

## Í N D I C E   T E M Á T I C O .

1. *Nombre del dueño del proyecto. En caso de tratarse de una persona jurídica colectiva incluir acta constitutiva y señalar al apoderado legal incluyendo el instrumento notarial que lo acredite. Para persona física, presentar credencial de elector.* \_\_\_\_\_ 6
2. *Dirección para oír y recibir notificaciones en el Estado de México (calle, número, colonia, localidad, código postal y teléfono). En caso de no contar indicar que las notificaciones se recibirán por estrados.* \_\_\_\_\_ 6
3. *Dirección del predio donde se pretende realizar el proyecto (calle, número, colonia, localidad, municipio, código postal y teléfono) e incluir como anexo, la ubicación en Google Earth, impreso y en formato KML.* \_\_\_\_\_ 6
4. *Nombre del proyecto, memoria descriptiva del mismo describiendo con detalle los procesos y procedimientos que involucra e indicando las diferentes etapas que se implementarán (preparación del terreno, construcción y operación). Incluir cronogramas de trabajo.* \_\_\_\_\_ 6
5. *Señalar la superficie total del predio y la superficie del mismo que se requiere para el proyecto haciendo un desglose de áreas y destino de las mismas, representándolas en un plano de conjunto del proyecto en el que se señalen las restricciones por derechos de vías, tendidos eléctricos, ductos, cuerpos de agua, etc.* \_\_\_\_\_ 6
6. *Usos del suelo asignado al predio en cuestión según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano o similar, (Cédula Informativa de Zonificación).* \_\_\_\_\_ 6
7. *Ubicar en una ortofoto, (Google Earth), la poligonal del predio y señalar en un radio de 500 metros en torno a este, causas y cuerpos de agua permanentes o intermitentes, masas arbóreas, centros de población, conjuntos habitacionales, minas, tiraderos, rellenos sanitarios, zonas industriales, terminales áreas o de autobuses, parques, zonas de reserva ecológica, áreas naturales protegidas, zonas arqueológicas y en general toda obra, actividad y elemento ambiental significativos existentes dentro del radio, antes señalado indicando su distancia al predio del proyecto.* \_\_\_\_\_ 7
8. *Estudio de mecánica de suelos, en el que se señale profundidad del manto freático, capacidad de carga, detección de fallas, fracturas y el cálculo de estructuras (fosas para tanques, cimentaciones, construcciones etc.)* \_\_\_\_\_ 10
9. *Listado de combustibles, sustancias riesgosas y materias primas requeridas para el proyecto señalando volumen de almacenamiento de éstos y características técnicas de los contenedores y tanques de almacenamiento. Incluir las hojas de seguridad de los mismos.* \_ 21
10. *Memoria descriptiva de las instalaciones, maquinaria y equipo en las que se manejen sustancias riesgosas y características técnicas, procesos y procedimientos de operación*

*incluyendo diagramas de flujo, memoria técnica de las estructuras y construcciones y medidas de ingeniería a aplicar con base en los resultados del estudio de mecánica de suelos.* \_\_\_\_\_ 31

*11. Plano de conjunto del proyecto señalando las instalaciones, maquinaria y equipo indicados en los numerales anteriores, las restricciones por derecho de vía, tendidos eléctricos, ductos, cuerpos de agua, etc.; las áreas de almacenamiento de combustibles y de las sustancias riesgosas, la ubicación de la maquinaria y equipo empleado, las tuberías, líneas de conducción, instalaciones e instrumentación requeridas para el mismo y señalar las obras y las actividades que se realizan en las colindancias.* \_\_\_\_\_ 49

*12. Ubicación del proyecto con respecto a centros de concentración masiva, sistema de transporte colectivo (Metro) o sistema de transporte similar, plantas de almacenamiento y distribución de Gas L.P., líneas de alta tensión, vías férreas y ductos que transportan productos derivados del petróleo en un radio de 200 metros, indicar distancias de los límites del predio, tomando como referencia la ubicación de la bocatoma de los tanques de almacenamiento, eje de dispensarios, trasiego de tanques de gas L.P. y zonas de almacenamiento de otro tipo de materiales, sustancias o combustibles riesgosos.* \_\_\_\_\_ 55

*13. Identificación de riesgos evaluando procesos y procedimientos de operación, áreas de almacenamiento, maquinaria, equipo, tuberías, líneas de conducción, instalaciones e instrumentación del proyecto y cálculo de probabilidad de ocurrencia empleando al menos dos metodologías.* \_\_\_\_\_ 57

*14. Modelación de los tres eventos probables máximos de riesgo por derrame, fuga, incendio o explosión calculando daño máximo probable y daño catastrófico, presentando la memoria de cálculo de cada uno en idioma español.* \_\_\_\_\_ 68

*15. Presentar en plano de conjunto del proyecto a escala 1:200 los radios de afectación por eventos probables modelados en el inciso anterior diferenciando cada uno mediante colores señalando en una tabla que representa cada color (incluir diagrama de pétalos), indicando distancias en metros.* \_\_\_\_\_ 82

*16. Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación, en el que se incluyan: Las medidas de seguridad y operación que se implementarán para abatir el riesgo, el equipo y los dispositivos de seguridad para controlar eventos inesperados, programa calendarizado de supervisión de equipos y revisión interna de seguridad y el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo.* \_\_\_\_\_ 83

## Í N D I C E T A B L A S .

Tabla 1. Distancia del predio a puntos de interés. ....	7
Tabla 2. Capacidades de carga admisibles .....	16
Tabla 3. Cisternas instaladas en el proyecto de agua potable. ....	33
Tabla 4. Cisternas instaladas en el proyecto de agua tratada. ....	33
Tabla 5. Volumen de agua potable en la cisterna para el Centro Comercial. ....	35
Tabla 6. Volumen de agua potable en la cisterna para los Cines. ....	35
Tabla 7. Volumen de agua potable en la cisterna para las Oficinas. ....	35
Tabla 8. Volumen de agua potable en la cisterna para el Hotel. ....	36
Tabla 9. Volumen de agua potable en la cisterna para la Tienda Autoservicio. ....	36
Tabla 10. Volumen de agua potable en la cisterna para el Local S1-01. ....	36
Tabla 11. Resumen Gastos Hidráulicos Agua Potable. ....	37
Tabla 12. Volumen diario esperado de Agua de Reúso .....	38
Tabla 13. Gastos Método de Hunter. ....	39
Tabla 14. Cálculo de tuberías en ramales horizontales .....	39
Tabla 15. Cálculo de tuberías en bajadas con desagües en más de 3 Niveles. ....	39
Tabla 16. Cálculo de tuberías en líneas principales. ....	39
Tabla 17. Gastos unidades de desagüe. ....	40
Tabla 18. Capacidades Máximas de Bajadas. ....	40
Tabla 19. Capacidades Máximas de Tuberías. ....	41
Tabla 20. Valores típicos del coeficiente de escurrimiento. ....	42
Tabla 21. Resumen de Gastos. ....	42
Tabla 22. Resumen General de Cargas .....	45
Tabla 23. Ubicación. ....	47
Tabla 24. Condiciones exteriores de diseño .....	47
Tabla 25. Condiciones interiores de diseño .....	47
Tabla 26. Ganancias de calor por iluminación .....	47
Tabla 27. Ganancias de calor por equipos misceláneos .....	47
Tabla 28. Ganancias de calor por persona .....	47
Tabla 29. Ventilación exterior para personas. ....	47
Tabla 30. Ocupación .....	47
Tabla 31. Velocidades máximas en ductos - FPM .....	48
Tabla 32. Velocidades y niveles de ruido recomendados .....	48
Tabla 33. Cuadro de Áreas. ....	51
Tabla 34. Resumen de Áreas Centro Comercial Pasaje Tlalnepantla. ....	53
Tabla 35. Colindancias del predio. ....	53
Tabla 36. Análisis de superficies de construcción del proyecto "Pasaje Tlalnepantla" .....	54
Tabla 37. Elementos de Riesgo y Concentración en el proyecto .....	55
Tabla 38. HAZOP del Centro Comercial, Hotel y Oficinas. ....	61
Tabla 39. Clasificación de los riesgos .....	63
Tabla 40. Resultados de los eventos modelados. ....	82
Tabla 41. Teléfonos de Emergencia. ....	83
Tabla 42. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo del proyecto. ....	86
Tabla 43. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo del proyecto .....	86

## Í N D I C E I L U S T R A C I O N E S .

Ilustración 1. Plano en un radio de 500 de distancia al proyecto.....	9
Ilustración 2. Malla del modelo topográfico del Predio de Proyecto.....	10
Ilustración 3. Aérea del Predio de Proyecto y mapa de elevación digital en colores falsos (la zona verde claro es la parte más baja y la anaranjada la más alta). ....	10
Ilustración 4. Modelo sombreado de elevaciones dentro del predio y las secciones trazadas dentro del mismo (A, B; C) para determinar las partes bajas. ....	11
Ilustración 5. Sección A →A', de NNW a SSE, el asurado azul muestra la zona baja. O de potencial inundación.....	11
Ilustración 6. Sección B →B', de SSW a NNE, el asurado azul muestra la zona baja o de potencial inundación.....	12
Ilustración 7. Sección C →C', de Sur a Norte, el asurado azul muestra la zona baja o de potencial inundación.....	12
Ilustración 8. Modelo hidrológico en el que se considera únicamente el Predio con objeto de determinar los escurrimientos y su dirección. ....	13
Ilustración 9. Modelado 3D y modelado hidrológico (en azul) montado en un MED-3D.....	13
Ilustración 10. Asentamientos. ....	16
Ilustración 11. Ductos de Gas Natural en la zona. ....	31
Ilustración 12. Conexión del proyecto a los Ductos de Maxigas.....	32
Ilustración 13. Isoyetas de Intensidad de lluvia. ....	41
Ilustración 14. Plano de entorno del proyecto.....	56
Ilustración 15. Diagrama de aplicación del Análisis Hazop.....	60
Ilustración 16. Diagrama de flujo del índice DOW. ....	62
Ilustración 17. Concentraciones de Radiación térmica .....	71
Ilustración 18. Isoconcentraciones de Nubes Explosivas .....	72
Ilustración 19. Concentraciones de Radiación térmica .....	74
Ilustración 20. Isoconcentraciones de Nubes Explosivas .....	75
Ilustración 21. Concentraciones de Radiación térmica .....	77
Ilustración 22. Isoconcentraciones de Nubes Explosivas .....	78
Ilustración 23. Concentraciones de Radiación térmica .....	80
Ilustración 24. Isoconcentraciones de Nubes Explosivas .....	81

**INSTRUCTIVO PARA ELABORAR EL INFORME PREVIO DE IMPACTO AMBIENTAL, AL QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 2.67, 2.68 Y 2.72 DEL CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO; 121 Y 124 DEL REGLAMENTO DEL LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO.**

**INSTRUCCIONES.**

- Elaborar y presentar escrito, en idioma español, de solicitud de autorización de impacto ambiental para el proyecto presentado dirigido al titular de la Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental, con firma autógrafa original del dueño del proyecto o de su representante legal.
- Se deber incluir la carta responsiva de la empresa consultora que realizó el estudio con copia de su registro de Prestador de Servicio vigente autorizado por la Secretaría.
- Las fojas del estudio deberán ser foliadas al frente de cada página y firmadas o rubricadas en original por el responsable técnico acreditado y el representante legal de la empresa promotora, iniciando la numeración por la parte última del estudio.
- Transcriba y conteste las preguntas del instructivo de la 1 a la 16.
- Incluir la documentación, planos, croquis y diagramas que se solicitan en este instructivo. La documentación presentada deberá ser legible, vigente y en idioma español, todos los planos que se presenten deberán ser a una misma escala.
- El estudio se presentará en original y copia para acuse de recibo, en juegos engargolados, empleando arillo de espiral; no se recibirá carpetas ni similares.
- Se entregará copia del estudio en archivo magnético contenido en CD, elaborado en formato PDF, incluyendo planos y documentación legal y técnica escaneada. Incluir en el CD la ubicación del predio en formato con extensión KML, del Google Earth.
- El expediente deberá incluir copia del comprobante de pago por derechos de evaluación.
- En caso de que el estudio de riesgo se presente junto con un informe previo o una manifestación de impacto ambiental se omitirá presentar los incisos del 1 al 6 señalando que esa información existe en el otro estudio ingresado

## INFORMACIÓN GENERAL.

**1. Nombre del dueño del proyecto. En caso de tratarse de una persona jurídica colectiva incluir acta constitutiva y señalar al apoderado legal incluyendo el instrumento notarial que lo acredite. Para persona física, presentar credencial de elector.**

Se omite presentar la pregunta cómo se establece en el instructivo, ya que el Estudio de Riesgo se presente junto con una Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que la información solicitada se encuentra incluida en este.

**2. Dirección para oír y recibir notificaciones en el Estado de México (calle, número, colonia, localidad, código postal y teléfono). En caso de no contar indicar que las notificaciones se recibirán por estrados.**

Se omite presentar la pregunta cómo se establece en el instructivo, ya que el Estudio de Riesgo se presente junto con una Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que la información solicitada se encuentra incluida en este.

**3. Dirección del predio donde se pretende realizar el proyecto (calle, número, colonia, localidad, municipio, código postal y teléfono) e incluir como anexo, la ubicación en Google Earth, impreso y en formato KML.**

Se omite presentar la pregunta cómo se establece en el instructivo, ya que el Estudio de Riesgo se presente junto con una Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que la información solicitada se encuentra incluida en este.

**4. Nombre del proyecto, memoria descriptiva del mismo describiendo con detalle los procesos y procedimientos que involucra e indicando las diferentes etapas que se implementarán (preparación del terreno, construcción y operación). Incluir cronogramas de trabajo.**

Se omite presentar la pregunta cómo se establece en el instructivo, ya que el Estudio de Riesgo se presente junto con una Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que la información solicitada se encuentra incluida en este.

**5. Señalar la superficie total del predio y la superficie del mismo que se requiere para el proyecto haciendo un desglose de áreas y destino de las mismas, representándolas en un plano de conjunto del proyecto en el que se señalen las restricciones por derechos de vías, tendidos eléctricos, ductos, cuerpos de agua, etc.**

Se omite presentar la pregunta cómo se establece en el instructivo, ya que el Estudio de Riesgo se presente junto con una Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que la información solicitada se encuentra incluida en este.

**6. Usos del suelo asignado al predio en cuestión según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano o similar, (Cédula Informativa de Zonificación).**

Se omite presentar la pregunta cómo se establece en el instructivo, ya que el Estudio de Riesgo se presente junto con una Manifestación de Impacto Ambiental, por lo que la información solicitada se encuentra incluida en este.



**7. Ubicar en una ortofoto, (Google Earth), la poligonal del predio y señalar en un radio de 500 metros en torno a este, causas y cuerpos de agua permanentes o intermitentes, masas arbóreas, centros de población, conjuntos habitacionales, minas, tiraderos, rellenos sanitarios, zonas industriales, terminales áreas o de autobuses, parques, zonas de reserva ecológica, áreas naturales protegidas, zonas arqueológicas y en general toda obra, actividad y elemento ambiental significativos existentes dentro del radio, antes señalado indicando su distancia al predio del proyecto.**

Debido a la consolidación de la traza urbana del Municipio de Tlalnepantla, no existen áreas de interés que ofrezcan la evidencia de algún impacto significativo o de riesgo con el proyecto, a continuación se muestra algunos puntos de interés en el radio solicitado.

