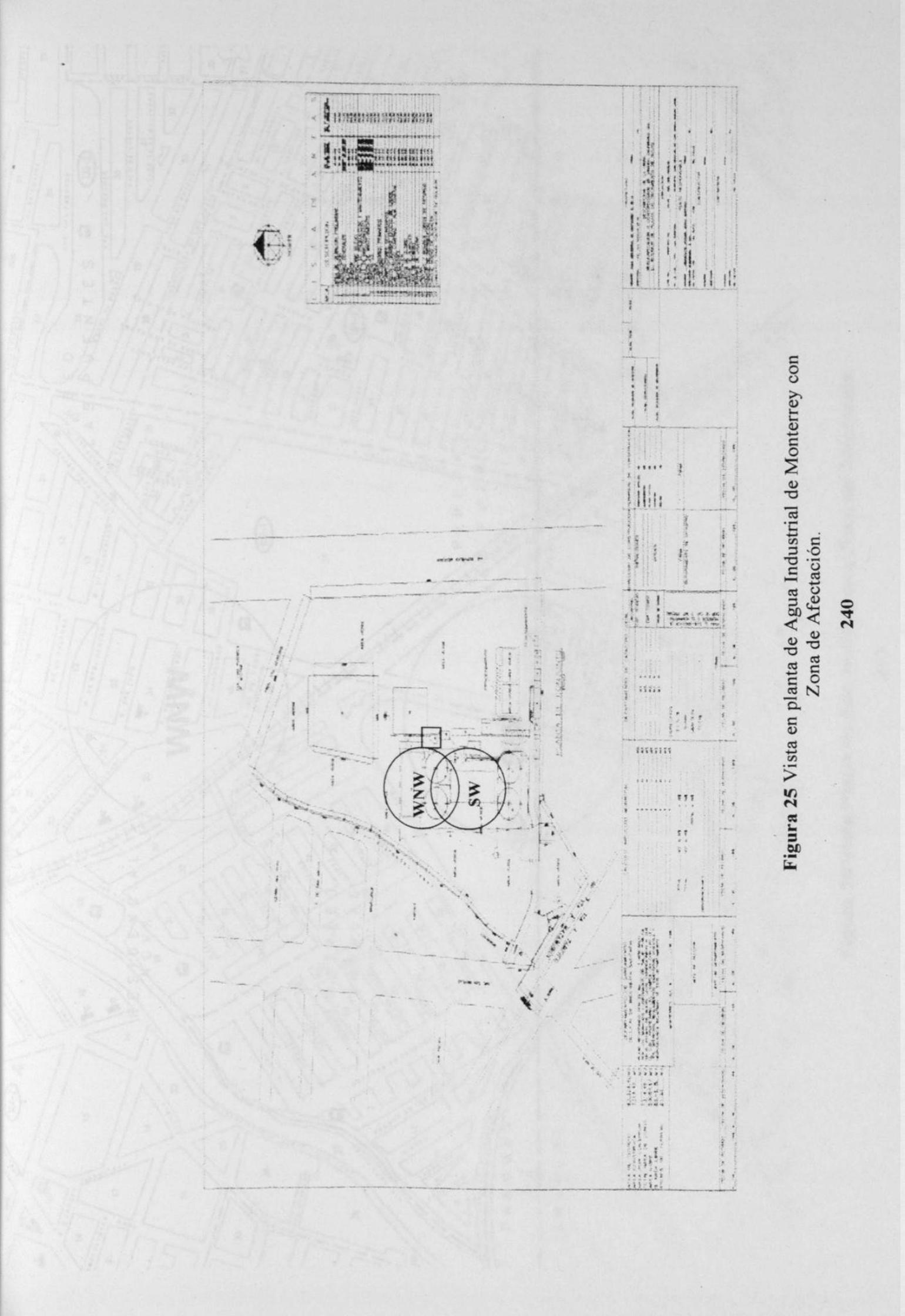


Figura 25 Vista en planta de Agua Industrial de Monterrey con Zona de Afectación.



Figura 26 Vista Plano de San Nicolás con Zona de Afectación

BIBLIOGRAFIA

1. Manuara L., la Diosina de Seveso, en Leonardi, A., La difesa della salute Mondador A (Ed), Italia Nostra, Milano, 1978. Comisión de las Comunidades Europeas. COM(94), Bruselas, 26/01/94. 94/0014 (SYN),cit por Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo.(1994), Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL, p 14.
2. Zeballos, J.L.(1993). Los desastres químicos, capacidad de respuesta de los países en vías de desarrollo. Organización Panamericana de Salud, Washington, D.C., EUA.,cit por Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo.(1994) Instituto Nacional de Ecología, . SEDESOL, p 6.
3. L.Y. Landesman, R.B. Leonard. SARA three years later: Emergency Physician's Knowledge. Prehospital and Disaster Medicine 8:39-44, 1993, cit por Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo.(1994) Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL, p.45.

4. K. Lundy. Looking on the dark side. Resources, the magazine of environmental management, Vol. 16 No. 2:3-4, 1994 cit por Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo.(1994) Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL, p.46.
5. SEDESOL (1994), Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo, Instituto Nacional de Ecología, p.53.
6. Núñez E., Joyner A., Vicenteño D., Sánchez A., Jiménez G., "Explota fábrica en el D.F, hay 39 lesionados". Pag. 3A .Periódico *El Norte* Miércoles 8 de Mayo de 1996, Año LVIII / Num. 20990.
7. Cortinas de Nava, C., (1994), Contexto Internacional, Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo, Instituto Nacional de Ecología, p.5-6.
8. Cortinas de Nava , C.(1994), Directiva de la Unión Europea concerniente a los riesgos de accidentes mayores en determinadas actividades industriales. Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo., Instituto Nacional de Ecología, p.13-19.