El único elemento de Riesgo que se identifica son los Ductos de Gas Natural, los cuales están a una distancia de 60 metros aproximadamente, aunque cabe señalar que de dichos ductos se alimentará el proyecto, para abastecer de Gas Natural las instalaciones del **CENTRO COMERCIAL, HOTEL Y OFICINAS "PASAJE TLALNEPANTLA", PROMOVIDO POR INMOBILIARIA ZONA MX S.A. DE C.V.**

**Tabla 1.** Distancia del predio a puntos de interés.

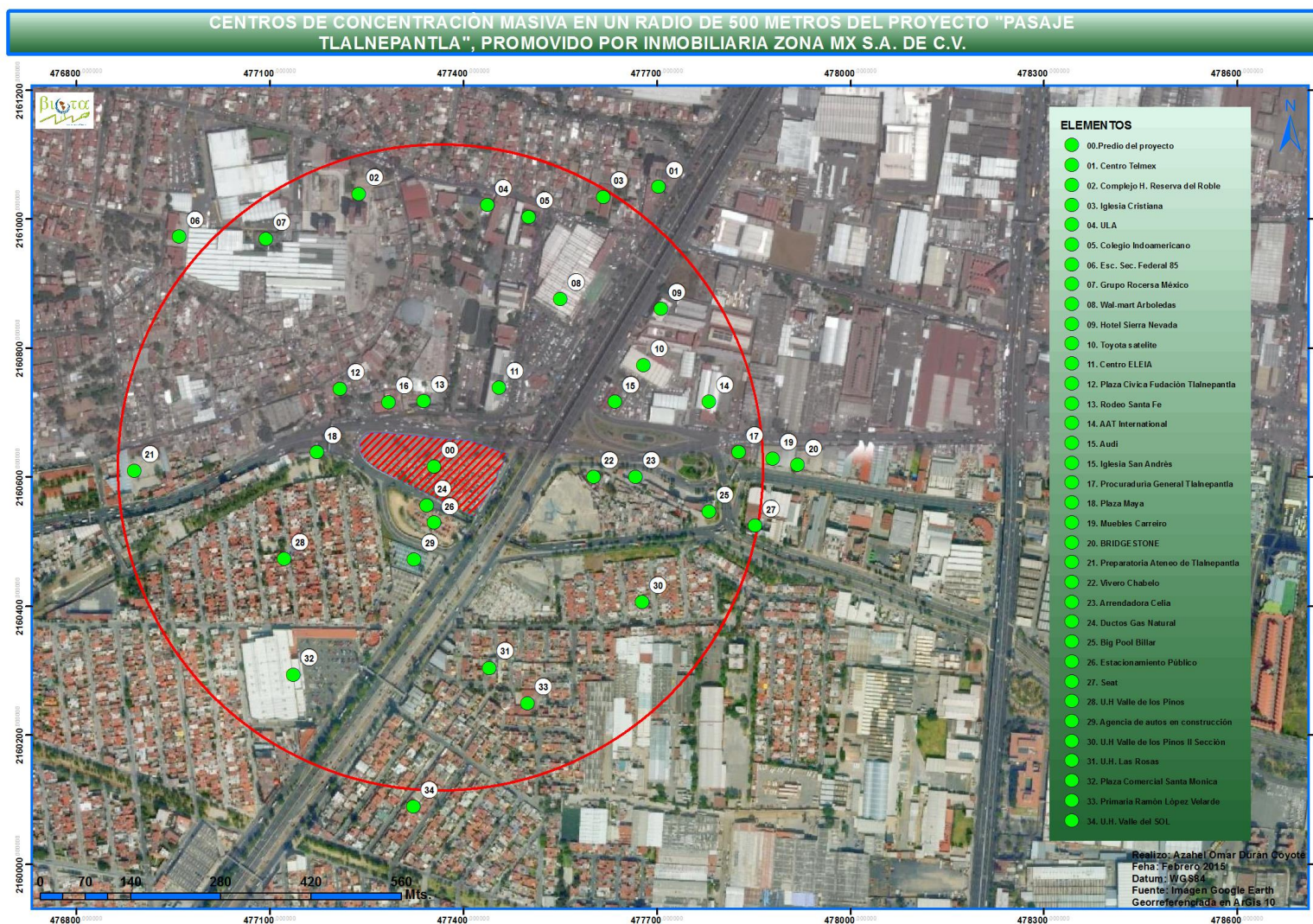
NOMBRE	COORDENADA UTM_X	COORDENADA UTM_Y	DISTANCIA
00. Predio del proyecto	477355.00	2160616.00	0.00
01. Centro Telmex	477702.68	2161049.16	549.76
02. Complejo H. Reserva del Roble	477238.00	2161038.00	441.21
03. Iglesia Cristiana	477617.21	2161032.91	487.82
04. ULA	477438.00	2161021.00	412.11
05. Colegio Indoamericano	477502.00	2161002.00	410.17
06. Esc. Sec. Federal 85	476960.00	2160972.00	539.50
07. Grupo Rocersa México	477094.00	2160968.00	444.61
08. Wal-Mart Arboledas	477551.00	2160875.00	319.41
09. Hotel Sierra Nevada	477707.00	2160860.00	420.56
10. Toyota satélite	477680.00	2160773.00	352.33
11. Centro ELEIA	477456.00	2160738.00	152.74
12. Plaza Cívica Fundación Tlalnepantla	477209.00	2160736.00	197.06
13. Rodeo Santa Fe	477339.00	2160717.00	104.81
14. AAT International	477781.00	2160716.00	428.11
15. Audi	477635.00	2160716.00	288.25
16. Iglesia San Andrés	477284.28	2160715.08	128.16
17. Procuraduría General Tlalnepantla	477827.00	2160638.00	462.68
18. Plaza Maya	477173.00	2160638.00	193.19
19. Muebles Carreiro	477880.00	2160628.00	515.28
20. BRIDGESTONE	477919.00	2160618.00	554.14
21. Preparatoria Ateneo de Tlalnepantla	476890.00	2160609.00	474.91
22. Vivero Chabelo	477602.00	2160600.00	237.63
23. Arrendadora Celia	477667.00	2160600.00	302.52

NOMBRE	COORDENADA UTM_X	COORDENADA UTM_Y	DISTANCIA
24. Ductos Gas Natural	477343.33	2160555.50	63.68
25. Big Pool Billar	477781.00	2160546.00	421.88
26. Estacionamiento Público	477354.60	2160529.36	86.68
27. Seat	477853.00	2160524.00	496.62
28. U.H Valle de los Pinos	477123.00	2160473.00	280.69
29. Agencia de autos en construcción	477324.19	2160471.47	149.60
30. U.H Valle de los Pinos II Sección	477678.00	2160406.00	376.71
31. U.H. Las Rosas	477440.56	2160303.60	320.89
32. Plaza Comercial Santa Mónica	477137.00	2160293.00	394.82
33. Primaria Ramón López Velarde	477500.02	2160248.78	390.76
34.U.H. Valle del SOL	477323.11	2160088.55	528.53

Fuente: BIOTA, 2015



**Ilustración 1.** Plano en un radio de 500 de distancia al proyecto.



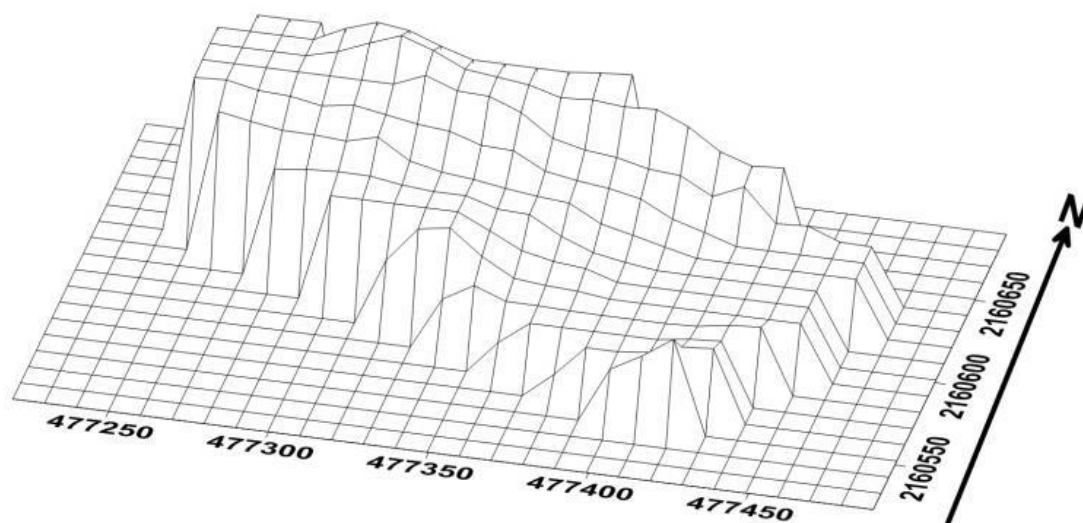
Fuente: BIOTA, 2015.

**8. Estudio de mecánica de suelos, en el que se señale profundidad del manto freático, capacidad de carga, detección de fallas, fracturas y el cálculo de estructuras (fosas para tanques, cimentaciones, construcciones etc.)**

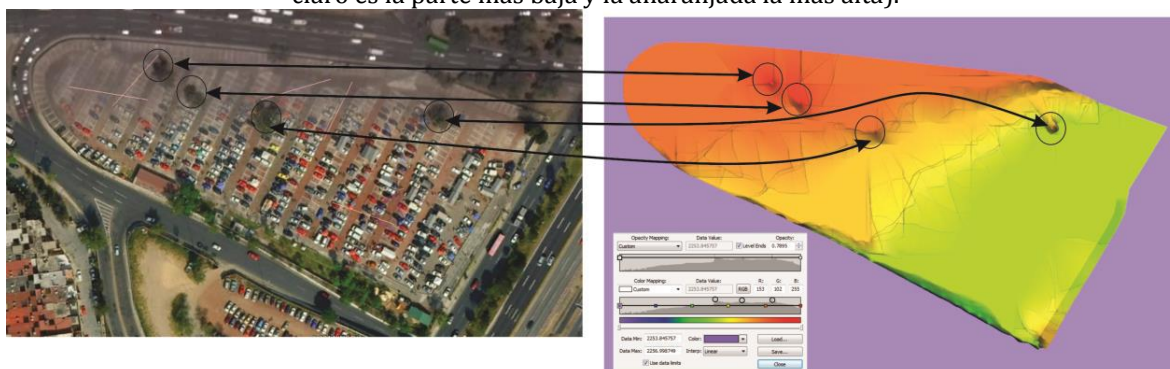
Se anexa Estudio de Mecánica de Suelos, realizado por la empresa URBA INGENIERÍA; Para la construcción del proyecto: Centro Comercial, Hotel y Oficinas "Pasaje Tlalnepantla", la cual señala lo siguiente:

Con el objetivo de visualizar la topografía del Predio de proyecto, se realizó un modelo de elevación digital en función de la topografía proporcionada por el Área de Proyectos. Para efectos visuales y poder entender mejor la forma de la figura, se elaboró una malla con los puntos separados a 10 m entre elevaciones. De acuerdo a la malla reportada en la Ilustración la zona poniente es la que tiene mayor altura, y la de menor elevación topográfica corresponde al lado oriente; a lo largo de las arboledas aparecen una sub-depresión que puede estar asociada una zona de escurrimientos antiguos, ver la Ilustración.

**Ilustración 2.** Malla del modelo topográfico del Predio de Proyecto.



**Ilustración 3.** Aérea del Predio de Proyecto y mapa de elevación digital en colores falsos (la zona verde claro es la parte más baja y la anaranjada la más alta).

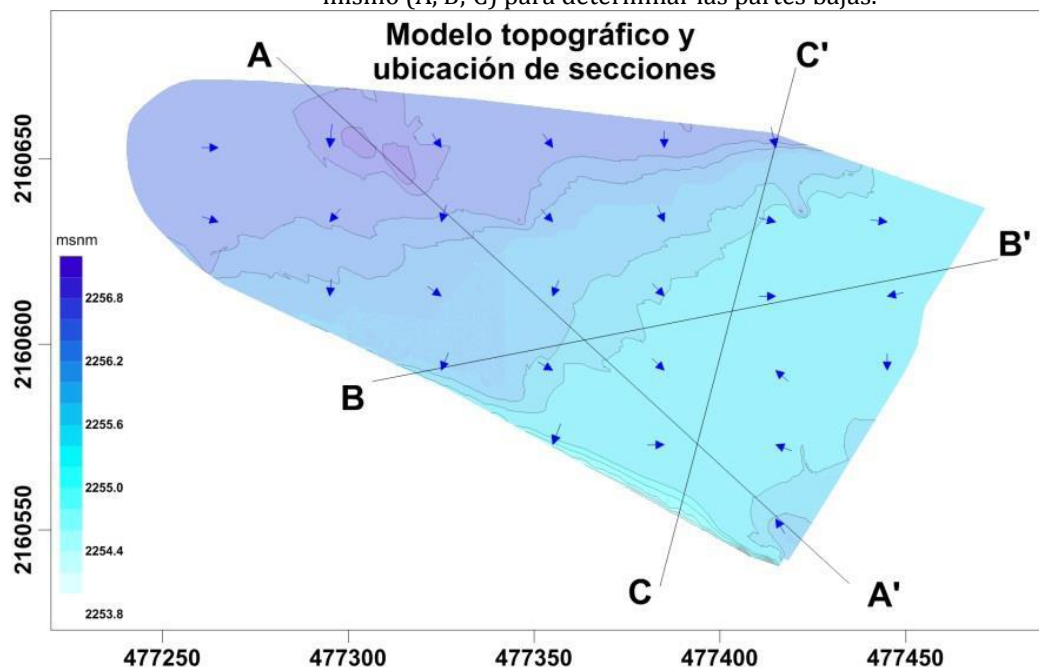




### Zonas potenciales de inundación.

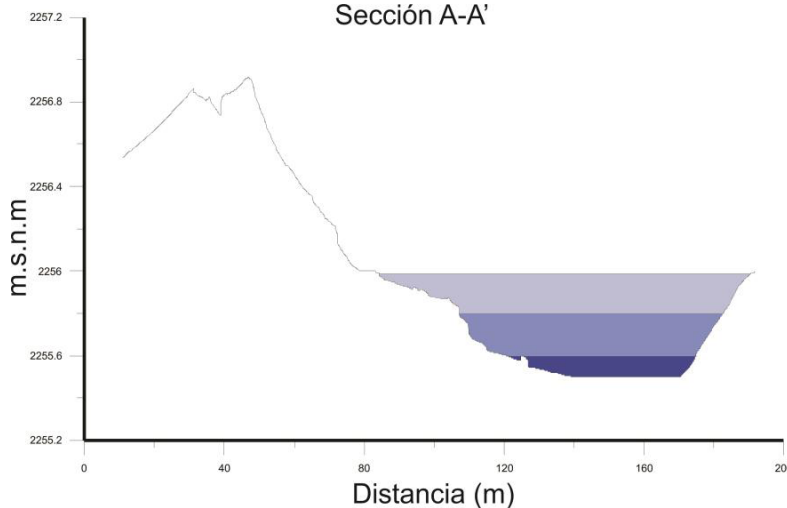
En la Ilustración se presenta el modelo topográfico a la ubicación de secciones altimétricas que pretenden mostrar las partes “bajas” del predio susceptibles de inundación y en las que se debe tener especial cuidado para la gestión del agua de precipitación pluvial, se recomienda aprovechar la pendiente natural y la del hundimiento regional para sacar el agua de precipitación pluvial hacia el oriente.

**Ilustración 4.** Modelo sombreado de elevaciones dentro del predio y las secciones trazadas dentro del mismo (A, B; C) para determinar las partes bajas.

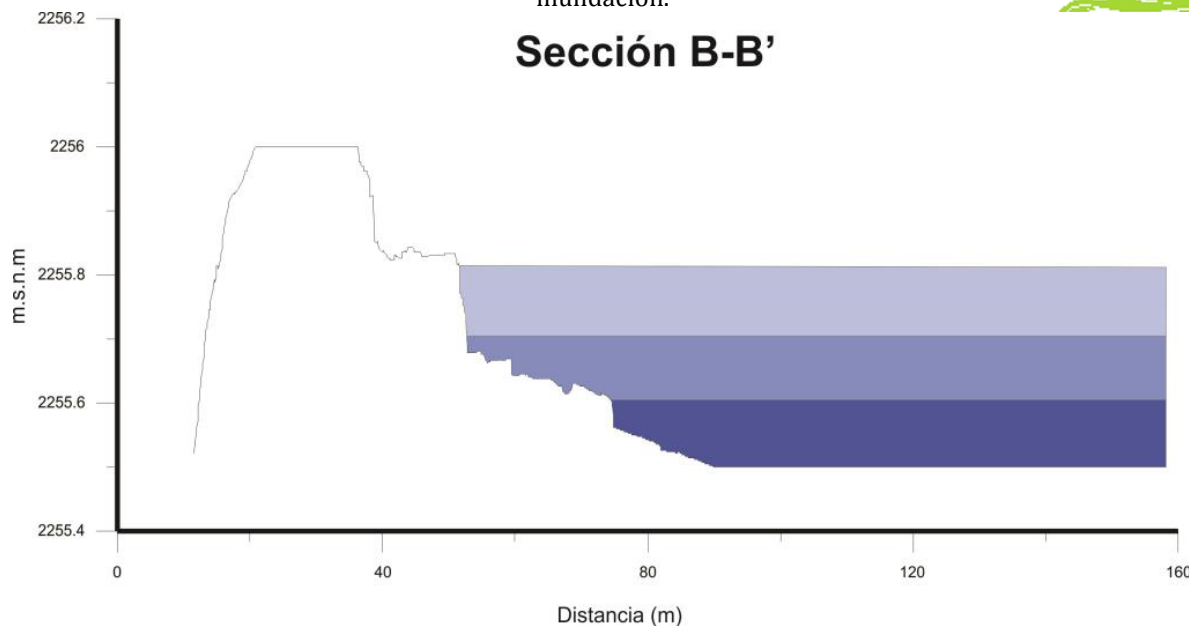


Cada una de las secciones (A →A'; B →B'; y C →C') mostradas en las ilustración están dispuestas en la dirección que se muestra; estas únicamente comprenden la longitud del modelo sombreado.

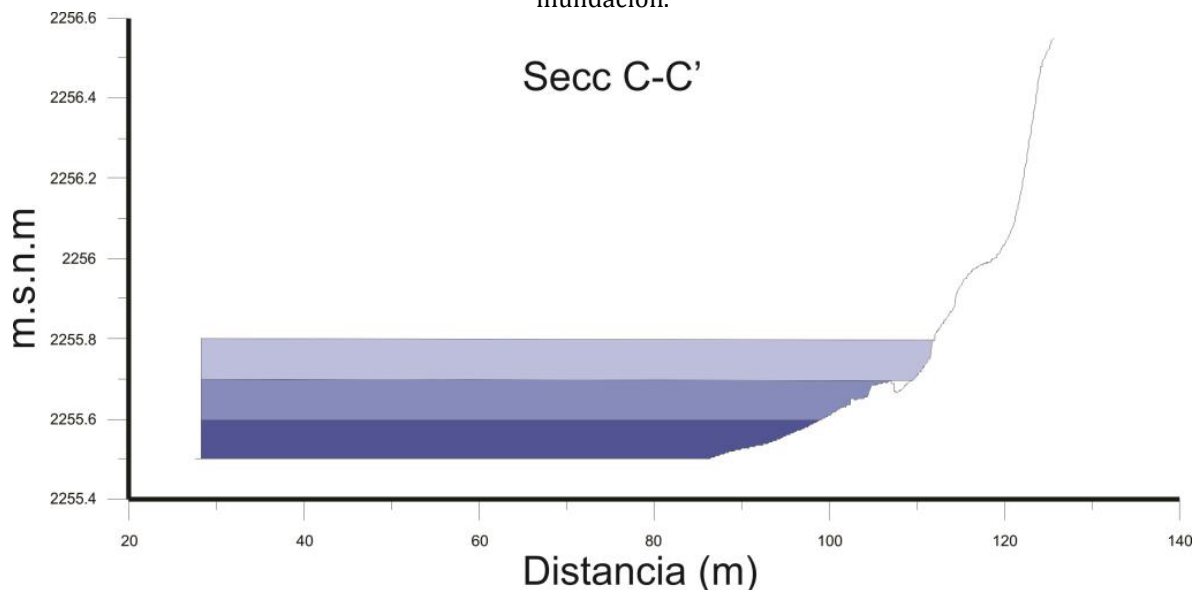
**Ilustración 5.** Sección A →A', de NNW a SSE, el asurado azul muestra la zona baja. O de potencial inundación.



**Ilustración 6.** Sección B → B', de SSW a NNE, el asurado azul muestra la zona baja o de potencial inundación.



**Ilustración 7.** Sección C → C', de Sur a Norte, el asurado azul muestra la zona baja o de potencial inundación.



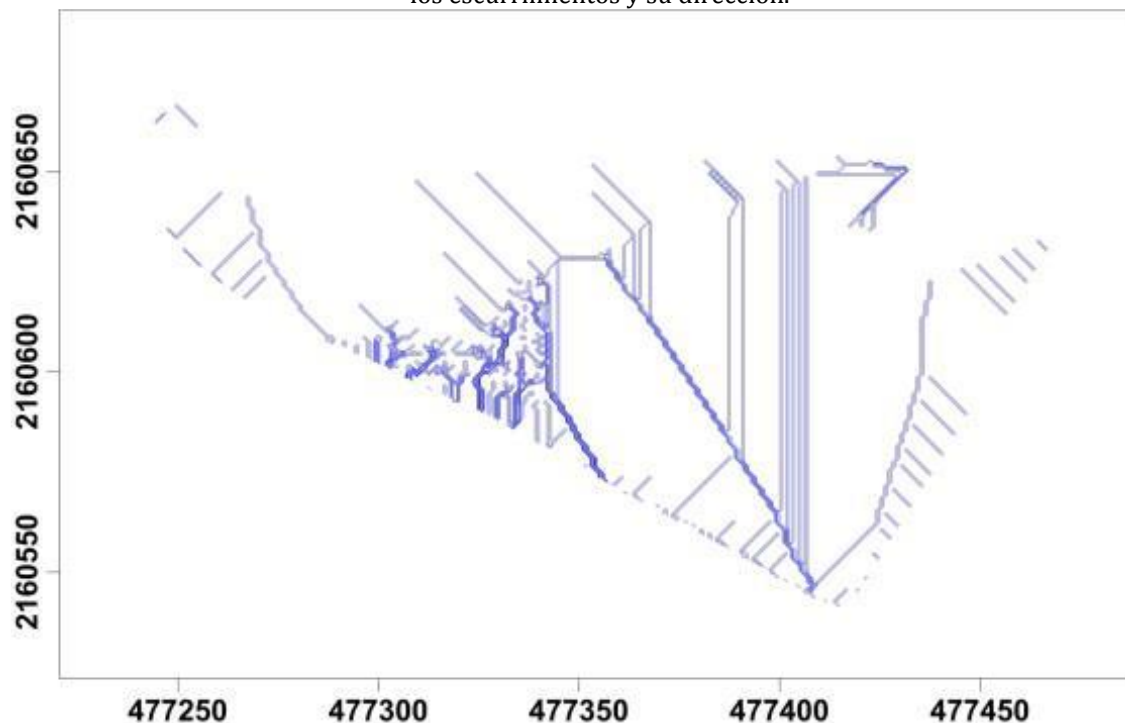
#### Aspectos hidrológicos.

El modelo de escurrimientos, se elaboró mediante el criterio propuesto por Horton, R. E. (1945) y modificado por Strahler, A. N. (1957); posteriormente se utilizó el algoritmo de Gleyzer et al., (2004) que utiliza un Cluster (grupo) de pixeles contiguos unos a otros (kernel) y determina cual es el que presenta el mayor vector para la dirección del flujo. Con los vectores, elaboramos el raster de escurrimientos; a partir del cual se utiliza el pixel fuente y la dirección que este lleva al pixel contiguo y se toma como generalidad siempre el pixel de mínima elevación y su dirección en el modelo rasterizado, después de analizar la imagen barriendo todos los pixeles el número de veces que sea necesario, el sistema determina, cuando todos los pixeles de una imagen han sido utilizados y la información se almacena en una base de datos en ASCII.

Posteriormente los datos son analizados y vectorizados en función del orden de importancia; finalmente los resultados almacenados en la base de datos son nuevamente interpolados y se les asigna

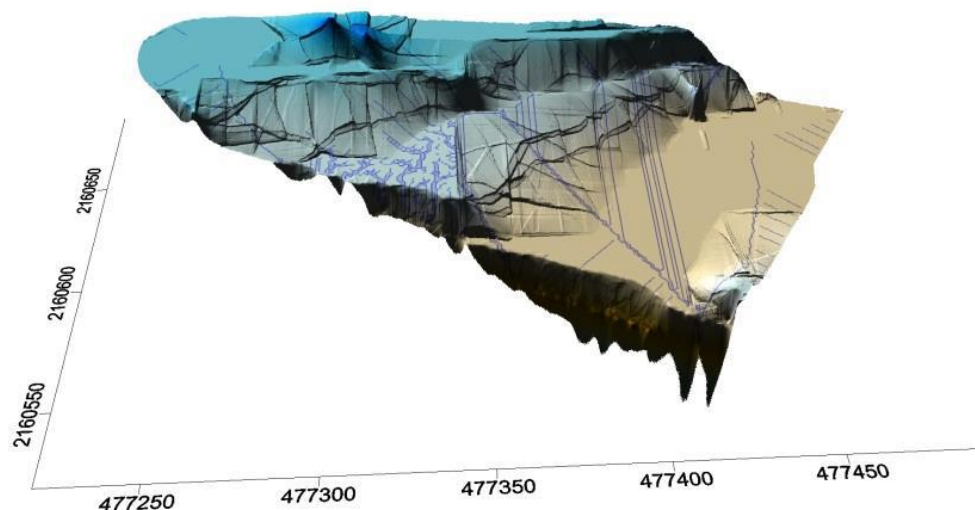
un orden de importancia de acuerdo al número de veces que el sistema analizó el pixel, ver la Ilustración.

**Ilustración 8.** Modelo hidrológico en el que se considera únicamente el Predio con objeto de determinar los escurrimientos y su dirección.



Con objeto de poder observar mejor la distribución de los escurrimientos, los escurrimientos fueron montados a un modelo de 3D, ver la Ilustración.

**Ilustración 9.** Modelado 3D y modelado hidrológico (en azul) montado en un MED-3D.



### **EXPLORACIÓN DIRECTA, ANÁLISIS ESPECTRAL DE ONDAS SUPERFICIALES Y ESTRATIGRAFÍA.**

La exploración del subsuelo para establecer la estratigrafía se realizó mediante dos técnicas: análisis espectral de ondas superficiales "AEOS" y directa mediante pozos a cielo abierto y sondeos mixtos a 30 m de profundidad.

### **EXPLORACIÓN MEDIANTE EL ANÁLISIS ESPECTRAL DE ONDAS SUPERFICIALES, AEOS.**

Para poder establecer la estructura geológica y las capas que componen la columna estratigráfica, en cuatro sitios se realizaron las mediciones del análisis espectral de ondas superficiales; tanto de Fuente Activa representado por líneas amarillas con tendidos hasta de 60 m de longitud, utilizando geófonos de 4 Hz de frecuencia y componente vertical; para el registro de fuente pasiva se utilizaron geófonos de componente triaxiales, dos de ondas de corte y uno vertical de 5 Hz de frecuencia. Se dispusieron en forma circular para una mejor adquisición de datos y eliminación del ruido.

### **Exploración directa mediante pozos a cielo abierto, PCA y sondeos mixtos, SM.**

A partir de las imágenes de velocidad tanto de tomografía sísmica y ondas superficiales, fueron seleccionados cinco sitios para realizar las exploraciones directas mediante sondeos mixtos, con excavaciones de pozos a cielo abierto

### **Sondeos Mixtos "SM"**

Se realizaron cinco sondeos exploratorio mixto denominado SM-01 a SM-05. Se llevaron hasta la profundidad de 30m empleando la técnica de la penetración estándar combinando la recuperación de muestras alteradas por medio del tubo partido, recuperación de muestras inalteradas por medio del tubo de pared delgada tipo Shelby y el avance con broca tricónica en suelos duros.

La prueba de la penetración estándar se realizó mediante lo especificado en la norma ASTM-1586 (American Standard for Testing and Materials), que indica el uso de un martinete de 64 kg que, cayendo desde una altura de 75 cm, golpea una tubería en cuyo extremo se encuentra el penetrómetro estándar (tubo partido de 5.08 cm de diámetro exterior, 3.64 cm de diámetro interior y 60 cm de longitud). El número de golpes necesarios para hincar los 30 cm intermedios del penetrómetro en el suelo, es indicativo de la resistencia de éste. Los procedimientos descritos se realizaron con la ayuda de una máquina rotaria, una bomba para lodos además de los andamios y la tubería necesaria para alcanzar la profundidad requerida. Se llevó un registro de campo donde se anotó la clasificación de las muestras obtenidas, así como el número de golpes, además de los volúmenes de agua y lodos empleados en la perforación.

### **Pozos a Cielo Abierto, PCA.**

De los pozos a cielo abierto se formaron las estratigrafías. El procedimiento de excavación fue el normal y con objeto de profundizar y tomar muestras inalteradas se realizaron rampas hasta de cinco metros de profundidad.

### **TRABAJOS DE LABORATORIO**

Las pruebas de laboratorio se dividen en propiedades índice y mecánicas. Se realizaron las pruebas índices y mecánicas con muestras obtenidas a diferentes profundidades, se determinó el contenido de agua natural y el peso específico de la masa del suelo.

Para obtener las características de plasticidad, se hizo pasar al material por la malla No. 40 para obtener las propiedades índice de plasticidad del suelo: límite líquido y límite plástico (Límites de Atterberg), utilizando el método y dispositivos estandarizados por A. Casagrande.

Se realizó la separación por tamaños de las partículas sólidas que constituyen al suelo, con el fin de determinar su composición granulométrica y sus coeficientes de degradación, por medio de ensayos Mecánicos por cribado en los suelos gruesos y en los suelos finos se realizaron ensayos por medio de lavado, de acuerdo a los porcentajes de partículas contenidas en las muestras de material, se clasificó éste conforme a lo indicado con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS.).

Adicionalmente se determinó la densidad de sólidos (Ss), relación gravimétrica que se utilizó para definir las relaciones volumétricas del suelo.

Las propiedades mecánicas de resistencia se determinaron en el laboratorio a través de pruebas de compresión triaxial no consolidada no drenada (UU) y ensayos a la compresión axial confinada,

utilizando probetas cilíndricas de aproximadamente 7.60 cm de altura y 3.50 cm de diámetro, las cuales se sometieron a carga axial hasta la falla, previa aplicación de un confinamiento lateral que representa las condiciones de presión a las que se encuentra sujeto el suelo en estudio en su estado natural, con los resultados arrojados en los ensayos de laboratorio se determinaron las curvas esfuerzo-deformación, círculos de Mohr y por medio de estos, los parámetros de resistencia al corte del suelo.

### **ESTRATIGRAFÍA**

La estratigrafía encontrada en el sitio con base en las observaciones hechas durante la campaña de exploración y en los resultados arrojados por los trabajos de laboratorio se muestra en el Anexo A, mediante los perfiles estratigráficos del sondeo de penetración estándar y del pozo a cielo abierto. En dichos perfiles se muestran con detalle las propiedades índices y mecánicas de los estratos identificados.

A partir de los resultados de la exploración y pruebas de laboratorio realizadas, así como de la recopilación de la información geotécnica de sondeos profundos se definió la estratigrafía del predio que presenta las características típicas de la Zona I. En forma general la columna estratigráfica es de 0 m a 4 m arcillas del tipo "CH", con altos contenidos de agua; de 4 m a 12 m arcillas de alta plasticidad "CH" y de 12 m a 30 m se tienen limos de baja plasticidad "ML" que se han clasificado así después de disgregar la muestra.

### **Profundidad del Nivel del Agua.**

En los Sondeos Mixtos se encontró agua en el SM 1 a 14 m y en el SM 5 a 8 m, aparenta ser agua colgada porque el nivel estático del acuífero regional se encuentra a 60 m de profundidad promedio. Por otra parte, se tienen varias bajadas de agua de la parte poniente a oriente lo que puede ocasionar que durante las excavaciones se encuentren escurrimientos.

### **ANÁLISIS GEOTÉCNICO, PROPUESTA DE CIMENTACIÓN Y PROPIEDADES GEOTÉCNICAS**

Al momento de la realización de este estudio no se tenían las descargas de las estructuras, pero aun así por las características de los materiales diferenciados y el tipo de proyecto, la solución de cimentación se propone que sea a base de pilas de cimentación, desplantadas en el estrato competente.

Así también existirá una excavación profunda, para este caso el sistema de protección para realizar dicha excavación se propone sea mediante un Muro o bien un Muro-Pila.

Con este tipo de cimentación se limitará a transmitir el incremento de esfuerzos al subsuelo a valores que nos den como resultado asentamientos admisibles, tanto totales como diferenciales y se conducirán al subsuelo esfuerzos admisibles durante las acciones dinámicas.

Analizando los perfiles estratigráficos y por el tipo de material detectado en los tubos shelby extraídos durante la perforación, los materiales son arcillosos, arenosos y limosos, se procedió a la determinación del ángulo de fricción interna y cohesión mediante pruebas triaxiales.

### **CONCLUSIONES**

El predio se localiza, desde el punto de vista geotécnico, en la Zona I (Zona de lomas) de acuerdo a las coordenadas de ubicación del predio, pero tomando en cuenta la estratigrafía detectada en la exploración directa se determinó el coeficiente sísmico a partir de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento de Construcción del DF  $C_s=0.32$ .

El nivel de aguas freáticas se localizó al poniente a 12 m y al oriente a 14 m de profundidad; se pueden presentar escurrimientos, además de hay que considerar que esto puede variar de acuerdo al tiempo de estiaje o de lluvias; de acuerdo a la época a en que se realice la construcción.

La revisión del estado límite de falla se realizó considerando pilas de cimentación por el tipo de suelo y la zona sísmica en que se localiza el sitio en estudio. Las capacidades de carga admisible son:

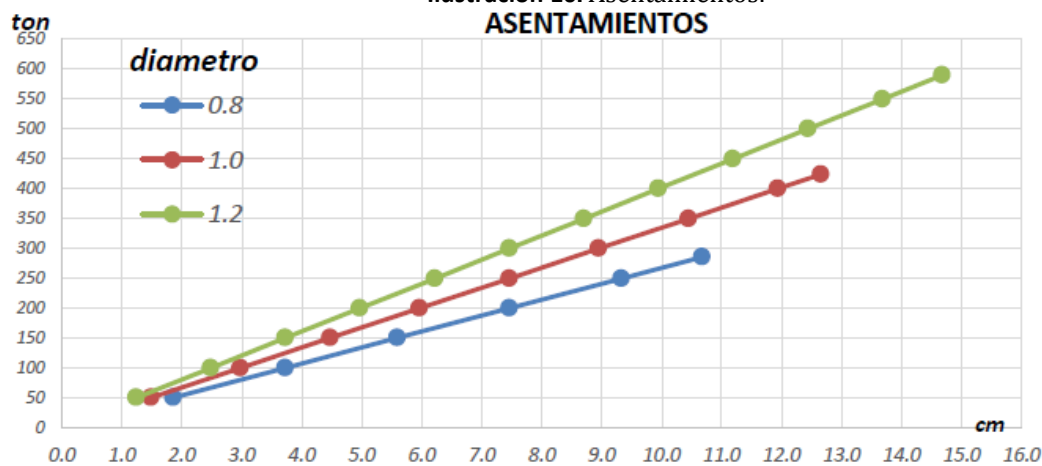


**Tabla 2.** Capacidades de carga admisibles

Dimensiones (m)	L (m)	Φ	FR	Cap ton
0.80	20.0	33	0.35	286
1.00				424
1.20				590
0.80	25.0			380
1.00				564
1.20				784

También se evaluaron los asentamientos para la cimentación propuesta arrojando asentamientos como se aprecia en la siguiente gráfica.