9. Cortinas de Nava, C. (1994), Programa Decisiones y Lineamientos de la OCDE sobre accidentes. Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo, Instituto Nacional de Ecología, p.27.

9. SEDESOL (1994), Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo, Instituto Nacional de Ecología, p.9 y 33.

11. SEDESOL (1994), Contexto Nacional, Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo, Instituto Nacional de Ecología, p.67-70.

12. SEDESOL (1995) Programa de Prevención de Accidentes, Curso Regional de Capacitación, Instituto Nacional de Ecología p.6

13. Centro Nacional de Prevención de Desastres.(1994) Fascículo 6, Riesgos Químicos, Sistema Nacional de Protección Civil, Secretaría de Gobernación.

14. Internet, [www publicacions /monographs/monos/risk](http://www.publications/monographs/monos/risk) 04 (1995)

14. Garrison, W.G. "100 large losses: A thirty year review of property damage losses in the Hydrocarbon Chemical Industries" cit por M&M Protection Consultants, 222 South Riverside Plaza, Chicago, Il. 60606, E.U. (1988)
15. Borrego C, Conceicao M, Martins J.M. Risk Managment and Prevention of Industrial Accidents in Portugal: Introduction of Environmental Considerations. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidad de Aveiro Portugal 3800 Aveiro.
16. Rivapalacio Chiang S., Pérez Torres C., Castañón Boussart N. (1994) Riesgo Ambiental, Prevención y preparación de la respuesta en caso de Accidentes químicos en México y en el mundo, Instituto Nacional de Ecología, p.82-85
17. SEDESOL (1994), Marco Jurídico e Institucional, Prevención y Preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo, Instituto Nacional de Ecología, p.71.
18. SEDESOL (1994), Impacto, Riesgo, Verificación Normativa y Auditoría Ambiental, Prevención y preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el mundo, Instituto Nacional de Ecología, p.75.

19. Center for Chemical Process Safety (1985) Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. American Institute of Chemical Engineers. p.51-92
21. Seeley L. Shah Jatin N. The use of a level 2 Quantitative Risk Assessment Study to Optimize Resources - DNV Technia , Inc. 355 East Campus View Blvd., Suite 170, Columbus, Ohio 43235.
22. Kletz, Trevor A (1986) "Hazop and HAZAN", 2a.Ed., The Institution of Chemical Engineers, Rugby, Inglaterra.
23. Center for Chemical Process Safety (CCPS) (1989). "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis" publicado por CCPS, American Institute of Chemical Engineers, 345 East 47th Street, New York, NY.
24. Entrevista personal con Sami Atallah. "Análisis de Riesgo". Director de Risk & Industrial Safety Consultants, Inc. 2101 Oxford Court Des Plaines, IL 60018, U.S.A., celebrada en Monterrey N.L., México, 15/02/96.

25. AEA Safety and Reliability Consultants, "Major Hazard Incident Database Service: MHIDAS ". SRD, United Kingdom Atomic Energy Authority, Wigshaw Lane, Culceth, Cheshire WA3 4EN, Inglaterra.
26. TNO, "Database for Industrial Safety Accident Abstracts: FACTS", TNO/Department of Industrial Safety, Apeldoorn, Holanda.
27. AIHA (1989) Emergency Response Planning Guideline Committee, "Emergency Response Planning Guidelines, "American Industrial Hygiene Association, Akron, OH (1989).
28. NIOSH (1990) "Pocket Guide to Chemical Hazards", US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, US Government Printing Office, Washington, DC 20402.
29. U.S. Atomic Energy Commission (1974), "Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants: Appendix III, Failure Data", WHAS-1400 , Washington, D.C.
30. Green A.E., A.J. Bourne (1977), "Reliability Technology", John Wiley and Sons, New York.

31. OREDA (1984) "Offshore Reliability Data", publicado por OREDA Participantes, disponible de OREDA, P.O. Box 370, N - 1322 Hovik, Noruega.

32. Center for Chemical Process Safety (CCPS) (1989) "Guidelines for Process Equipment Reliability Data", publicado por CCPS, American Institute of Chemical Engineers, 345 East 47th Street, New York, NY 10017.

33. DNV Technia (1992), Ltd., "World Bank Hazard Analysis (WHAZAN) Software and Users Guide", Versión 2.0, disponible de DNV Technia, Ltd., Lynton House, 7/12 Tavistock Square, London, WC 1H 9 LT, Inglaterra.

34. United States Federal Emergency Management Agency, (sin fecha) "Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures", y el programa ARCHIE. Publicado por Federal Emergency Management Agency, Washington, DC.

35. Arthur D. Little, Inc. (1991), "Enhanced Chemical Hazard Evaluation Methodologies (CHEMS-PLUS) and User Guide, "Versión 2.0, disponible de Arthur D. Little, Inc. 20 Acorn Park, Cambridge, MA 02140, USA

36. DNV Technia, Intl.(1991), "PHAST: Process Hazard Analysis Software Tool", Versión 4, disponible de DNV Technia, Inc, 40925 Country Center Drive, Suite 200, Temecula, CA 92591, USA.
37. Arthur D. Little, Inc.(1991), "SUPER-CHEMS" Versión 2.0, disponible de Arthur D. Little, Inc.,20 Acom Park, Cambridge, MA 02140, USA.
38. Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide, 5th & 6th Edition, American Institute of Chemical Engineers, N.Y., 10017 AICHE.
39. Henry, J. Glynn, Heinke, Gary W. (1999) Ingeniería Ambiental, Editorial Prentice Hall, México, p. 405-406.
40. Sistemas Heurísticos, S.A. de C.V. (1993). Modelos Atmosféricos para Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias. Manual de referencia Versión 2.0.
41. Agua Industrial de Monterrey, S. de U. (1997). El Reuso de las Aguas Residuales Municipales Tratadas en el Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México, p. 9.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

-Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de America Latina y el Caribe (1991). Nuestra Propia Agenda sobre Desarrollo y Medio Ambiente de America Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Fondo de Cultura Económica (FCE), Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

-Diario Oficial de la Federación(1995) Secretaría de Hacienda y Crédito Público, decreto por el que se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000. Publicado el miércoles 31 de Mayo de 1995,pags. 1-96.