**Ilustración 10.** Asentamientos.  
**ASENTAMIENTOS**



## RECOMENDACIONES

### RECOMENDACIONES DE DISEÑO.

- Se recomienda realizar el diseño sísmico con el Coeficiente obtenido de las NTC-RCDF para diseño por sismo  $C_s=0.32$ .
- La solución de cimentación será a base de pilas, considerando las capacidades de carga presentadas en capítulos anteriores. Se deberán de considerar los asentamientos calculados para las diferentes cargas.
- El proyecto estructural realizará la revisión de estados límite de falla ante condiciones dinámicas y se evitarán las tensiones en estos análisis.
- Para realizar la excavación se empleará un sistema de contención a base de Muro pilas, esto debido a que la profundidad de excavación, esto con la finalidad de proteger estructuras colindantes, el diseño del Muro pila será complementado por el diseño estructural.

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Una vez analizada la propuesta de cimentación para el edificio, de acuerdo a los lineamientos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y verificando que se cumplen los requisitos establecidos, es necesario establecer el procedimiento constructivo general para llevar a cabo satisfactoriamente los trabajos de cimentación, que se describen a continuación:

- Inicialmente sobre toda el área donde se pretende la construcción del proyecto se retirará toda estructura existente, siendo pisos, cimentaciones superficiales y rellenos no controlados.
- Una vez realizado lo anterior se procederá a la construcción de la cimentación pilas, realizando las excavaciones con equipo pesado.
- Para la excavación se empleará un sistema Muro o Muro-Pila.

- La excavación se afinara en los últimos 30.0 centímetros realizándose manualmente para tener una superficie de desplante nivelada

## **Procedimiento constructivo general de Pilas**

### **Excavación.**

- Se entenderá por excavación o perforación un barreno cilíndrico vertical en subsuelo, el cual deberá ser estable en sus paredes hasta la profundidad que deba ser de acuerdo con el estudio de cimentación correspondiente y que tenga la sección transversal de forma y dimensiones acordes con las cargas por transmitir al subsuelo y con la capacidad de carga de diseño.
- El equipo empleado para realizar la perforación podrá ser con ayuda de una perforadora a rotación montada sobre una grúa fija o móvil. Tal equipo deberá
- proporcionar variación de velocidad de perforación, para ser regulada de tal manera que no provoque caídos.
- Se deberá contar con la herramienta propia para perforar los suelos que conforman la estratigrafía, así como también la capa de apoyo compuesta por arenas y limos de compacidad densa. La herramienta puede estar compuesta por barrenos helicoidales con dientes de tungsteno, complementado con botes cortadores y botes limpiadores de azolve.
- La herramienta de perforación deberá garantizar el diámetro del proyecto en toda la longitud de la perforación.
- La perforación no deberá permanecer abierta más de 4 horas ya que tiempos prolongados de construcción pueden dar lugar a relajamientos de esfuerzos en el sitio, lo cual permitiría cierto desplazamiento del suelo hacia el interior del barreno, teniendo así una disminución de la resistencia al corte y por consiguiente mal comportamiento de la pila.
- El equipo deberá ser seleccionado en relación al tipo de suelo y siendo también importante la condición del lugar y sus afectaciones en colindancias.
- Para evitar caídos en ésta zona, debido a la existencia de estratos de limos y arenas en estado suelto, así como para evitar tubificaciones por presiones hidrostáticas, se recomienda el empleo de ademe o en su defecto lodos bentoníticos de alta densidad (de 1.05 a 1.10 kg/lit).
- El lodo estabilizador se deberá sustituir progresivamente al material extraído de la perforación, teniendo especial cuidado de mantener el nivel de éste, cercano al brocal, para garantizar la presión hidrostática máxima sobre las paredes.

### **Colocación del Armado de Refuerzo.**

- Durante la colocación del acero deberá cuidarse en caso que no se utilice ademe, que se recargue en las paredes para evitar caídos de material.
- El armado deberá ser colocado verticalmente y centrado con respecto al barreno, con la finalidad de que se garantice el recubrimiento del acero de refuerzo para evitar los agentes adversos atmosféricos y químicos que dañen el acero.
- El armado una vez lograda su verticalidad y centrado, deberá fijarse con una estructura especial para evitar los movimientos durante el proceso de colado.
- Se recomienda que el recubrimiento sea como mínimo 10 cm en un ambiente agresivo.

### **Colocación del Concreto en el Barreno.**

- Además de los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales que interviene en la elaboración del concreto, deberán cuidarse los siguientes aspectos:
- El tamaño máximo del agregado no será mayor de 2/3 de la abertura mínima entre el acero de refuerzo o del espesor del recubrimiento, lo que sea más pequeño.
- El revenimiento se recomienda de  $15 \pm 2$  cm, además del uso de aditivos que retrasen el tiempo de fraguado para mejor trabajabilidad. Es importante asegurar un colado continuo para evitar juntas frías.
- La colocación del concreto deberá asegurar en todo momento su integridad y continuidad.
- Antes de iniciar el colocado del concreto, deberá realizarse un lavado del fondo del barreno para remover los sedimentos y ponerlos en suspensión.

- Se recomienda emplear una o varias tuberías estancas (Tremie) de acuerdo con las dimensiones de la pila, cuyo diámetro interno sea por lo menos seis veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso del concreto.
- La tubería podrá estar integrada por tramos de 3 m de longitud como máximo, que sean fácilmente desmontables, por lo que se recomienda que tengan cuerdas de listón o trapezoidales.
- La tubería debe ser totalmente lisa por dentro y de preferencia que también por fuera; lo primero para facilitar el flujo interno y lo segundo para evitar atoramientos en el acero de refuerzo.
- Por arriba de la tubería se acoplará una tolva para recibir el concreto, de preferencia de forma cónica y con un ángulo comprendido entre 60 y 80°.
- El procedimiento de colado mediante tubería Tremie se debe colocar a partir del fondo del barreno dejando permanentemente embebido el extremo inferior de la misma.

#### **Generales para Pilas.**

- En caso de pilas muy cercanas (distancia máxima de 1.5 veces el diámetro de la pila) la realización de los barrenos se llevará a cabo de una manera alterna, es decir, se dejará el espacio de una pila entre la perforación de una pila y otra, con la finalidad de no remodelar el suelo adyacente entre pila y pila durante el proceso constructivo.
- Se podrá realizar la perforación de la pila de en medio, cuando haya fraguado el concreto de las pilas aledañas a ella, considerando un tiempo mínimo de 24 horas.

#### **Inspección y Verificación de Pilas.**

##### **Inspección.**

La inspección y verificación de pilas incluye entre otros aspectos:

- La corroboración de su localización.
- La inspección directa de la excavación.
- La protección del barreno y de las construcciones vecinas.
- La calidad (viscosidad, densidad, contenido de arena, etc.) de los lodos bentoníticos de perforación.
- La verificación de la verticalidad del barreno y de las dimensiones del fuste.
- La confirmación de la profundidad de desplante adecuada de la capacidad de carga del estrato de apoyo.
- La verificación de la calidad de los materiales usados para el concreto.
- La verificación de que los procedimientos de colocación del concreto sean adecuados.
- Deberá marcarse con una estaca la localización exacta de cada una de las pilas y verificar su posición inmediatamente antes de la construcción de cada unidad topográficamente. Después de terminada la instalación, la localización de cada elemento se deberá comparar con la tolerancia permisible prevista.

##### **Excavación.**

Entre los conceptos que se deben verificar durante la excavación son:

- Información general: fecha, condiciones atmosféricas, identificación individual, hora de inicio y terminación de la excavación, equipo utilizado, personal a cargo etc.
- Localización de la pila; se debe determinar con aparatos la desviación del centro de la excavación terminada con respecto al centro de proyecto.
- Conformidad del procedimiento de excavación con las especificaciones o con la práctica correcta.
- Verticalidad y dimensiones de la excavación a intervalos regulares. La verticalidad de la excavación se debe comparar con el valor de proyecto y con la desviación permisible especificada.
- Eficiencia del método y equipo usados para atravesar estratos permeables y grandes obstrucciones.
- Seleccionar adecuadamente la secuela de excavación y colado, cuando se complete ejecutar varias pilas relativamente cercanas, a fin de garantizar el movimiento del equipo y seguridad.
- Registro de los estratos de suelo atravesados durante la excavación.

- Profundidad de empotramiento en el estrato duro, elevación del fondo.
- Calidad del estrato de apoyo (esto debe hacerse con inspección visual cuando sea posible). Para altas capacidades de carga se recomienda la obtención de núcleos y el ensaye "in situ" del material hasta una profundidad de 1 a 2 diámetros bajo el nivel de desplante. El inspector debe decidir cuándo se ha alcanzado el material de apoyo y cuál es la profundidad correcta de la pila.
- Limpieza del fondo de las paredes de la excavación y del ademe permanente.
- Gasto de filtración hacia la excavación.

### Colado del Concreto.

Después de haber inspeccionado y aprobado la excavación, se puede proceder a colocar el acero de refuerzo y el concreto. Entre los conceptos que se deben verificar o anotar son los siguientes:

- Información general: fecha, condiciones atmosféricas, identificación de la pila, hora de inicio y terminación del colado.
- Calidad del concreto (proporcionamiento, revenimiento, tiempo después de mezclado); se deberán tomar cilindros de cada olla y de cuando menos tres de cada pila.
- Que el método de colocación y posicionamiento correcto del tubo o canalón de descarga de concreto sean los correctos; llevar registro continuo del embebimiento del extremo del tubo tremie en el concreto. No usar tubería que tenga elementos que se atoren por dentro ni por fuera.
- Verificar que el fondo del barreno se encuentre limpio antes de colocar el concreto.
- Verificar que el acero de refuerzo cumpla con planos y especificaciones antes de hincarlo en la perforación.
- Vibrar los últimos metros (de 1.5 a 3 m) cuando el revenimiento haya sido menor a 10 cm.

### Criterios de Aceptación para Pilas.

- La localización de la pila debe hacerse topográficamente, durante el proceso de perforación, máximo se debe aceptar un 4 % de desviación en relación al diámetro de la pila en cualquier dirección, mismo que debe considerarse en el diseño estructural.
- Verticalidad. La desviación vertical de la pila deberá estar comprendida en 1 % de la longitud de la pila.
- Se deberá remover el material suelto y el azolve antes de colocar el concreto en el fondo de la pila.

### Informe para Pilas.

Se deberá llevar un control de diario de las actividades, para presentar al director de obra, proyectista estructural y mecánica de suelos en formas preparadas ex profeso. Los cuales deberán tener la siguiente información:

- a) Localización y dimensión de pilas.
- b) Elevación de brocal y fondo de pila.
- c) Registro de verticalidad de la pila.
- d) Método de perforación.
- e) Perfil estratigráfico.
- f) Descripción de las condiciones de aguas freáticas.
- g) Descripción de las obstrucciones y tipo de éstas.
- h) Descripción de cualquier movimiento del suelo o pérdida de éste así como sus métodos de control.
- i) Dimensiones del barreno en campo.
- j) Método de limpieza de los barrenos.
- k) Elevación del material de apoyo, velocidad de avance en el material de apoyo y profundidad de empotre y obtención de muestras para su clasificación.
- l) Método de colocación del concreto. Registro de la carga de altura del concreto y nivel de concreto al comenzar el vibrado.
- n) Registro de la condición del concreto entregado en obra, registrando pruebas de revenimiento y toma de muestras.
- o) Registro de cualquier desviación de especificaciones y decisiones tomadas con respecto a la obra durante el proceso constructivo, debe estar autorizado por el especialista en mecánica de suelos.

#### GENERALES.

1. Estas recomendaciones son desde el punto de vista mecánica de suelos, cualquier modificación deberá ser analizada por un especialista en la materia.
2. La profundidad de desplante y las dimensiones de la cimentación estará dada por el proyecto estructural de acuerdo con los análisis presentados en este informe y las descargas definitivas.
3. Se deberán realizar nivelaciones topográficas durante el tiempo que dure la obra y durante tres años cada seis meses después de terminada la obra, con la finalidad de detectar cualquier movimiento no esperado y poder tomar las medidas correspondientes.
4. Antes de iniciar la construcción del edificio, se deberá de realizar un levantamiento físico de las colindancias, notificado por medio de un notario público, esto con la finalidad de deslindar responsabilidades de cualquier tipo de daño físico.
5. Se recomienda la supervisión de un especialista en mecánica de suelos, durante el proceso de construcción de la cimentación.

**9. Listado de combustibles, sustancias riesgosas y materias primas requeridas para el proyecto señalando volumen de almacenamiento de éstos y características técnicas de los contenedores y tanques de almacenamiento. Incluir las hojas de seguridad de los mismos.**

La única sustancia riesgosa en el proyecto se trata de Gas Natural, el cual se obtendrá desde los ductos de la empresa Maxigas, la empresa garantiza el flujo continuo al interior del proyecto, así mismo por existir el flujo continuo de Gas, no existirán tanques de almacenamiento. Las principales ventajas de utilizar Gas Natural

- Al estar conectado a la red de distribución de Maxigas Natural el suministro es continuo las 24 horas del día.
- Medición exacta del consumo y mayor control de tu presupuesto.
- En cada instalación se coloca un medidor individual que te permite conocer tu consumo real además de darte el beneficio de que primero lo consumes y luego lo pagas.
- Tranquilidad al contar con una instalación segura.
- Todos los materiales utilizados cumplen con especificaciones de calidad y con la normatividad vigente, además la instalación es realizada por personal calificado y certificado en nuestro Centro de Capacitación.
- La instalación se realiza considerando el número de aparatos de tu negocio y la presión que requieren para una combustión eficiente que optimiza el consumo de nuestro energético.
- No requiere tanques de almacenamiento.
- El gas natural al distribuirse por medio de una red, permite que aproveches mejor el espacio en tu negocio brindándote seguridad y comodidad al evitar las recargas y la sustitución de tanques.
- Alarga la vida útil de tus aparatos.
- El gas natural no produce hollín lo que permite que los procesos de limpieza de tus aparatos sean esporádicos, cuidando tus hornillas y quemadores del desgaste de las fibras.
- Dada la composición del gas y al no quemarse impurezas provenientes del petróleo, te aseguramos que el ambiente en tu negocio es mas limpio.

La hoja de seguridad del Gas Natural se describe a continuación:



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS

# GAS NATURAL

Números de identificación ONU: 1971 y 1972

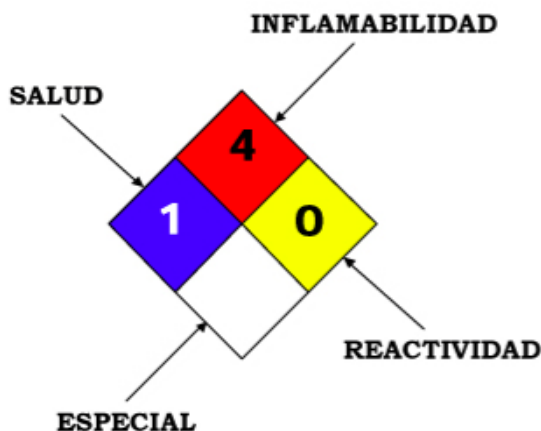
### TELÉFONOS DE EMERGENCIA (LAS 24 HORAS):

PEMEX	SETIQ <sup>1</sup>	CENACOM <sup>2</sup>
Centro de Control del Sistema Nacional de Ductos: 01-800-012 2900	D. F. y Área Metropolitana 55-59-1588  En la República Mexicana 01-800-00-21400	D. F. y Área Metropolitana 55-50-1496, 55-50-1485 55-50-1552 y 55-50-4885 En la República Mexicana 01-800-00-41300

### Rombo de Clasificación de Riesgos NFPA-704<sup>3</sup>

#### GRADOS DE RIESGO:

- 4. MUY ALTO
- 3. ALTO
- 2. MODERADO
- 1. LIGERO
- 0. MINIMO



### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Hoja De Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No.:	HDSSQ-001
Nombre del Producto	Gas Natural
Nombre Químico	Metano
Familia Química	Hidrocarburos del Petróleo
Formula Molecular	Mezcla (CH <sub>4</sub> +C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> +C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )

<sup>1</sup> Sistema d., Emergencia de Transporte para la Industria Química.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Comunicaciones; dependiente de la Coordinación General de Protección Civil do la Secretaría de Gobernación.

<sup>3</sup>NFPA = National Fire Protection Association, USA.



Sinónimos

Gas natural licuado, gas natural comprimido, gas de los pantanos, grisú, hidruro de metilo, Liquefied Natural Gas (LNG)

## 2. COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

MATERIAL	%	Número CAS (Chemical Abstracts Service)	LEP (Límite de Exposición Permisible)
Gas Natural (Metano)	88	74-82-8	Asfixiante Simple
Etano	9		
Propano	3		
Etil Mercaptano	17-28 ppm		Odorífico

El CAS del Etil Mercaptano es 75-08-01 y el ACGIH TLV: 0.5 ppm

## 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

HR: 3 = (HR = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto).

El gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Presenta además ventajas ecológicas ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

### SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Gas altamente inflamable. Deberá mantenerse alejado de fuentes de ignición, chispas, flama y calor. Las conexiones eléctricas domésticas o carentes de clasificación son las fuentes de ignición más comunes. Debe manejarse a la intemperie o en sitios abiertos a la atmósfera para conseguir la inmediata disipación de posibles fugas. Se deberá evitar el manejo del gas natural en espacios confinados ya que desplaza al oxígeno disponible para respirar. Su olor característico, por el odorífico utilizado, puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente; sin embargo, el sentido del olfato se perturba, a tal grado, que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas.

### EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

El gas natural no tiene color, sabor, ni olor, por lo que es necesario administrar un odorífico para advertir su presencia en caso de fuga.

## 4. PRIMEROS AUXILIOS

**Ojos:** El gas natural licuado puede salpicar a los ojos provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo. Aplique, con mucho cuidado, agua tibia en el ojo afectado. Solicite atención médica. Deberá manejarse con precaución el gas natural cuando esta comprimido ya que una fuga provocaría lesiones por la presión contenida en los cilindros.

**Piel:** Al salpicar el gas natural licuado sobre la piel provoca quemaduras por frío, similares al congelamiento. Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente. Quítese los zapatos o la ropa e impregnada. Solicite atención médica.

**Inhalación:** No deberá exponerse a altas concentraciones de gas, en caso de lesionados, aléjelos del área contaminada para que respiren aire fresco. Si la víctima no respira, inicie de inmediato resucitación cardiopulmonar. Si presenta dificultad para respirar, adminístrese oxígeno medicinal (solo

personal calificado) Solicite atención médica inmediata. El gas natural es un asfixiante simple, que al mezclarse con el aire ambiente, desplaza al oxígeno y entonces se respira un aire deficiente en oxígeno. Los efectos de exposición prolongada pueden incluir dificultad para respirar, mareos, posibles náuseas y eventual inconsciencia.

**Ingestión:** La ingestión de este producto no es un riesgo normal

## 5. PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO

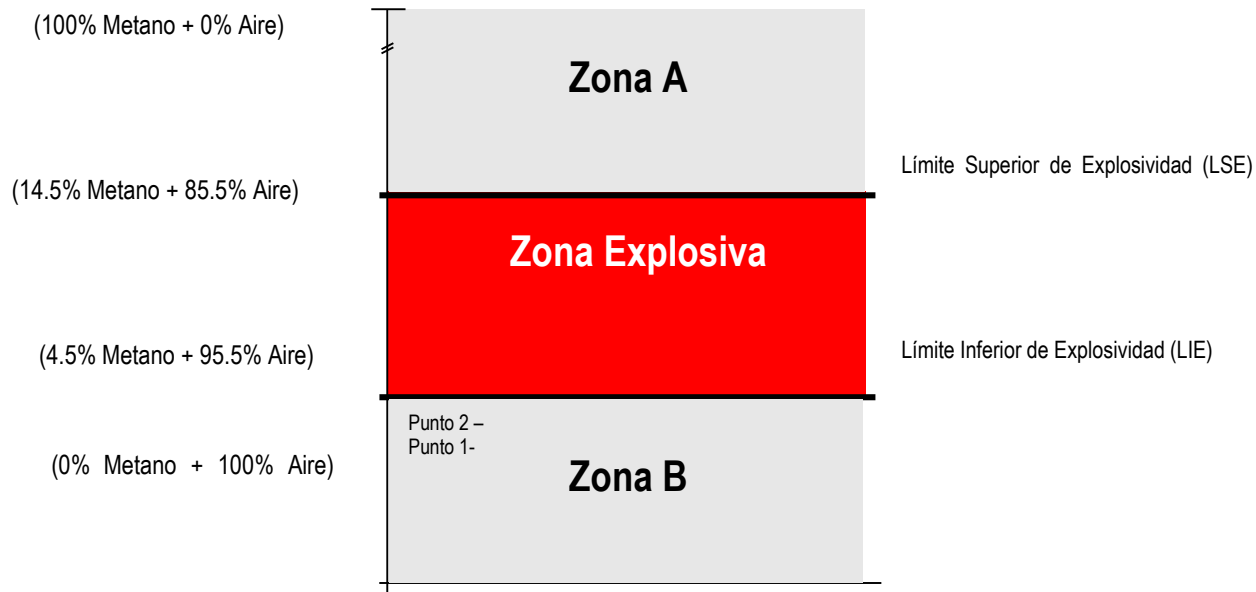
Punto de Flash	- 222.0 °C
Temperatura de Auto ignición	650.0 °C
Límites de Explosividad	
Inferior	4.5 %
Superior	14.5 %

### MEZCLA DE

- Aire + Gas Natural

Punto de Flash: Una sustancia con punto de flash de 38 °C o menor se considera peligrosa; entre 38 °C y 93 °C, moderadamente inflamable; mayor a 93 °C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del gas natural ( - 222.0 °C) lo hace un compuesto.

Zonas A y B: En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 4.5% y más de 14.5% de gas natural no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición, sin embargo, en condiciones prácticas, deberá desconfiarse de las mezclas cuyos contenidos se acerquen a la zona explosiva. En la Zona Explosiva solo se necesita una fuente de ignición para desencadenar un incendio o explosión.



### **Calibración de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas:**

Punto 1 = 20% del LIE.- Alarma visual y audible de presencia de gas en el ambiente.

Punto 2 = 60% del LIE.- Se deberán ejecutar acciones de bloqueo de válvulas, disparo de motores, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

**Zona Explosiva.** Las mezclas del gas natural con aire en concentraciones entre 4.5 % y 14.5 % son explosivas, solo hará falta una fuente de ignición para que se desencadene una violenta explosión.

**Extinción de Incendios:** Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono y aspersión de agua para las áreas afectadas por el calor o circundantes. Apague el fuego bloqueando la fuente de fuga.

### **Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios:**

#### **a) Fuga de gas natural a la atmósfera, sin incendio:**

Si esto sucede a la intemperie el gas natural se disipa fácilmente en las capas superiores de la atmósfera; contrariamente, cuando queda atrapado en la parte inferior de techumbres se forman mezclas explosivas con gran potencial para explotar, y explotarán violentamente al encontrar una fuente de ignición.

Algunas recomendaciones para evitar este supuesto escenario son:

- El gas natural o metano es más ligero que el aire y por lo tanto, las fugas ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera, disipándose en el aire. Las techumbres deberán tener preventivamente venteos para desalojar las nubes de gas, de lo contrario, lo atraparán riesgosamente en las partes altas.
- Verificar anticipadamente por medio de pruebas y Auditorías que la integridad mecánica-eléctrica de las instalaciones está en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento):

- Especificaciones de tubería (válvulas, conexiones, accesorios, etc.) y prácticas internacionales de ingeniería.
- Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas audibles y visuales.
- Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, etc., en prevención a posibles fugas, con actuadores local y remoto en un refugio confiable.
- Redes de agua contra incendio permanentemente presionadas, con sistemas disponibles de aspersión, hidrantes y monitores, con revisiones y pruebas frecuentes.
- Extintores portátiles.

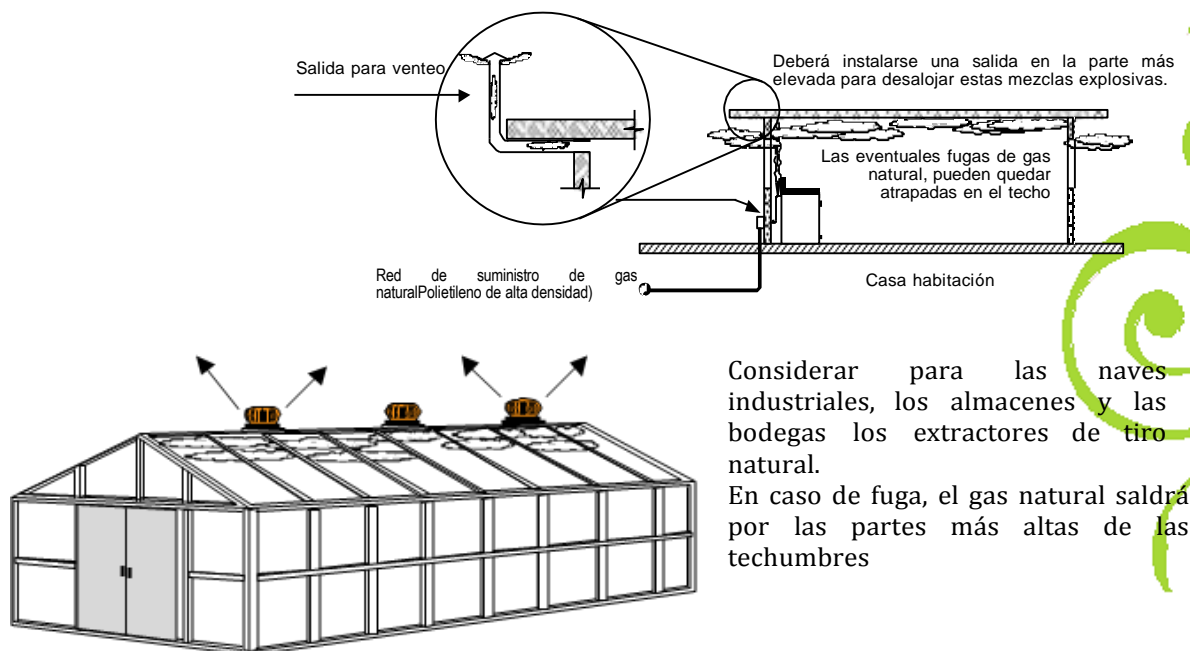
- El personal de operación, mantenimiento, seguridad y contra incendio deberá estar capacitado, adiestrado y equipado para cuidar, manejar, reparar, y atacar incendios o emergencias, que deberá demostrarse a través de simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de ducto de transporte, etc.) y contra incendio.

#### **b) Incendio de una fuga de gas natural:**

- Active el Plan de Emergencia según la magnitud del evento.
- Aún sin incendio, asegúrese que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios.
- Bloquee las válvulas que alimentan la fuga y proceda con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia mientras enfría con agua las superficies expuestas al calor, ya que el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos provoca daños catastróficos.

**Peligro de Incendio y Explosión:** El gas natural y las mezclas de éste con el aire ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera; en ciertas concentraciones son explosivas. En una casa, habitación, o techumbre industrial, una fuga de gas natural asciende hacia el techo, y si ésta no tiene salida por la parte más alta, se quedará atrapada como se muestra en los dibujos (abajo), parte del

gas sale por las ventanas y puertas hacia la atmósfera exterior, y otra parte se queda "atrapada" en la parte inferior del techo y en el momento en que se produzca alguna chispa (al energizar algún extractor, ventilador o el alumbrado) se producirá una violenta explosión.



## 6. RESPUESTA EN CASO DE FUGA

**Fuga en Espacios Abiertos:** Proceda a bloquear las válvulas que alimentan la fuga. El gas natural se disipará fácilmente. Tenga presente la dirección del viento.

**Fuga en Espacios Cerrados:** Elimine precavidamente fuentes de ignición y prevenga venteos para expulsar las probables fugas que pudieran quedar atrapadas

## 7. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Todo sistema donde se maneje gas natural debe construirse y mantenerse de acuerdo a especificaciones que aseguren la integridad mecánica y protección de daños físicos. En caso de fugas en un lugar confinado, el riesgo de incendio o explosión es muy alto.

**Precauciones en el Manejo:** Evite respirar altas concentraciones de gas natural. Procure la máxima ventilación para mantener las concentraciones de exposición por debajo de los límites recomendados. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas.

## 8. CONTROLES CONTRA EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

**Controles de Ingeniería:** Utilice sistemas de ventilación natural en áreas confinadas, donde existan posibilidades de que se acumulen mezclas inflamables. Observe las normas eléctricas aplicables para este tipo de instalaciones (NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional").

**Equipo de Protección Personal:** Es obligatorio el uso del uniforme de trabajo durante toda la jornada:

- Casco; para la protección de la cabeza contra impactos, penetración, shock eléctrico y quemaduras.
- Lentes de seguridad; para protección frontal, lateral y superior de los ojos.
- Ropa de trabajo: Camisola manga larga y pantalón o coverall de algodón 100 % y guantes de cuero.
- Botas industriales de cuero con casquillo de protección y suela anti-derrapante a prueba de aceite y químicos.

Evite el contacto de la piel con metano en fase líquida ya que se provocarán quemaduras por congelamiento.

**Protección Respiratoria:** Utilizar líneas de aire comprimido con mascarilla, o aparatos auto contenidos para respiración (SCBA) ya que una mezcla aire + metano es deficiente en oxígeno y asfixiante para respirarlo. La mezcla puede ser explosiva, requiriéndose aquí, precauciones extremas, ya que al encuentra una fuente de ignición, explotará.

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS / QUÍMICAS

<i>Fórmula Molecular</i>	<i>Mezcla (CH<sub>4</sub> + C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> + C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)</i>
<i>Peso Molecular</i>	<i>18.2</i>
<i>Temperatura de Ebullición @ 1 atmósfera</i>	<i>- 160.0 °C</i>
<i>Temperatura de Fusión</i>	<i>- 182.0 °C</i>
<i>Densidad de los Vapores (Aire = 1) @ 15.5 °C</i>	<i>0.61 (Más ligero que el aire)</i>
<i>Densidad del Líquido (Agua = 1) @ 0°/4 °C</i>	<i>0.554</i>
<i>Relación de Expansión</i>	<i>1 litro de líquido se convierte en 600 litros de gas</i>
<i>Solubilidad en Agua @ 20 °C</i>	<i>Ligeramente soluble (de 0.1 @ 1.0%)</i>
<i>Apariencia y Color</i>	<i>Gas incoloro, insípido y con ligero olor a huevos podridos (por la adición de mercaptanos para detectar su presencia en caso de fugas de acuerdo a Norma Pemex No 07.3.13<sup>4</sup></i>

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química: Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Condiciones a Evitar: Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad, así como de oxidantes fuertes con los cuales reacciona violentamente (pentafluoruro de bromo, trifluoruro de cloro, cloro, flúor, heptafluoruro de yodo, tetrafluoroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO<sub>2</sub>, NF<sub>3</sub>, OF<sub>2</sub>).

Productos Peligrosos de Descomposición: Los gases o humos que produce su combustión son: bióxido de carbono y monóxido de carbono (gas tóxico).

Peligros de Polimerización: No polimeriza.

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El gas natural es un combustible limpio, los gases producto de la combustión, tienen escasos efectos adversos en la atmósfera. Sin embargo, las fugas de metano están consideradas dentro del grupo de Gases de Efecto Invernadero, causantes del fenómeno de calentamiento global de la atmósfera (con un potencial 21 veces mayor que el CO<sub>2</sub>). El gas natural no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono. Su combustión es más eficiente y limpia por lo que se considera un combustible ecológico que responde satisfactoriamente a los requerimientos del INE, SEMARNAT y la Secretaría de Energía, así como a la normatividad que entró en vigor a partir de 1998.

## 13. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

El gas natural no deja residuos.

4 "Requisitos Mínimos de Seguridad para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento e Inspección de Tuberías de Transporte".

## 14. INFORMACIÓN SOBRE SU TRANSPORTACIÓN

Nombre Comercial

Gas Natural

Identificación \*DOT

1971 y 1972

(Organización de Naciones Unidas) Clasificación de Riesgo \*DOT Clase 2; División 2.1

Leyenda en la etiqueta

**GAS INFLAMABLE**

**\*DOT: (Departamento de Transporte de los Estados Unidos).**



1971 = Número asignado por ONU al gas natural.  
1972 = Número para gas natural licuado o refrigerado  
2 = Clasificación de Riesgo de DOT

## 15. REGLAMENTACIONES

**Leyes, Reglamentos y Normas:** La cantidad de reporte del gas natural es de 500 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

## 16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte de gas natural deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables y mantenerse herméticos para evitar fugas.

El suministro de gas natural, para quemarse en las fuentes fijas, se hace a través de ductos subterráneos de transporte y distribución. Se suministra en diferentes rangos de presión (de 4 a 32 kgf/cm<sup>2</sup>) y temperatura (de 8 a 38 °C) a la industria y a las redes de distribución comercial y doméstica, donde se utiliza en:

- a) Generación de energía eléctrica (termoeléctricas).
- b) Generación de vapor.
- c) Calentadores de fuego directo.
- d) Turbo-maquinaria (turbo-compresores, turbo-bombas, turbo-sopladores).
- e) Estaciones distribuidoras de gas natural para carburación de motores (tractores agrícolas, automotores, camiones, etc.). Se utilizan dos sistemas: gas natural comprimido (temperatura ambiente y presión máxima de 210 kgf/cm<sup>2</sup>) y gas natural licuado a 6.3 kgf/cm<sup>2</sup> y temperatura de -140°C con tanques termo.
- f) Usos domésticos y comerciales.

---

Se requiere que el personal que trabaja con gas natural sea entrenado apropiadamente en los procedimientos de manejo y operación, de acuerdo a las normas aplicables. La instalación y mantenimiento de los sistemas y recipientes debe realizarse por personas calificadas y entrenadas.