APENDICES

APENDICE A

Guía para la Elaboración del Informe Preliminar de Riesgo

I.-DATOS GENERALES:

(Escriba la información solicitada de manera legible y sin abreviaturas, en caso de estar involucrados varios departamentos en el plan o proyecto, anótelos e indique cuál es el responsable).

I.1 Nombre de la empresa u Organismo

I.2 Registro Federal de Causante de la Empresa

I.3 Objeto de la Empresa u Organismo

I.4 Cámara o Asociación a la que pertenece

I.4.1 Número de Registro de la Cámara o Asociación

I.4.2 Fecha

I.5 Instrumento Jurídico mediante el cual se constituyó la empresa u organismo (escritura pública, decreto de creación, etc.)

I.6 Departamento Proponente

I.6.1 Domicilio para oír y recibir notificaciones

Estado _____	Ciudad _____
Municipio _____	Localidad _____
Código Postal _____	Teléfono _____

I.6.2 Nombre completo de la persona responsable del estudio.

Anexar comprobante que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

I.6.3 Puesto

I.6.4 Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc.). Anexar comprobante.

I.6.5 Firma del responsable bajo protesta de decir verdad

II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PLAN O PROYECTO

(Proporcione información en forma concisa y breve, anexe información en hojas adicionales si es necesario. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no es necesario indicar las coordenadas en el punto II.2.1)

II.1 Nombre del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto (descripción general, capacidad proyectada, inversión, vida útil).

II.1.2 Planes de crecimiento futuro

II.2 Ubicación del proyecto

Estado _____ Municipio _____ Localidad _____

Anexe planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto, la escala de plano puede ser 1:20 000, 1:25 000 en la microregión y 1: 100 000 en la región.

II.2.1 Coordenadas del predio

II.2.2 Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando los datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.

II.2.3 Superficie Total _____(m²) Requerida _____(m²)

II.2.4 Origen Legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).

II.2.5 Descripción de acceso (marítimo, terrestres y/o aéreos).

II.2.6 Infraestructura necesaria (actual y proyectada)

II.3 Actividades conexas (industriales, comerciales, y de servicios).

II 4 Lineamiento y programas de contratación de personal

II.5 Programas de capacitación y adiestramiento de personal

II.6 Especifique si cuentan con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, etc.). Anexar comprobantes.

III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO

(Describa el sitio seleccionado para la realización del proyecto, bajo los siguientes parámetros, conteste de manera afirmativa o negativa y especifique los elementos relevantes en su caso).

III.1 ¿Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales?
(por ejemplo, miradores sobre paisajes costeros naturales)

III.2 ¿Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacinamiento?

III.3 ¿Es o se encuentra cercano a un recurso acuático?

III.4 ¿Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atracción turística?

III.5 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de recreo?

III.6 ¿Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre?

III.7 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de especies acuáticas?

III.8 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de ecosistemas excepcionales?

III.9 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de centros culturales, religiosos o históricos del país?

III.10 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas)?

III.11 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de pesquerías comerciales?

III.12 ¿Se están evaluando otros sitios donde sería posible establecer el proyecto?
¿ Cuáles son?

III.13 ¿Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el proyecto en un programa de planificación adecuado o aplicable (por ejemplo: el plan de ordenamiento ecológico del área)?

III.14 ¿Qué actividades se desarrollan dentro de un radio aproximado de 10 Km. del área del proyecto?
() Tierras cultivables
() Bosques
() Actividades Industriales (incluidas minas)

- Actividades comerciales o de negocios
- Centros urbanos
- Núcleos residenciales
- Centros rurales
- Zona de uso restringido (por motivos culturales, históricos, arqueológicos o reservas ecológicas)
- Cuerpos de agua

III.15 ¿Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:

- Terremotos (Sismicidad)
- Corrimientos de tierra
- Derrumbamientos o hundimientos
- Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)
- Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitaciones pluvial)
- Pérdidas de suelo debido a la erosión
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.
- Riesgos radiológicos

III.16 ¿Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las aguas o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto?
Describir.

III.17 ¿Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a él?

III.18 ¿Existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?

III.19 ¿Existen especies animales, vegetales, (terrestre o acuáticas) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto?

III.20 ¿Existirá alguna afectación a los hábitats presentes?
Describa en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación.

III.21 ¿Es la economía del área exclusivamente de subsistencia?

III.22 ¿Cuál es el ingreso medio anual per capita de los habitantes del área del proyecto (en un radio de 10 Km.) en relación con el resto del país?
Describa también los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.

III.23 ¿Crearé el proyecto una demanda excesiva de:

- () Fuerza de trabajo de la localidad?
- () Servicios para la comunidad (vivienda y servicios en general)
- () Sistema de servicios públicos y de comunicaciones?
- () Instalaciones o servicios de eliminación de residuos?
- () Materiales de Construcción?

III 24 ¿Cortará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios?

III 25 ¿Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencia para evitar el deterioro del medio ambiente?

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

Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.

IV 1 Etapa de Construcción

Materiales requeridos por etapa de proyecto:

Material

Cantidad

IV 2 Requerimientos de Mano de Obra

IV.2.1 Construcción (desglose por etapas) y mantenimiento

IV 2.2 Funcionarios

IV.2.3 Técnicos

IV.2.4 Empleados

IV.2.5 Obreros

IV.3 Equipos requeridos por etapa del proyecto (en cantidad, tiempo estimado de uso, descripción).

IV 4 Requerimiento de Agua y Energía:

IV.4.1 Agua (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).

IV 4.2 Agua Cruda

IV.4.3 Agua Potable

IV.4.4 Electricidad (origen, fuente de suministro, potencia, voltaje).

IV.4.5 Combustibles (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento)

IV.5 Etapa de Operación.

IV.5.1 Descripción del proyecto(anexar diagramas de flujo y de bloques).

IV.5.2 Metabolismo Industrial

IV.5.3 Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundarias.

IV.6 Materias Primas, Productos y Subproductos manejados en el proceso.
(Especifique. sustancia, equipo, cantidad o volumen y concentración)

IV.7 Tipo de recipientes y/o envase de almacenamiento (Especifique características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volumen por recipiente).

IV.7.1 Incluya información sobre las diversas sustancias involucradas en el proceso, en lo relativo a Toxicidad:

IDLH _____ (ppm o mg/m³)

TLV, 8 hrs. _____ (ppm o mg/m³)

TLV, 15 min. _____ (ppm o mg/m³)

IV.7.2 Daño Genético: Clasificación de sustancias de acuerdo a las características carcinogénicas en humanos.

IV.7.3 Explosividad: Límite Superior de Explosividad (%) _____
Límite Inferior de Explosividad (%) _____

IV.7.4 Inflamabilidad: Límite Superior de Inflamabilidad (%) _____
Límite Inferior de Inflamabilidad (%) _____

IV.7.5 Reactividad: Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación.

IV.7.6 Corrosividad: Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

IV.7.7 Radioactividad: Clasificación de sustancias radioactivas.

IV.8 Equipos de Proceso y Auxiliares (descripción, características, tiempo estimado de uso y localización). Anexar plano del arreglo general de la planta, señalando distanciamientos existentes entre cada equipo. Se debe incluir:

- IV.8.1 Temperaturas extremas de operación
- IV.8.2 Presiones extremas de operación
- IV.8.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso
- IV.8.4 Características del régimen operativo de la instalación
- IV.8.5 Características de instrumentación y control
- IV.8.6 Origen de la Ingeniería básica del proceso
- IV.8.7 Antecedentes del Riesgo del proceso
- IV.8.8 Responsable de la Ingeniería de Detalle
- IV.8.9 Determinar y jerarquizar los riesgos en áreas de: Proceso, Almacenamiento y Transporte (en relación a transporte describir normas de seguridad y operación para captación y traslado de materias primas, productos y subproductos utilizados, que se consideren tóxicos, inflamables, explosivos, etc.)
- IV.8.10 Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta señalando el área de afectación en un plano de localización a escala de 1: 50,000.
- IV.8.11 Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.
- IV.8.12 Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo.
- IV.8.13 Respuesta a la lista de comprobaciones de seguridad.

IV.9 Residuos Principales (características y volúmen)

- IV.9.1 Emisiones atmosféricas
- IV.9.2 Descarga de aguas residuales
- IV.9.3 Residuos sólidos: Industriales y Domésticos

IV.10 Sistema y tecnología de control y tratamiento (descripción general, características, capacidad).

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| IV.11 Disposición final | Aguas tratadas y sin tratar |
| Volumen y composición | Residuos sólidos |
| Cuerpo receptor | Factibilidad de Reciclaje |

IV.12 Usos del agua corriente abajo del proyecto, (abastecimiento público, riego, recreo, hábitat de especies acuáticas únicas o valiosas). No contestar en caso de que la descarga se realice a la red de alcantarillado municipal.

APENDICE B

Guía de Elaboración Modalidad Análisis de Riesgo

I.-DATOS GENERALES:

(Escriba la información solicitada de manera legible y sin abreviaturas, en caso de estar involucrados varios departamentos en el plan o proyecto, anótelos e indique cuál es el responsable).

I.1 Nombre de la empresa u Organismo

I.2 Registro Federal de Causante de la Empresa

I.3 Objeto de la Empresa u Organismo

I.4 Cámara o Asociación a la que pertenece

I.4.1 Número de Registro de la Cámara o Asociación

I.4.2 Fecha

I.5 Instrumento Jurídico mediante el cual se constituyó la empresa u organismo (escritura pública, decreto de creación, etc.)

I.6 Departamento Proponente

I.6.1 Domicilio para oír y recibir notificaciones

Estado _____	Ciudad _____
Municipio _____	Localidad _____
Código Postal _____	Teléfono _____

I.6.2 Nombre completo de la persona responsable del estudio.

Anexar comprobante que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

I.6.3 Puesto

I.6.4 Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc.). Anexar comprobante.

I.6.5 Firma del responsable bajo protesta de decir verdad

II - DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PLAN O PROYECTO

(Proporcione información en forma concisa y breve, anexe información en hojas adicionales si es necesario. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no es necesario indicar las coordenadas en el punto II 2 1)

II 1 Nombre del proyecto

II.1 1 Naturaleza del proyecto (descripción general, capacidad proyectada, inversión, vida útil).

II.1.2 Planes de crecimiento futuro

II 2 Ubicación del proyecto

Estado _____ Municipio - _____ Localidad _____

Anexe planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto, la escala de plano puede ser 1:20 000, 1.25 000 en la microregión y 1: 100 000 en la región.

II.2.1 Coordenadas del predio

II.2 2 Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando los datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.

II.2 3 Superficie Total _____(m²) Requerida _____(m²)

II.2.4 Origen Legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).

II.2.5 Descripción de acceso (marítimo, terrestres y/o aéreos).

II.2.6 Infraestructura necesaria (actual y proyectada)

II 3 Actividades conexas (industriales, comerciales, y de servicios).