---

*La información presentada en este documento se considera verdadera a la fecha de emisión. Sin embargo, no existe garantía expresa o implícita respecto a la exactitud y totalidad de conceptos que deben incluirse, o de los resultados obtenidos en el uso de este material. Asimismo, el productor no asume ninguna responsabilidad por daños o lesiones al comprador o terceras personas por el uso indebido de este material, aun cuando se cumplan las indicaciones de seguridad expresadas en este documento, el cual se preparó sobre la base de que el comprador asume los riesgos derivados del mismo.*

FECHA DE ELABORACIÓN:  
Julio del 2000



### **PE-I-ROJO (En caso de fuga de Gas Natural).**

1. Con la precaución adecuada los llenadores se dirigirán a extintores,
2. Se cortará la energía eléctrica en la zona del problema y posteriormente de toda la planta, a excepción de las bombas destinada a impulsar el agua del combate del incendio.
3. Dirigirse al lugar del problema y tratar de controlarlo.
4. En caso de no lograrlo, aislar la zona y dar aviso al jefe inmediato.
5. El responsable de la planta determinará el grado de riesgo o en su caso autorizará si se activa la alarma.
6. El encargado de la planta se encargará de controlar y coordinar la evacuación.
7. Si el incidente así lo requiere, el encargado pedirá apoyo a bomberos y policía municipal.
8. El personal administrativo dará apoyo al encargado para la resolución del problema.
9. El vigilante se encargará de desviar el tránsito vehicular y peatonal en el exterior de las instalaciones informando lo sucedido.
10. Los conductores deberán desalojar las instalaciones de manera ordenada, para ello se deberá difundir el PE-I-ROJO

### **AL PERSONAL ADMINISTRATIVO Y VISITANTE:**

Al escuchar la alarma contra incendio (sirena), todo el personal deberá hacer lo siguiente:

1. Dejar de hacer todo lo que esté haciendo en ese momento.
2. No ser presa del pánico.
3. Abstenerse de encender o apagar interruptores eléctricos.
4. Dirigirse a la puerta de salida con calma y ordenadamente.

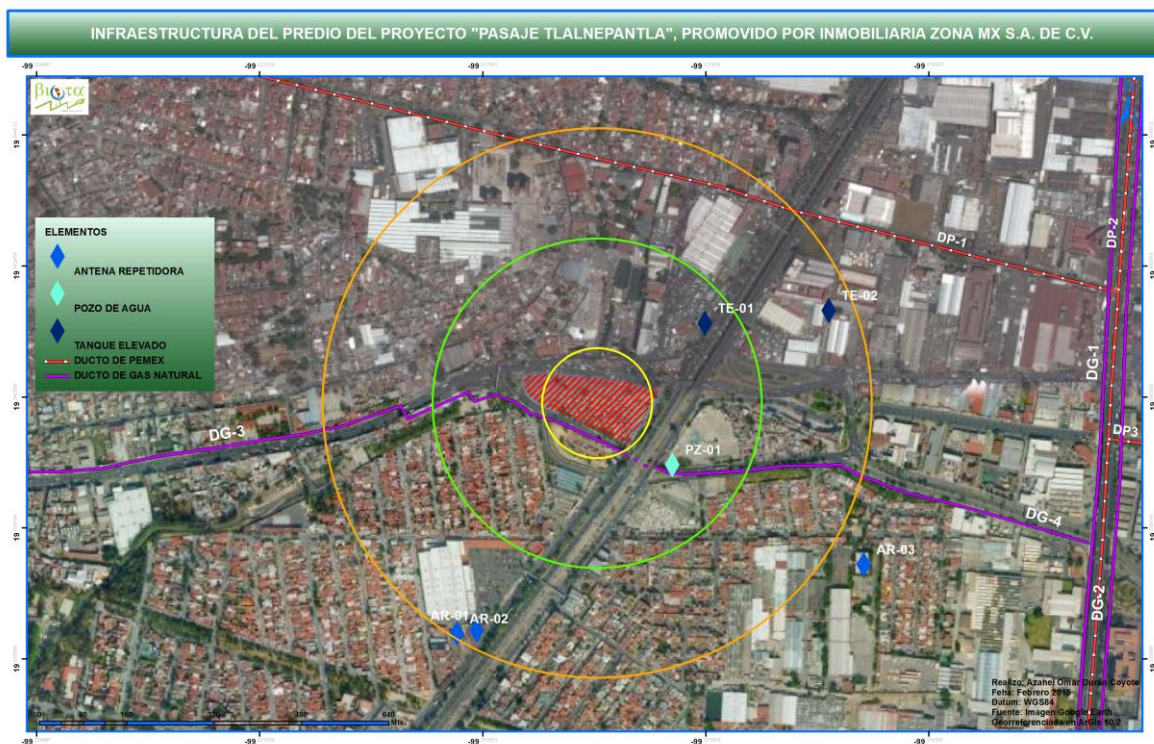
*10. Memoria descriptiva de las instalaciones, maquinaria y equipo en las que se manejen sustancias riesgosas y características técnicas, procesos y procedimientos de operación incluyendo diagramas de flujo, memoria técnica de las estructuras y construcciones y medidas de ingeniería a aplicar con base en los resultados del estudio de mecánica de suelos.*

## CONEXIÓN DE GAS NATURAL.

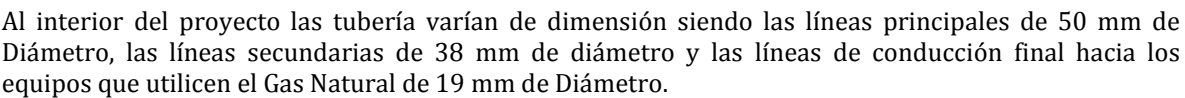
La empresa Maxigas será la encargada de suministrar el Gas Natural al proyecto: **CENTRO COMERCIAL, HOTEL Y OFICINAS "PASAJE TLALNEPANTLA", PROMOVIDO POR INMOBILIARIA ZONA MX S.A. DE C.V.** La acometida del Gas Natural será en tubo de polietileno de baja presión (1 bar), así mismo la empresa cuenta con tubería de acero para Gas de Alta presión (4 bar), con lo que puede alimentar el proyecto.

En la siguiente imagen se muestra la localización de la línea de Ductos de Gas Natural de la empresa Maxigas, empresa la cual abastecerá de dicho producto el proyecto.

**Ilustración 11.** Ductos de Gas Natural en la zona.



La conexión del Gas en el Proyecto, se desarrollará en la esquina Oeste del predio, cerca de las vialidades Calle Pino seco y Ébano. En la siguiente imagen se muestra la zona de conexión de Gas Natural para alimentar el proyecto, es importante señalar que la conexión de Gas desde el Ducto de Baja Presión hasta el límite del predio será por parte de la misma empresa que dotará de Gas Natural el proyecto, por lo que será responsabilidad de la misma cualquier daño o incidente que se produzca, motivo por el cual el análisis de riesgo para el proyecto se considera desde la conexión que limita en el predio, al interior del mismo.



## INSTALACIÓN HIDRÁULICA AGUA POTABLE

### Suministro y almacenamiento

El suministro de agua potable se hará por medio de una toma domiciliaria la cual tendrá un diámetro de 75 mm, esta toma está calculada para suministrar en un tiempo de 24 horas.

**Tabla 3.** Cisternas instaladas en el proyecto de agua potable.

Cisterna	Almacenamiento m <sup>3</sup>
Cines	167
Centro Comercial	920
Oficinas Torre 1	539
Hotel	503
Tienda de autoservicio	118
Local S1-01	42
<b>Total</b>	<b>2,289</b>

En el interior del predio se tendrá la derivación a cada una de las cisternas las cuales contarán con su diámetro requerido y cuadro de medición independiente. El almacenamiento de agua potable será en seis cisternas con diferente capacidad de almacenamiento de acuerdo al giro del local a suministrar, estas se localizan en el estacionamiento S5, estas contemplan la dotación diaria y la reserva para 2 días más. Las cisternas estarán divididas en dos celdas, esta separación facilitará su mantenimiento además de garantizar el servicio de agua potable.

### Distribución agua potable

Para distribuir el agua potable a los servicios que lo requieran, se diseñará un sistema de bombeo con hidroneumático, compuesto por bombas y tanque precargado. (Diseño de equipo solo para centro comercial). El cuarto de bombas deberá localizarse a un costado de las cisternas antes mencionadas y alojan el equipo de bombeo y tanques.

## AGUA TRATADA

### Suministro y almacenamiento

Para dotar de agua tratada al inmueble, se diseñó una cisterna con capacidad de almacenamiento de 228 m<sup>3</sup>, donde contempla la dotación diaria y la reserva para 1 día más, esta se localiza junto a la cisterna de agua potable antes descrita. La cisterna está dividida en dos celdas, esta separación facilitará su mantenimiento además de garantizar el servicio de agua tratada. El equipo de bombeo está formado por un equipo hidroneumático con tanque pre-cargado operado mediante un tablero de control totalmente automatizado c/u. Estos tableros, harán operar las bombas en forma alterna o simultánea. El sistema de agua tratada únicamente se está contemplado para dar servicio a los WC de los núcleos de sanitarios y riego de áreas verdes.

**Tabla 4.** Cisternas instaladas en el proyecto de agua tratada.

Cisterna	Almacenamiento m <sup>2</sup>
Cines	90
Centro Comercial	70
Oficinas Torre 1	52
Hotel	10
Local S1-01	22
<b>Total</b>	<b>243</b>

## **PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO**

### **Diseño**

El diseño del sistema de protección contra incendio se realiza de acuerdo a los lineamientos indicados en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF), el cual nos indica que de acuerdo a la superficie construida (mayor a 7,500 m<sup>2</sup>). De acuerdo a lo anterior y al número de cisternas serán los sistemas de protección contra incendio que se tendrán en el total del inmueble, es decir cada edificio tendrá su propio sistema contra incendio. De acuerdo a lo anterior el RCDF indica el empleo de una red de hidrantes en cada nivel, el número de hidrantes a tener se calculó de acuerdo al radio de cobertura y a la distribución arquitectónica de cada nivel, estos hidrantes estarán dotados con conexiones para mangueras de 38 mm de diámetro, que deberán tener la longitud necesaria para cubrir un área de 30 metros de radio. Adicionalmente se deberá instalar extintores de polvo seco tipo ABC guardando la proporción de uno por cada 200 m<sup>2</sup>.

Con el fin de poder conectar el sistema de bombeo de la agrupación de bomberos, se instalarán una toma siamesa por fachada a una distancia no mayor de 90 metros. No se considera una red de rociadores, ya que estos se instalan únicamente con el objeto de incrementar la seguridad que ofrece la red de hidrantes, sin que esta pueda sustituir a esta última y sólo si es requerido por el usuario, con lo anterior se respeta lo estipulado en el RCDF. En el caso de cuartos eléctricos, se propone instalar un sistema de extinción local, compuesto por granadas con gas inerte como el Energen, FM-200 o similar, que no afecte los equipos instalados, ni la salud de los usuarios, estos sistemas deberán apoyarse del funcionamiento de detectores de humo y calor para su funcionamiento. El sistema cuenta con un bombeo que está localizado en el cuarto de máquinas antes descrito, este sistema está compuesto por un equipo de bombeo integrado por 3 bombas, una con motor eléctrico, otra con motor de combustión interna y una bomba Jockey la cual mantendrá presurizado el sistema, cada equipo es operado mediante un tablero de control totalmente automatizado. En el nivel inferior de la cisterna de agua potable se ubica el volumen de agua para protección contra incendio, sin división física y regulada por la profundidad de la toma de cada sistema para garantizar el volumen requerido. El volumen que se requiere exclusivamente para el sistema contra incendio del centro comercial es de 478 m<sup>3</sup>.

## **SANITARIO**

### **Aguas Negras**

El aporte de aguas negras de cada local comercial y de cada punto que requiera drenaje, se realizará por gravedad mediante bajadas de aguas negras y líneas horizontales hasta puntos de conexión que serán conducidos a un punto de conexión general. El gasto medio diario del aporte de aguas negras será de 6.10 lps.

### **Instalación pluvial**

Para desalojar el agua pluvial de las azoteas de cualquier área que se requiera se están ubicando coladeras que recolectan el agua pluvial, considerando para cada una cierta área tributaria a desalojar, esta agua será conducida por medio de bajadas de aguas pluviales (BAP) hacia el estacionamiento S5. En este nivel las bajadas de azotea se agruparán las cuales conducirán la totalidad del agua al tanque de tormentas. El drenaje pluvial se llevara por tuberías independientes al sanitario.

## **MEMORIA DE CÁLCULO**

### **INSTALACIÓN HIDRÁULICA**

#### **Agua potable**

#### **Almacenamiento agua potable**

El volumen de diseño de las cisternas de agua potable se determinó de acuerdo a las dotaciones mínimas establecidas por tipo de edificación indicado en las RCDF de instalaciones hidráulicas 2.6.2, tabla 2.13 y 2.6.3.



**Tabla 5.** Volumen de agua potable en la cisterna para el Centro Comercial.

No.	Tipología	Dotación	Cantidad	Volumen
Locales	Comercios	6	l/m <sup>2</sup> /día	16,060 m <sup>2</sup>
Fast Food	Servicios de alimentos y bebidas	12	l/asistente/día	575 asistente
Restaurantes	Servicios de alimentos y bebidas	12	l/asistente/día	1,731 asistente
Dotación diaria agua potable				124,035.05 lts
Días de reserva				2 Reserva
Reserva PCI				5 lts/m <sup>2</sup>
Capacidad total de cisterna (en litros)				919,560.14 lts
Capacidad total de cisterna (en m <sup>3</sup> )				920 m <sup>3</sup>

1. Los valores de dotación diaria fueron obtenidos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de la tabla 2-13 de las Normas complementarias
2. El cálculo no incluye el área de Cines, Oficinas, Tienda Autoservicio y Hotel

**Tabla 6.** Volumen de agua potable en la cisterna para los Cines.

No.	Tipología	Dotación	Cantidad	Volumen
1	Espectáculos y reuniones	10	l/asistente/día	4,654 asistente
2	Oficinas de cualquier tipo	50	l/persona/día	25.00 persona
Dotación diaria agua potable				47,790.00 lts
Días de reserva				2 Reserva
Reserva PCI				5 lts/ m <sup>2</sup>
Capacidad total de cisterna (en litros)				166,640.00 lts
Capacidad total de cisterna (en m <sup>3</sup> )				167 m <sup>3</sup>

1. Los valores de dotación diaria fueron obtenidos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de la tabla 2-13 de las Normas complementaria
2. Los asistentes contemplados dentro del cálculo, corresponden un estimado por la densidad de área, ya que no se cuenta con la información de los asistentes

**Tabla 7.** Volumen de agua potable en la cisterna para las Oficinas.

No.	Tipología	Dotación	Cantidad	Volumen
1	Oficinas de cualquier tipo	50	l/persona/día	2,697 persona
Dotación diaria agua potable				134,870.00 lts
Días de reserva				2 Reserva
Reserva PCI				5 lts/m <sup>2</sup>
Capacidad total de cisterna (en litros)				539,480.00 lts
Capacidad total de cisterna (en m <sup>3</sup> )				539 m <sup>3</sup>

1. Los valores de dotación diaria fueron obtenidos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de la tabla 2-13 de las Normas complementaria

**Tabla 8.** Volumen de agua potable en la cisterna para el Hotel.

No.	Tipología	Dotación	Cantidad	Volumen
1	Hoteles, moteles, albergues y casas de huéspedes	300 l/huésped/día	486 huésped	145,800.00 lts
2	Oficinas de cualquier tipo	50 l/persona/día	20 persona	1,000.00 lts
Dotación diaria agua potable				146,800.00 lts
Días de reserva				2
Reserva PCI				5 lts/m <sup>2</sup>
Capacidad total de cisterna (en litros)				503,365.00 lts
Capacidad total de cisterna (en m <sup>3</sup> )				503 m <sup>3</sup>

1. Los valores de dotación diaria fueron obtenidos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de la tabla 2-13 de las Normas complementaria

2. Se están considerando 243 cuartos de hotel.

**Tabla 9.** Volumen de agua potable en la cisterna para la Tienda Autoservicio.

No.	Tipología	Dotación	Cantidad	Volumen
1	Comercios	6 l/m <sup>2</sup> /día	7,108 m <sup>2</sup>	26,000.00 lts
2	Oficinas de cualquier tipo	50 l/persona/día	30 persona	1,500.00 lts
Dotación diaria agua potable				27,500.00 lts
Días de reserva				2
Reserva PCI				5 lts/m <sup>2</sup>
Capacidad total de cisterna (en litros)				118,040.00 lts
Capacidad total de cisterna (en m <sup>3</sup> )				118 m <sup>3</sup>

1. Los valores de dotación diaria fueron obtenidos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de la tabla 2-13 de las Normas complementaria

**Tabla 10.** Volumen de agua potable en la cisterna para el Local S1-01.

No.	Tipología	Dotación	Cantidad	Volumen
1	Comercios	6 l/m <sup>2</sup> /día	1,118 m <sup>2</sup>	6,708.00 lts
2	Oficinas de cualquier tipo	50 l/persona/día	15 persona	750.00 lts
Dotación diaria agua potable				7,458.00 lts
Días de reserva				2
Reserva PCI				5 lts/m <sup>2</sup>
Capacidad total de cisterna (en litros)				42,374.00 lts
Capacidad total de cisterna (en m <sup>3</sup> )				42 m <sup>3</sup>

1. Los valores de dotación diaria fueron obtenidos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de la tabla 2-13 de las Normas complementaria

Estas cisternas incluyen una reserva de agua para el sistema de protección Contra incendio, a razón de 5 litros por cada metro cuadrado construido, esto de acuerdo a lo indicado en el RCDF.