II.4 Lineamiento y programas de contratación de personal

II 5 Programas de capacitación y adiestramiento de personal

II.6 Especifique si cuentan con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, etc.). Anexar comprobantes.

III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO

(Describa el sitio seleccionado para la realización del proyecto, bajo los siguientes parámetros, conteste de manera afirmativa o negativa y especifique los elementos relevantes en su caso).

- III 1 ¿Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales?
(por ejemplo, miradores sobre paisajes costeros naturales)
- III.2 ¿Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacinamiento?
- III.3 ¿Es o se encuentra cercano a un recurso acuático?
- III 4 ¿Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atracción turística?
- III 5 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de recreo?
- III.6 ¿Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre?
- III.7 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de especies acuáticas?
- III 8 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de ecosistemas excepcionales?
- III.9 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de centros culturales, religiosos o históricos del país?
- III.10 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas)?
- III 11 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de pesquerías comerciales?
- III 12 ¿Se están evaluando otros sitios donde sería posible establecer el proyecto?
¿Cuáles son?
- III 13 ¿Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el proyecto en un programa de planificación adecuado o aplicable (por ejemplo: el plan de ordenamiento ecológico del área)?
- III.14 ¿Qué actividades se desarrollan dentro de un radio aproximado de 10 Km. del área del proyecto?
() Tierras cultivables
() Bosques

- Actividades Industriales (incluidas minas)
- Actividades comerciales o de negocios
- Centros urbanos
- Núcleos residenciales
- Centros rurales
- Zona de uso restringido (por motivos culturales, históricos, arqueológicos o reservas ecológicas)
- Cuerpos de agua

III.15 ¿Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:

- Terremotos (Sismicidad)
- Corrimientos de tierra
- Derrumbamientos o hundimientos
- Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)
- Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitaciones pluvial)
- Pérdidas de suelo debido a la erosión
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.
- Riesgos radiológicos

III 16 ¿Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las aguas o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto?
Describir.

III.17 ¿Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a él?

III 18 ¿Existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?

III 19 ¿Existen especies animales, vegetales, (terrestre o acuáticas) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto?

III.20 ¿Existirá alguna afectación a los hábitats presentes?
Describa en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación.

III.21 ¿Es la economía del área exclusivamente de subsistencia?

III.22 ¿Cuál es el ingreso medio anual per capita de los habitantes del área del proyecto (en un radio de 10 Km.) en relación con el resto del país?
Describa también los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.

III.23 ¿Crearé el proyecto una demanda excesiva de:

- () Fuerza de trabajo de la localidad?
- () Servicios para la comunidad? (vivienda y servicios en general)
- () Sistema de servicios públicos y de comunicaciones?
- () Instalaciones o servicios de eliminación de residuos?
- () Materiales de Construcción?

III.24 ¿Cortará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios?

III 25 ¿Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencia para evitar el deterioro del medio ambiente?

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

Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.

IV 1 Etapa de Construcción

Materiales requeridos por etapa de proyecto:

Material

Cantidad

IV 1 1 Requerimientos de Mano de Obra

IV.1.2 Construcción (desglose por etapas) y mantenimiento

IV.1.2.1 Funcionarios

IV.1.2.2 Técnicos

IV.1.2.3 Empleados

IV.1.2.4 Obreros

IV.1.3 Equipos requeridos por etapa del proyecto (en cantidad, tiempo estimado de uso, descripción).

IV 1 4 Requerimiento de Agua y Energía:

IV.1.4.1 Agua (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).

IV 1.4.2 Agua Cruda

IV.1.4.3 Agua Potable

IV 1.4 4 Electricidad (origen, fuente de suministro, potencia, voltaje).

IV.1.4.5 Combustibles (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).

IV 2 Etapas de Operación

IV.2 1 Descripción del proyecto(anexar diagramas de flujo y de bloques).

IV 2 2 Metabolismo Industrial

IV 2 3 Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundarias

IV.2 4 Materias Primas, Productos y Subproductos manejados en el proceso (Especifique: sustancia, equipo, cantidad o volumen y concentración)

IV 2 5 Tipo de recipientes y/o envase de almacenamiento (Especifique características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volumen por recipiente).

IV 3 Sustancias involucradas en el proceso

IV 3.1 Componentes riesgosos

IV 3 1.1 Porcentaje y nombre de componentes riesgosos

IV 3 1.2 Número CAS

IV.3 1.3 Número de Naciones Unidas

IV 3.1 4 Nombre del fabricante o importador

IV.3 1 5 En caso de emergencia comunicarse al teléfono o fax # _____

IV 3 2 Precauciones especiales

IV.3.2.1 Precauciones que deben ser tomadas en cuenta para el manejo y almacenamiento.

IV 3.2.2 Especificar cumplimiento de acuerdo a la reglamentación de transporte.

IV.3.2.3 Especificar cumplimiento de acuerdo a la reglamentación ecológica.

IV.3.2.4 Otras precauciones

IV 3 3 Propiedades físicas

Datos de las sustancias peligrosas que se manejan como: materia prima, producto y subproducto.

IV 3 3 1 Nombre comercial _____ Nombre químico _____

IV.3 3.2 Sinónimos _____

IV 3 3.3 Fórmula química _____ Estado físico _____

IV.3.3 4 Peso molecular _____ (g./ gmol)

- IV.3.3.5 Densidad a temperatura inicial (T1) _____ (g/mL).
 IV.3.3.6 Punto de Ebullición _____ (°C)
 IV.3.3.7 Calor de evaporación a (T2) _____ (cal/g.)
 IV.3.3.8 Calor de combustión (como líquido) _____ (BTU/lb)
 IV.3.3.9 Calor de combustión (como gas) _____ (BTU/lb)
 IV.3.3.10 Temperatura del líquido en el proceso _____ (°C)
 IV.3.3.11 Volumen a condiciones normales _____ (ft)
 IV.3.3.12 Volumen del proceso _____ (gal)
 IV.3.3.13 Presión de vapor _____ (mm de Hg a 20°C)
 IV.3.3.14 Densidad de vapor, (aire = 1) _____
 IV.3.3.15 Reactividad en agua
 IV.3.3.16 Velocidad de evaporación, (butil- cetona =1) _____
 IV.3.3.17 Temperatura de autoignición
 IV.3.3.18 Temperatura de fusión, (°C)
 IV.3.3.19 Densidad relativa
 IV.3.3.20 Solubilidad en agua
 IV.3.3.21 Estado físico, color y olor
 IV.3.3.22 Punto de Inflamación
 IV.3.3.23 Por ciento de volatilidad
 IV.3.3.24 Otros datos

IV 3 4 Riesgos para la salud

- IV 3 4.1 Ingestión accidental
 IV.3.4.2 Contacto con los ojos
 IV.3.4.3 Contacto con la piel
 IV 3.4.4 Absorción
 IV 3 4.5 Inhalación
 IV.3.4.6 Toxicidad
 IDLH _____ (ppm o mg/m3)
 TLV, 8 hrs. _____ (ppm o mg/m3)
 TLV, 15 min. _____ (ppm o mg/m3)

IV 3.4.7 Daño Genético: Clasificación de sustancias de acuerdo a las características carcinogénicas en humanos, por ejemplo Instructivo No.10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social

IV.3.5 Riesgo de fuego o explosión.

- IV 3.5 1 Medios de Extinción:
 () Niebla de agua
 () Espuma
 () Halon
 () CO₂

- () Polvo químico seco
- () Otros

IV.3.5.2 Equipo especial de protección, (general), para combate de incendio.

IV.3.5.3 Procedimiento especial de combate de incendio

IV.3.5.4 Condiciones que conducen a un peligro de fuego y explosión no usuales.

IV.3.5.5 Productos de Combustión.

IV 3.5.6 Inflamabilidad:

Límite Superior de Inflamabilidad (%) _____

Límite Inferior de Inflamabilidad (%) _____

IV.3.6 Datos de reactividad

IV.3.6.1 Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación.

IV.3.6.2 Estabilidad de las sustancias

IV.3.6.3 Condiciones a evitar

IV.3.6.4 Incompatibilidad

IV.3.6.5 Descomposición de componentes peligrosos

IV.3.6.6 Polimerización peligrosa

IV.3.6.7 Condiciones a evitar

IV.3.7 Corrosividad

Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

IV.3.8 Radioactividad

Clasificación de sustancias por su radioactividad.

IV 4 Residuos Principales

(Características, volumen, emisiones atmosféricas, descarga de aguas residuales).

IV.4.1 Residuos sólidos: Industriales y Domésticos

IV.4.2 Sistema y tecnología de control y tratamiento (descripción general, características y capacidad).

IV.4.3 Disposición final: (Volumen, composición y cuerpos receptores)

IV.4.4 Aguas tratadas

IV.4.5 Residuos sólidos

IV.4.6 Factibilidad de reciclaje

IV 4.7 Uso del agua corriente abajo del proyecto(abastecimiento público,

riego, recreo, deporte, hábitat de especies acuáticas únicas o valiosas) No contestar en caso de que la descarga se realice a la red de alcantarillado municipal.

IV 5 Condiciones de Operación

- IV 5 1 Características de instrumentación y control (incluir diagrama lógico de control, y planos de tubería e instrumentación).
- IV 5 2 Métodos usados y bases de diseño en el dimensionamiento y capacidad de los sistemas de relevo y venteo.
- IV.5 3 Equipos de proceso y auxiliares (descripción, características, tiempo estimado de uso y localización)
- IV 5 4 Incluir: Temperaturas extremas de operación, presiones extremas de operación y estado físico de las diversas corrientes del proceso
- IV 5 5 Características del régimen de la instalación.
- IV.5 6 Características de los recipientes y/o envases para almacenamiento (tipo de recipientes y/o envases, diámetro del recipiente, tipo de material, capacidad y densidad máxima de llenado).

V. RIESGO AMBIENTAL

V 1 Antecedentes de riesgo en el proceso

V 2 Determinar y jerarquizar los riesgos en áreas de:
Proceso, Almacenamiento, Transporte.

V 3 Describir los riesgos potenciales de accidentes ambientales por:

V 3 1 Fugas de productos tóxicos o carcinogénicos

V 3 2 Derrame de productos tóxicos

V 3.3 Explosión

V 4 Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo

V 5 Describir los dispositivos de seguridad con que se cuenta para el control de eventos extraordinarios.

V 6 Descripción de Normas de seguridad y operación para captación y traslado de materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.

V 7 Descripción de rutas de traslado de sustancias que se consideren tóxicas, inflamables, explosivas, etc.

- V 8 Descripción del entrenamiento para la capacitación de los operarios de los transportes.
- V 9 Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala 1:5000.
- V 10 Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.
- V 11 Respuesta a la lista de comprobaciones detallada de seguridad.
- V 12 Descripción de auditorías de seguridad.
- V 13 Drenajes y efluentes acuosos
 - V 13.1
 - V 13.2
 - V 13.3 Frecuencia de monitoreo de la calidad fisicoquímica de los efluentes y parámetros analizados en los mismos.
 - V.13.4 Registro y medición de los gastos volumétricos de los efluentes.
 - V.13.5 Tratamiento y disposición actual de los efluentes
 - V 13.6 Manifiesto y condiciones particulares de descarga de efluentes.
 - V 13.7 Colectores o cuerpos de agua de descarga de sus efluentes.