### Calculo línea de suministro (toma domiciliaria)

Para lo cual se emplearon las siguientes ecuaciones.

Calculo de gasto

$$Q = V / t$$

Dónde:

Q = Gasto en m<sup>3</sup> / segundo

V = Volumen diario en m<sup>3</sup>

t = Tiempo en segundos

Diámetro línea de llenado

$$D = \sqrt{(1.27Q/v)}$$

Dónde:

Q = Gasto en m<sup>3</sup> / segundo

v = velocidad en metros / segundo



### Gasto y diámetro de toma domiciliaria

Considerando las dotaciones diarias calculadas en el punto anterior se tiene el siguiente diámetro y línea de suministro.

**Tabla 11.** Resumen Gastos Hidráulicos Agua Potable.

Cisterna	Almacenamiento m <sup>3</sup>	Dotación Diaria		Suministro agua potable			
		Volumen m <sup>3</sup>	Gasto medio diario l/s	Gasto toma municipal l/s	Tiempo de abastecimiento hr	Diámetro de cálculo mm	Diámetro de diseño mm
Cines	167	48	0.55	0.55	24	20	25
Centro Comercial	920	124	1.44	1.44	24	32	32
Oficinas Torre 1	539	135	1.56	1.56	24	33	32
Hotel	503	147	1.70	1.70	24	35	32
Tienda de autoservicio	118	28	0.32	0.32	24	15	19
Local S1-01	42	7	0.09	0.09	24	8	19
<b>Total</b>	<b>2,289</b>	<b>488</b>	<b>5.65</b>	<b>5.65</b>	<b>24</b>	<b>63</b>	<b>75</b>

## AGUA TRATADA

### Almacenamiento y cálculo

A efecto de cumplir con el Artículo N° 35, de la Ley de Aguas del Distrito Federal, se deberá de utilizar Agua Tratada en aquellos servicios que no requieran del uso indispensable de Agua Potable. El volumen diario esperado de Agua de Reúso, es: 116,779.00 l/día, es decir:

**Tabla 12.** Volumen diario esperado de Agua de Reúso

Área	Tipo de servicio	Dotación diaria en litros							
		Consumo de Agua total	Agua potable		Agua de reúso WC o Mingitorio				
			Subtotal	Porcentaje de uso	Cantidad de persona	Numero de descargas	Volumen por descarga lts.	Subtotal	Porcentaje de uso
CINES	Espectáculos y reuniones	46,540	1,862	4%	4,654	2	4.8	44,678	96 %
	Oficinas de cualquier tipo	1,250	1,010	81%	25	2	4.8	240	19 %
	Total	47,790	2,872	6%	4,679			44,918	94 %
CENTRO COMERCIAL	Comercios	96,360	83,512	87%	1,338	2	4.8	12,848	13 %
	Servicios de alimentos y bebidas	6,902	1,380	20%	575	2	4.8	5,521	80 %
	Servicios de alimentos y bebidas	20,773	4,155	20%	1,731	2	4.8	16,619	80 %
	Total	124,035	89,047	72%	3,645			34,988	28 %
Oficinas Torre 1 y Torre 2	Oficinas de cualquier tipo	134,870	108,975	81%	2,697	2	4.8	25,895	19 %
	Total	134,870	108,975	81%	2,697			25,895	19 %
Hotel	Hoteles, moteles, albergues y casas de huéspedes	145,800	141,134	97%	486	2	4.8	4,666	3 %
	Oficinas de cualquier tipo	1,000	712	71%	20	3	4.8	288	29 %
	Total	146,800	141,846	97%	506			4,954	3 % 0 %
Chedraui	Comercios	26,000	26,000	100%	0	0	4.8	0	0 %
	Oficinas de cualquier tipo	1,500	1,500	100%	0	0	4.8	0	0 %
	Total	27,500	27,500	100%	0 1,118			0 10,733	0 %
Local S1-01	Comercios	6,708	-4,025	-60%	0 1,118	2	4.8	0 10,733	160 %
	Oficinas de cualquier tipo	750	606	81%	15	2	4.8	144	19 %
	Total	7,458	-3,419	-46%	1,133			10,877	146 %
Jardín	Jardín	3,000	0	0%	0	0	0.0	3,000	100 %
	Total	3,000	0	0%	0			3,000	100 %
	<b>Total</b>	<b>491,453</b>	<b>366,821</b>	<b>75%</b>	<b>12,660</b>			<b>124,632</b>	<b>25%</b>

### Cálculo de distribución de agua potable y reúso

Las tuberías se dimensionaran de acuerdo al número de muebles suministrados y a cada uno de los troncales y ramales, estos están dimensionados de acuerdo al gasto máximo instantáneo, calculado en base a las unidades de gasto recomendadas por el "NATURAL PLUMBING CODE" y de acuerdo a la ecuación de HAZEN-WILLIAMS. Para la simultaneidad de uso, se tomó en cuenta el método de Hunter, llevando una velocidad por las tuberías de 0.9 m/s hasta 2.9 m/s y unas pérdidas por fricción máximas del 10%. Para evitar el golpe de Ariete, se consideran amortiguadores en la salida de los muebles, los cuales serán del mismo diámetro del tubo del alimentador y de 30 cm de longitud sobre la salida del mueble. Los gastos muebles utilizados son los siguientes:

**Tabla 13.** Gastos Método de Hunter.

Gastos Método de Hunter	
TIPO DE MUEBLE SANITARIO	UM
LAVABO	1
TARJA	1
REGADERA	2

Gastos Método de Hunter	
TIPO DE MUEBLE SANITARIO	UM
VAR	1
WC/FL	3
WC/TB	1

### Instalación sanitaria

Para el desalojo de las aguas negras de todo el inmueble se contempla la instalación de una planta de tratamiento que trate un gasto medio de 6.1 lps, que corresponde a un volumen de 527 m<sup>3</sup>, de los cuales se reusara un volumen aproximado de 117 m<sup>3</sup>. El desalojo de las demasías será por medio de un sistema de bombeo automatizado. Para el sistema de drenajes de aguas negras, se utilizó el método de Unidades Mueble y las tuberías se dimensionaron de acuerdo a las normas establecidas por el "NATIONAL PLUMBING CODE" de los U.S.A. y los aportes recibidos y a la pendiente de la tubería. Para el sistema de desagüe de aguas negras se utilizan las siguientes, Para el cálculo de tuberías. Para el cálculo de tuberías se utilizaron las siguientes tablas:

**Tabla 14.** Cálculo de tuberías en ramales horizontales.

Gasto (UD)	Diámetro (mm)
6	50
100	100
600	200

**Tabla 15.** Cálculo de tuberías en bajadas con desagües en más de 3 Niveles.

Gasto (UD)	Diámetro (mm)
24	50
60	75
500	100

**Tabla 16.** Cálculo de tuberías en líneas principales.

Gasto (UD)	Diámetro (mm)
180	100
700	150
1600	200
2900	250
4600	300

Los gastos unidades de desagüe utilizados son los siguientes:

**Tabla 17.** Gastos unidades de desagüe.

TIPO DE MUEBLE SANITARIO	UD
FREGADERO DE COCINA	2
LAVABO	1
INODORO / FLUXOMETRO	8
MINGITORIO / FLUXOMETRO	6
DESAGUE DE PISO	1
VERTEDERO DE ASEO	3

### Instalación pluvial

Considerando la aportación pluvial de azoteas del inmueble la captación total pluvial será de 15,160 m<sup>2</sup> con un gasto máximo instantáneo de 829.6 lps. Para el cálculo de la captación del gasto en bajadas de agua pluvial se consideró una precipitación máxima de 197 mm/h, con una duración de 5 minutos y un periodo de retorno de 10 años de acuerdo a lo señalado en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal Por lo tanto para el cálculo del gasto se emplea la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{A \times I}{3600}$$

Dónde:

Q = Gasto pluvial en l/s

A = Área tributaria a desalojar en m<sup>2</sup>

I = Intensidad de precipitación en mm/ h

Todas las bajadas tienen asignadas superficies de azotea proporcionales a su capacidad respectiva e inversamente proporcionales a la intensidad de la lluvia. Así por ejemplo una bajada de 100 mm de diámetro puede desaguar una superficie de 125 m<sup>2</sup> con una intensidad de lluvia de 197 mm/h

Para el cálculo de bajadas de aguas pluviales y con la precipitación anterior se utilizara la siguiente tabla:

**Tabla 18.** Capacidades Máximas de Bajadas.

Área mínima a desaguar m <sup>2</sup>	Área máxima a desaguar m <sup>2</sup>	CAPACIDADES MÁXIMAS DE BAJADAS				
		Diámetro mm	Radio hidráulico (R) mm	Velocidad (V) m/s	Área utilizada m <sup>2</sup>	Gasto máximo lps
0.00	125.94	100	6.25	3.51	0.002	6.9
125.94	370.30	150	9.38	4.59	0.004	20.3
370.30	795.95	200	12.50	5.55	0.008	43.6
795.95	1441.01	250	15.63	6.43	0.012	78.9
1441.01	2340.40	300	18.75	7.25	0.018	128.1
2340.40	4237.12	375	23.44	8.40	0.028	231.9
4237.12	6881.66	450	28.13	9.47	0.040	376.6

Para le cálculo de ramales horizontales se empleará la siguiente tabla:

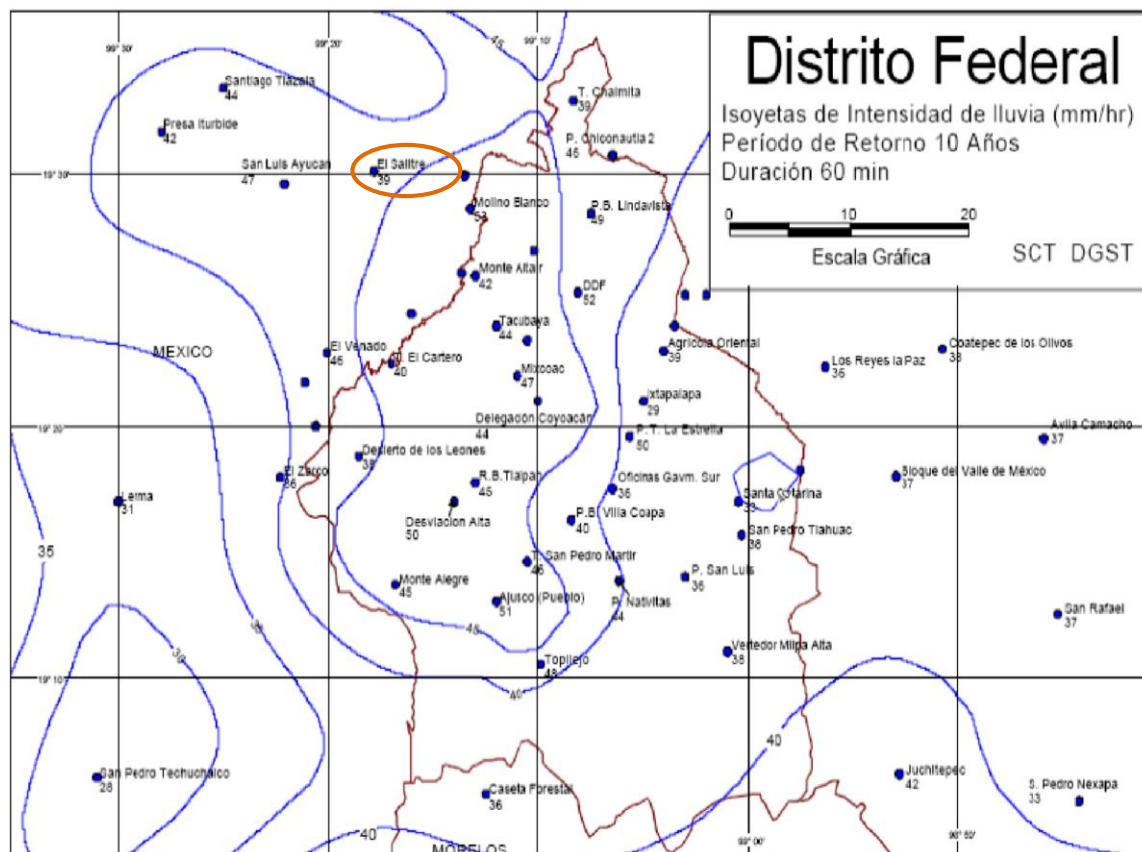
**Tabla 19.** Capacidades Máximas de Tuberías.

CAPACIDADES MÁXIMAS DE TUBERÍA							
Área mínima a desaguar m <sup>2</sup>	Área máxima a desaguar m <sup>2</sup>	Radio hidráulico ( R) mm	PENDIENTE	Velocidad (V) m/s	Área utilizada mm <sup>2</sup>	Gasto máximo lps	Diámetro mm
0.00	95.02	25.28	0.010	0.88	0.0059	5.2	100
95.02	278.72	37.78	0.010	1.15	0.0133	15.3	150
278.72	598.37	50.28	0.010	1.39	0.0236	32.7	200
598.37	1,082.51	62.78	0.010	1.61	0.0368	59.2	250
1082.51	1,757.28	75.28	0.010	1.81	0.0530	96.2	300
1757.28	3,179.87	94.03	0.010	2.10	0.0828	174.0	375
3179.87	5,162.84	112.78	0.010	2.37	0.1193	282.5	450
5162.84	11,092.95	150.28	0.010	2.86	0.2121	607.0	600
11092.95	20,078.00	187.78	0.010	3.32	0.3313	1098.7	750

### Sistemas de captación pluvial (tanque de tormentas)

Para determinar el gasto y volumen pluvial se considera una intensidad de 39 mm/h, que es comarcado en la Isoyeta, para una tormenta, de 1 hora con periodo de retorno de 10 años, ver punto El Salitre.

**Ilustración 13.** Isoyetas de Intensidad de lluvia.





Cálculo tanque de tormentas  
 Por lo tanto el gasto pluvial será:  
 $Q = A \times FE \times I / 3600$   
 Q = gasto en litros por segundo  
 A = Área tributaria en m<sup>2</sup>  
 FE = Factor de escurrimiento  
 I = Intensidad pluvial en mm/hr

**Sustituyendo los valores tenemos.**

$$Q = 15,160 \times 0.95 \times 39 / 3600 = 156.02 \text{ l/s}$$

En una hora tenemos:

$$V = 561,678.00 \text{ lts.}$$

Por lo tanto el tanque tendrá un volumen de 562 m<sup>3</sup>.

Valores típicos del coeficiente de escurrimiento FE

**Tabla 20.** Valores típicos del coeficiente de escurrimiento.

Tipo del área drenada	Coeficiente de escurrimiento	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0.75	0.95
Vecindarios	0.50	0.70
Unifamiliares	0.30	0.50
Multifamiliares espaciados	0.40	0.60
Multifamiliares compactos	0.60	0.75
Semiurbanas	0.25	0.40
Casas habitación	0.50	0.70
Calles		
Asfaltadas	0.70	0.95
De concreto hidráulico	0.80	0.95
Adoquinadas	0.70	0.85
Adocreto o adospasto	0.30	0.50
Estacionamientos	0.75	0.85
Techados	0.75	0.95

Cuadro de resumen de memoria de cálculo

**Tabla 21.** Resumen de Gastos.

**HIDRÁULICOS AGUA POTABLE**

Uso	Volumen m <sup>3</sup>	Gasto medio diario l/s	Consumo anual	Gasto toma municipal l/s
Agua potable	527	6.1	192,355.00	6.10

Descarga			
Uso	Gasto medio diario l/s		Diámetro de salida Ø mm
Sanitario	4.9		300

**Descarga**

Uso	Gasto medio diario l/s		Diámetro de salida Ø mm
Pluvial	875.4		750



## **ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS**

### **EQUIPO DE BOMBEO**

#### **General**

El contratista deberá suministrar e instalar, donde se indique en planos, los equipos de bombeo, de los modelos, capacidades y características que se indican en los planos, catálogo de conceptos y en esta especificación. Todos los componentes y materiales, métodos de fabricación y el equipo totalmente terminado incluyendo la finalización en varias etapas del ensamble de las bombas estarán sujetos a la inspección y aceptación del cliente. En el caso de que existiera una desviación entre esta especificación y la correspondiente hoja de datos, se considerará mandatoria la hoja de datos.

#### **Certificaciones**

Los códigos y normas emitidos en la fecha de envío de esta especificación para el diseño, construcción y/o compra, gobernarán el alcance aplicado o reforzado en esta especificación. Las recomendaciones de los fabricantes serán consideradas en conjunto con estos códigos y normas.

#### **Pruebas, inspección y garantías**

##### **Pruebas**

El fabricante llevará a cabo todas las pruebas, estándar que se prescriben en los estándares del Hydraulic Institute Standard. La aceptación de las pruebas no releva al proveedor de su obligación de reemplazar las partes que se encuentren defectuosas en campo, durante el periodo de garantía.