APENDICE C

Guía para la elaboración del Análisis Detallado de Riesgo.

I.-DATOS GENERALES:

(Escriba la información solicitada de manera legible y sin abreviaturas, en caso de estar involucrados varios departamentos en el plan o proyecto, anótelos e indique cuál es el responsable).

I 1 Nombre de la empresa u Organismo

I 2 Registro Federal de Causante de la Empresa

I.3 Objeto de la Empresa u Organismo

I 4 Cámara o Asociación a la que pertenece

I 4.1 Número de Registro de la Cámara o Asociación

I.4.2 Fecha

I 5 Instrumento Jurídico mediante el cual se constituyó la empresa u organismo (escritura pública, decreto de creación, etc.)

I 6 Departamento Proponente

I 6.1 Domicilio para oír y recibir notificaciones

Estado _____	Ciudad _____
Municipio _____	Localidad _____
Código Postal _____	Teléfono _____

I.6.2 Nombre completo de la persona responsable del estudio.

Anexar comprobante que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

I.6.3 Puesto

I 6 4 Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc.). Anexar comprobante.

I.6.5 Firma del responsable bajo protesta de decir verdad

II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PLAN O PROYECTO

(Proporcione información en forma concisa y breve, anexe información en hojas adicionales si es necesario. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no es necesario indicar las coordenadas en el punto II 2 2)

II 1 Nombre del proyecto

II 1 1 Naturaleza del proyecto (descripción general, capacidad proyectada, inversión, vida útil).

II 1.2 Planes de crecimiento futuro

II 2 Ubicación del proyecto

Estado _____ Municipio _____ Localidad _____

Anexe planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto, la escala de plano puede ser 1: 20 000, 1:25 000 en la microregión y 1: 100 000 en la región.

II.2.1 Descripción de las características : geológicas, topográficas y climatológicas del sitio de la instalación del proyecto anexe mapa del sitio y sus alrededores a una escala lo suficientemente grande que muestre todos los componentes que pueden ser significativos en la identificación del riesgo.

II.2.2 Coordenadas del predio

II 2.3 Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando los datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.

II 2 4 Superficie Total _____(m2) Requerida _____(m2)

II.2.5 Origen Legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).

II.2.6 Descripción de acceso (marítimo, terrestres y/o aéreos).

II 2.7 Infraestructura necesaria (actual y proyectada)

II.3 Actividades conexas (industriales, comerciales, y de servicios).

II.4 Lineamiento y programas de contratación de personal

II.5 Programas de capacitación y adiestramiento de personal

II.6 Especifique si cuentan con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, etc.) Anexar comprobantes.

III - ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO

(Describa el sitio seleccionado para la realización del proyecto, bajo los siguientes parámetros, conteste de manera afirmativa o negativa y especifique los elementos relevantes en su caso).

III 1 ¿Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales?
(por ejemplo, miradores sobre paisajes costeros naturales)

III 2 ¿Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacinamiento?

III.3 ¿Es o se encuentra cercano a un recurso acuático? (lago, río, etc)

III 4 ¿Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atracción turística?

III.5 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de recreo (parques, escuelas, hospitales)?

III 6 ¿Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre?

III 7 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de especies acuáticas?

III 8 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de ecosistemas excepcionales?

III.9 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de centros culturales, religiosos o históricos del país?

III 10 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas)?

III 11 ¿Es o se encuentra cercano a una zona de pesquerías comerciales?

- III.12 ¿Se están evaluando otros sitios donde sería posible establecer el proyecto? ¿Cuáles son?
- III.13 ¿Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el proyecto en un programa de planificación adecuado o aplicable (por ejemplo: el plan de ordenamiento ecológico del área)?
- III.14 ¿Qué actividades se desarrollan dentro de un radio aproximado de 10 Km. del área del proyecto?
- Tierras cultivables
 - Bosques
 - Actividades Industriales (incluidas minas)
 - Actividades comerciales o de negocios
 - Centros urbanos
 - Núcleos residenciales
 - Centros rurales
 - Zona de uso restringido (por motivos culturales, históricos, arqueológicos o reservas ecológicas)
 - Cuerpos de agua
- III.15 ¿Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:
- Terremotos (Sismicidad)
 - Corrimientos de tierra
 - Derrumbamientos o hundimientos
 - Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc)
 - Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitación pluvial)
 - Pérdidas de suelo debido a la erosión
 - Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.
 - Riesgos radiológicos
- III.16 ¿Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las aguas o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto? Describir.
- III.17 ¿Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a él?
- III.18 ¿Existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?

- III 19 ¿Existen especies animales, vegetales, (terrestre o acuáticas) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto?
- III 20 ¿Existirá alguna afectación a los hábitats presentes?
Describe en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación.
- III 21 ¿Es la economía del área exclusivamente de subsistencia?
- III 22 ¿Cuál es el ingreso medio anual per capita de los habitantes del área del proyecto (en un radio de 10 Km.) en relación con el resto del país? Describe también los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.
- III.23 ¿Crear el proyecto una demanda excesiva de:
- () Fuerza de trabajo de la localidad?
 - () Servicios para la comunidad? (vivienda y servicios en general)
 - () Sistema de servicios públicos y de comunicaciones?
 - () Instalaciones o servicios de eliminación de residuos?
 - () Materiales de Construcción?
- III.24 ¿Cortará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios?
- III 25 ¿Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencia para evitar el deterioro del medio ambiente?

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

Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.

ETAPA DE CONTRUCCIÓN DEL PROYECTO

A.- Requerimiento de recursos materiales y humanos.

1.- Materiales requeridos por etapa de proyecto:

Material

Cantidad

2 - Requerimientos de Mano de Obra

-Construcción (desglose por etapas) y mantenimiento

- Funcionarios
- Técnicos
- Empleados
- Obreros

B.- Requerimiento de Agua y Energía:

- 1 Agua (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).
 Agua Cruda
 Agua Potable
- 2 Electricidad (origen, fuente de suministro, potencia, voltaje).
- 3 Combustibles (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento)

DISEÑO DEL PROCESO

- IV 1 Elaborar breve descripción de la historia del proceso
- IV 2 Describir en forma detallada la selección de la ingeniería básica del proceso tomando como base las características de los materiales involucrados.
- IV 3 Características de los materiales involucrados en el proceso (materias primas, productos, subproductos o residuos).

Nombre comercial _____ Nombre químico _____

Fórmula química _____ Estado físico _____

Peso molecular _____ (g /gmol)

Densidad a temperatura inicial (T_1) _____ (g / ml)

Punto de Ebullición _____ ($^{\circ}\text{C}$)

Calor de vaporización _____ (cal/g)

Calor de combustión (como gas) _____ (BTU/lb)

Temperatura del líquido en proceso _____ ($^{\circ}\text{C}$)

Volumen a condiciones normales _____ (ft)

Volumen del proceso _____ (gal)

Masa de la sustancia emitida _____ (k)

Gasto de la sustancia en la fuente _____ (gal/s)

Gasto volumétrico de emisión _____ (m³/s)

IV.3.1 Toxicidad:

IDLH _____ (ppm o mg/m³)

TLV, 8 hrs. _____ (ppm o mg/m³)

TLV, 15 min. _____ (ppm o mg/m³)

IV.3.2 Daño Genético: Clasificación de sustancias de acuerdo a las características carcinogénicas en humanos.

IV 3 3 Explosividad:

Límite Superior de Explosividad (%) _____

Límite Inferior de Explosividad (%) _____

IV.3.4 Inflamabilidad:

Límite Superior de Inflamabilidad (%) _____

Límite Inferior de Inflamabilidad (%) _____

IV 3 5 Reactividad: Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua y potencial de oxidación.

IV 3 6 Corrosividad. Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

IV 3 7 Radioactividad: Clasificación de sustancias radioactivas.

IV.3.8 Describir las características termodinámicas del proceso

IV.3 9 Describir las características de diseño y operativas de los equipos de alto riesgo (reactores, equipos de destilación, sistemas de refrigeración y transferencia térmica).

IV.3.10 Describir la cinética de las reacciones llevadas a cabo en el proceso, bajo condiciones normales y anormales.

IV 3.11 Describir en forma detallada sobre planta piloto

IV.3.12 Anexar diagramas de flujo de proceso, balance de materia y de energía.

IV.3.13 Especificar en forma detallada sobre el equipo básico de proceso en lo referente a :

- Bases de diseño
- Condiciones de operación
- Factores de seguridad
- Dimensiones
- Pruebas de operabilidad

IV 4 Indicar las sustancias que se consideren de riesgo involucradas en el proceso y sus cantidades de almacenaje.

IV 4 1 Proceso

IV 4.2 Almacenaje (tipo, capacidad, etc.)

IV 5 Arreglo general de la planta

IV 5.1 Anexar plano a escala con la distribución de los diversos equipos de proceso en función de los accidentes probables.

IV 5.2 Describir e identificar los riesgos más relevantes del proceso.

IV 5.3 Anexar plano (diagrama de pétalos) que muestre las áreas afectadas, por el riesgo más relevante del proceso.

IV 5.4 Describir justificación de accesos y escapes.

IV 6 Diseño mecánico

IV.6.1 Anexar planos de detalle de los principales equipos de proceso.

IV.6.2 Anexar plano a escala de instrumentación y tuberías

IV 6 3 Describir normas de materiales y diseño de los equipos y sistemas de conducción.

IV.6.4 Describir los sistemas de desfogue existentes en la planta.

IV.7 Diseño del Servicio

IV 7 1 Anexar planos generales de los sistemas de servicio

IV.7.2 Descripción de análisis de confiabilidad de los servicios externos e internos.

IV.7.3 Descripción y justificación de los sistemas redundantes de servicios.

IV 8 Diseño Civil y Estructural

IV 8.1 Describir el diseño sísmico de la instalación

IV 8.2 Describir normas y especificaciones de los materiales de construcción.

IV.8.3 Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control.

IV 9 Diseño de la Instrumentación

IV.9.1 Indicar las bases de diseño de los sistemas de instrumentación utilizados.

IV 9 2 Especificaciones de los principales elementos del sistema de Instrumentación.

IV 10 Diseño de los sistemas de control de accidentes.

IV 11 Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento y contención.

IV 11.1 Anexar planos generales de los sistemas de aislamiento y contención.

IV.12 Sistemas contra incendio

IV.12 1 Describir las bases de diseño de los sistemas integrales de protección contra incendio, (sistema de aspersión, sistema de hidrantes y monitores, así como también describir el diseño de almacenamiento y distribución de agua y bombeo).

IV.12 2 Anexar planos generales de la planta donde se indique la localización de los sistemas integrales de protección contra incendio.

V ANALISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGO

V.1 Identificación de riesgos

Describir los efectos de riesgo que pueden presentarse tanto en forma accidental como premeditada, las posibles causas, sus consecuencias, y las acciones requeridas para eliminar y reducir los efectos negativos detectados.

EFFECTOS	CAUSAS	CONSECUENCIAS	ACCIONES REQUERIDAS

V 2 Evaluación de Riesgo

Describir los probables eventos de alto riesgo y las posibles fallas primarias que dan origen.

V.3 Modelación de los eventos máximos probables de riesgo.**VI. AUDITORIAS DE SEGURIDAD**

VI 1 Presentar anualmente reporte periódico del resultado de auditorías de seguridad practicadas a todas las instalaciones de la planta.