##### **Inspección**

Las bombas estarán sujetas a inspección de cualquiera de sus partes y aprobación por parte de los inspectores del cliente y/o representantes que designe. El fabricante deberá dar toda clase de información y facilidades que solicite el inspector. El contratista notificará al propietario con dos (2) semanas de anticipación, la fecha de la realización de las pruebas. El propietario o su representante se reservan el derecho de inspección del equipo y de ser testigo de todas las pruebas de fabricación.

## **TUBERÍA PARA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y REUSO**

La distribución de agua potable y reuso (solo interior del local) se hará por medio de tubería y conexiones de Polipropileno Copolimero Random (PP-R), Tuboplus de grupo Rotoplas, cumpliendo con la norma mexicana NMX-E-226/2-1998-SCFI, emitida por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la Dirección General de Normas. También cumple con las normas alemanas DIN (Deutsches Institut für Normung):

- DIN 8077 (dimensiones de tubería).
- DIN 8078 (especificaciones y métodos de ensayo de tubería).
- DIN 16962 (dimensiones y ensayos de conexiones). ISO 9000

#### **Accesorios**

Amortiguadores de muebles en las instalaciones a muebles, se instalara un tubo amortiguador de 30 cm. De longitud a partir de la conexión del mueble del mismo diámetro que la alimentación.

En succión y descarga de bombas se instalarán juntas flexibles marca "manguera flex" de 30 cm de largo y diámetro indicado en los planos en la succión y descarga de bombas.

#### **Materiales y métodos de unión**

Las uniones entre tubo y tubo, y entre conexiones de tubería de agua potable, deberán hacerse por el procedimiento de termofusión.

## **TUBERÍAS DE SISTEMA SANITARIO Y PLUVIAL**

### **Aguas negras**

#### **Redes horizontales**

Tubo Sanitario con extremos lisos de PVC Mca. Duralon, serie métrica, que cumple con la Norma Mexicana NMX-E-199-SCFI

#### **Bajadas**

Tubería de PVC Duralon Serie Inglesa para cementar, que cumple con la Norma Mexicana NMX-E-145-SCFI, RD 26.0 para trabajar a una presión máxima de 11.2 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Bajadas pluviales expuestas**

Tubería de PP Marca Rotoplas línea sanitaria tuboplus.

## **INSTALACIÓN ELÉCTRICA:**

El diseño, instalación, equipo y materiales se realizaron de acuerdo a los requerimientos aplicables de las últimas ediciones de los siguientes códigos y normas.

- NOM-001-SEDE-2012
- NORMA OFICIAL MEXICANA
- NEC
- NATIONAL ELECTRICAL CODE
- NEMA
- NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION
- ANSI
- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
- NMX-J98 y ANSI C84.1-1995
- TENSIONES NORMALIZADAS

## **SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN.**

Para dotar del suministro de energía al edificio proyectado se considera una acometida en media tensión la cual será suministrada por la compañía proveedora Comisión Federal de Electricidad.

Esta acometida será subterránea en media Tensión de 23 kV, 3F, 4H, (la cual se verificara con las bases de diseño de CFE), que se alimentará mediante una transición aéreo subterráneo. A partir de esta acometida se alimentará a un seccionador de tipo pedestal de 4 vías de 600 A que alimentará a una red en anillo a través de conectores múltiples J4 y J6, derivando la alimentación hacia subestaciones con transformador tipo pedestal y tipo seco encapsulado, dentro del complejo. De esta red se derivara una subestación para servicios generales.

Las subestaciones de locales comerciales alimentaran a cada local comercial con un área mayor a 600 m<sup>2</sup> ó a concentraciones de medición para locales comerciales con área menor o igual a 600 m<sup>2</sup>.

## **DESIGNACIÓN DE CARGAS.**

La designación de la carga eléctrica para cada usuario se realizó en base al área y de acuerdo a los siguientes valores de densidad de carga eléctrica:

- Tined Ankle: 140 watts/m<sup>2</sup>
- Locales Fast Food: 350 watts/m<sup>2</sup>
- Locales Sub Ancla: 120 watts/m<sup>2</sup>
- Locales comerciales: 140 watts/m<sup>2</sup>
- Oficinas: 80 watts/m<sup>2</sup>



- Elevadores y escaleras eléctricas (en 480 VCA).
- Equipos de fuerza de HVAC (en 480 VCA).
- Equipos de ventilación y extracción de sótanos (en 480 VCA).
- Tableros de alumbrado de áreas generales (en 277 VCA).
- Tableros de alumbrado de estacionamientos (en 277 VCA).
- Transformador(es) tipo seco trifásicos en gabinete nema 1, que reduzcan de 480VCA a 220/127VCA. Este alimentara:
- Tableros de contactos de áreas generales (en 127 VCA).
- Tableros de contactos de estacionamiento (en 127 VCA).
- Cargas que requieran un voltaje a 220/127 VCA.
- Tableros de contactos regulados( en 127 VCA) a través de Equipos de Energía Interrumpible UPS (220/127VCA)

Para los locales comerciales de área menor o igual a 600 m<sup>2</sup> se dejara un alimentador hasta el local en baja tensión de acuerdo a la capacidad determinada en esta memoria. Esta será derivada de una concentración de medidores.

Para los locales comerciales de área mayor a 600 m<sup>2</sup> se dejara un espacio disponible para la instalación de su transformador de acuerdo a la capacidad determinada en esta memoria, así como el punto donde tome la alimentación en media tensión esto es en derivadores de media tensión J4 ó J6.

#### **Instalación del aire acondicionado:**

Se propone la instalación de un sistema desacoplado el cual utiliza un caudal de agua constante a través del evaporador de cada enfriadora y un caudal de agua variable a través de cada serpentín de enfriamiento para satisfacer los requisitos dependientes del espacio a refrigerar. Para instalar este sistema son necesarios los siguientes componentes:

Bombas de velocidad constante y de volumen esencialmente constante (y una válvula de retención) para cada enfriadora;

Válvulas de control de dos vías para regular la cantidad de agua enfriada que pasa por los serpentines de enfriamiento

Bombas de distribución de caudal variable para las baterías (la regulación del caudal se realiza normalmente proporcionando a la bomba un mecanismo de accionamiento de frecuencia variable);

Una derivación (bypass) para desacoplar hidráulicamente los lados primario (producción) y secundario (distribución) del sistema.

Cada válvula de dos vías ajusta el caudal de agua enfriada para satisfacer la demanda de agua enfriada en cada momento, y la bomba de distribución responde regulando la cantidad de agua enfriada suministrada. El agua fluye por la derivación en el sentido que sea necesario para equilibrar el sistema. La planta generadora de agua refrigerada estará en área de máquinas ubicado en la azotea, en base de tres equipos generadores de agua refrigerada (chillers) el cual usara refrigerante R-134a, con lo cual tendrá una capacidad instalada que incluye un 20% de capacidad en reserva, los enfriadores tendrán compresor tipo tornillo y condensador enfriado por aire,

Se instalará en el sistema primario del agua refrigerada cuatro bombas centrifugas de tipo horizontal para cada enfriador, para lo cual solo funcionaran máximo tres simultáneamente (100% de carga) y la otra estará en reserva.

Se instalará en el sistema de distribución del agua refrigerada tres bombas centrifugas de tipo horizontal, para suministro a los locales y manejadoras que lo requieran.

La generación de agua helada proveerá un gasto en el evaporador con una temperatura de entrada de 44°C y una salida de 56°C ( $\Delta T=12^{\circ}\text{C}$ ), la distribución a los locales comerciales será por medio de tuberías de PVC cedula 40, de los diámetros requeridos, aisladas térmicamente con un espesor de acuerdo su diámetro, todas las tuberías al exterior y expuestas llevaran una protección mecánica.

En cuanto al control del flujo de agua refrigerada que circulará en los enfriadores y manejadoras se propone un sistema con válvulas de 2 vías y bombeo constante en la planta central.

La capacidad de la planta de generación de agua refrigerada se diseñara para satisfacer las necesidades tanto del centro comercial de los locales, por lo tanto el sistema de bombeo proveerá y distribuirá agua a las puntas de preparación a locales comerciales.

En el caso de los componentes de los enfriadores estarán sólidamente montados en una estructura metálica para colocación dentro del cuarto de máquinas propuesto por el proyectista, exceptuando los compresores se deberán ser montados sobre resortes para evitar la transmisión de vibración; la tubería de conexión de los compresores con el resto del equipo incluirá eliminadores de vibración adecuados. Las bombas que se instalara deben de ser de la marca aprobada por el proyectista, las cuales deberán ser montadas sobre elementos anti vibratorios adecuados para evitar la transmisión de vibraciones hacia la estructura del edificio.

#### Ventilación mecánica.

Se instalara sistema de ventilación mecánica para dar servicios a los sanitarios del centro comercial, estos fueron calculados bajo las ratas mínimas de extracción citadas en el "Estándar ANSI/ASHRAE 62.1-2007", utilizando 70 cfm/unidad como se muestra en los planos de estas extracciones.

### CRITERIOS DE DISEÑO

**Tabla 23.** Ubicación

Latitud Norte:	19°25'
Longitud oeste	99°10'
Altitud (SNM):	2240 msnm
Presión atmosférica	780 mm Hg
Datos proporcionados por el servicio Metodológico Nacional	

**Tabla 24.** Condiciones exteriores de diseño

Temperatura de bulbo seco para verano	89.6°F
Temperatura de bulbo húmedo para verano	66.2°F

**Tabla 25.** Condiciones interiores de diseño

Temperatura de bulbo seco para verano	22°C (72°F)
Humedad relativa	50 % +/- 5%.

**Tabla 26.** Ganancias de calor por iluminación

Locales comerciales y fast food	4 Watts / ft <sup>2</sup>
---------------------------------	---------------------------

**Tabla 27.** Ganancias de calor por equipos misceláneos

Locales comerciales	2.0 Watts / ft <sup>2</sup>
(Datos del manual Fundamentals del ASHRAE)	

**Tabla 28.** Ganancias de calor por persona

Locales comerciales	
Calor sensible	245 BTU / hr.
(Datos del manual Fundamentals del ASHRAE)	

**Tabla 29.** Ventilación exterior para personas

Locales comerciales	7 cfm / persona
(De acuerdo al standard 62 del ASHRAE)	

**Tabla 30.** Ocupación

Locales comerciales	60 ft <sup>2</sup> /persona
(De acuerdo al Standard 62 del ASHRAE)	



### Velocidad en ductos de inyección

Las velocidades que se deben cumplir en las diferentes zonas son las siguientes:

**Tabla 31.** Velocidades máximas en ductos - FPM

Servicio	Ductos Principales		Bifurcaciones de ductos	
	Inyección	Retorno	Inyección	Retorno
Locales	2000	1500	1600	1200
Mall	2000	1500	1600	1200

Para el cálculo de rejillas se tomaron en cuenta los siguientes valores de Velocidad de salida, rangos de variaciones de las curvas de criterio de ruido.

**Tabla 32.** Velocidades y niveles de ruido recomendados

TIPO DE AREA	Velocidad de Salida Recomendada (Pies/Min)		Rango de Variación de las Curvas de Criterio de Ruido (NC)		Valor Aprox. de lectura en la escala A equivalente (dBA)	
	Inyección	Retorno	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Departamentales	700-1000	550-750	40	50	47	57
Sanitarios	600-800	450-600	35	45	42	52

### VENTILACIÓN MECÁNICA ESTACIONAMIENTOS

Para determinar el volumen requerido de ventilación para Estacionamientos se realiza en base al Reglamento de D.F. 3.4.4, Tabla 3.6, el cual nos indica que se consideren 10 cambios por hora.

Con la finalidad de tener un mejor control del funcionamiento de la extracción del estacionamiento dependiendo de la ocupación vehicular y las condiciones ambientales internas y/o externas, se recomienda que los ventiladores cuenten con interruptores independientes, de esta forma se podrán poner en funcionamiento individualmente los ventiladores según sea requerido.

Se recomienda contar con un sistema de monitoreo de CO<sup>2</sup>, para poner en funcionamiento de forma automática los ventiladores.

Una vez tomadas las áreas de los estacionamientos de los sótanos y de acuerdo con la siguiente formula:

De acuerdo con la formula siguiente:

$$CFM = \text{Volumen del cuarto} \times \frac{\text{cambios de aire /hr}}{60}$$

Se determinaron los siguientes volúmenes para cada estacionamiento, en el sistema de esta ventilación mecánica se solicita contemplar áreas requeridas de toma de aire sobre los muros de los cuartos donde se están ubicando los ventiladores de extracción. Estas áreas que se necesitan son debido a que no todo el volumen de aire que los ventiladores estarán removiendo de los estacionamientos lo efectuaran por medio de ductos y rejillas de extracción, por lo tanto el resto del volumen que no es tomado por medio de ductos estará llegando a los ventiladores por medio de estas áreas o en su caso louvers que respeten el área necesaria; como se muestran en los planos; para lograr que el volumen completo llegue a los ventiladores de extracción de los estacionamientos.

**11. Plano de conjunto del proyecto señalando las instalaciones, maquinaria y equipo indicados en los numerales anteriores, las restricciones por derecho de vía, tendidos eléctricos, ductos, cuerpos de agua, etc.; las áreas de almacenamiento de combustibles y de las sustancias riesgosas, la ubicación de la maquinaria y equipo empleado, las tuberías, líneas de conducción, instalaciones e instrumentación requeridas para el mismo y señalar las obras y las actividades que se realizan en las colindancias.**

El nombre del proyecto es **CENTRO COMERCIAL, HOTEL Y OFICINAS "PASAJE TLALNEPANTLA", PROMOVIDO POR INMOBILIARIA ZONA MX S.A. DE C.V.** se realiza el desarrollo de un centro comercial, ubicado en el Boulevard Manuel Ávila Camacho No. 2610 mz. 40 Col. Valle de los Pinos Municipio de Tlalnepantla de Baz Estado de México, que cuenta con comercios, edificios de oficinas, hotel y tienda de autoservicio en un terreno dentro de un predio de un área de 17,119.460 m<sup>2</sup>, para el cual se tiene la Factibilidad Ambiental (**Ver Anexo 1**), para el proyecto se contempla una superficie de construcción de 161,938 m<sup>2</sup>, tal y como se indica en el cuadro de áreas que se presenta más adelante.

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

El análisis de flujos y movilidad de la zona a través de estas vialidades primarias formó parte importante para el partido del proyecto. Como punto de partida el concepto arquitectónico entiende y respeta la importancia que tiene el Periférico tanto en la zona como en la ciudad al tiempo que entendiendo la gran cantidad de gente que habita en la parte poniente y la conexión que representa la Av. Mario Colín, el esquema parte de generar una conexión visual y comunicación peatonal entre estas dos vialidades, generando un flujo espacial y de interés urbano dentro del proyecto. El proyecto está conformado por un edificio de Usos Mixtos que consta de Centro Comercial en 3 niveles, dos Torres de Oficinas de 10 niveles cada una, una Torre de Hotel y Sótanos que alojan cajones de estacionamiento de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

Al frente del boulevard Ávila Camacho se genera la Plaza Comercial de grandes dimensiones que marca el acceso al proyecto y desde la cual se integra el pasaje que conecta y atraviesa el proyecto, ambos puntos del pasaje se enmarcan en la volumetría por medio de unos grandes pórticos generados por los niveles superiores del conjunto. La plaza de acceso por el periférico significa el motor lobby tanto del Centro Comercial como del Hotel y presenta accesos y salidas para y desde los sótanos de estacionamiento. Sobre la Avenida de los Maestros se genera un motor lobby para las Torres de Oficinas que de igual forma permite acceso y salida de los estacionamientos; finalmente en la Avenida Mario Colín antes de enfrentar la pendiente del paso a desnivel se genera el ultimo motor lobby comercial que presenta nuevamente acceso y salidas de estacionamientos y da acceso al pasaje en su extremo opuesto, logrando con ello presencia e importancia en ambos puntos del conector visual. Gracias a estos tres puntos de accesibilidad se logra brindar al conjunto de una solución vehicular para automóviles que circulan al tiempo que conecta urbanamente sus límites generando flujos dentro del proyecto. Finalmente en el rubro de circulaciones y flujos vehiculares, en la parte posterior donde el retorno que genera la intersección de Av. De los Maestros con Av. Colín se ubica una amplia zona de andén y servicios.

La Planta Baja cuenta con: Locales Comerciales de diferentes tamaños, una Tienda de autoservicio, Áreas comunes y servicios, Lobby de acceso al Hotel. Todo esto de 14,165 m<sup>2</sup> de construcción. A través del pasaje donde se localizan las escaleras y rampas eléctricas que conectan los sótanos de estacionamiento se conectan los 2 Motor Lobbies principales, y ubicado en la plaza del lado del periférico norte se localiza el lobby de acceso al Hotel tipo Business Class del conjunto. El pasaje se presenta como un espacio que da preponderancia a su imagen peatonal y por medio de árboles, vegetación y elementos de agua se logra un ambiente distintivo que invita a recorrerlo, lateralmente al pasaje se localizan las escaleras eléctricas que suben a los siguientes niveles de proyecto y de igual forma a través de este espacio se conecta el lobby transfer para las Torres de Oficinas.

El Primer Nivel cuenta con: Espacio para tiendas Subancla, Locales Comerciales de diferentes tamaños, Área de Fast Food, Áreas comunes y de servicios. En este nivel se consideran también servicios de instituciones bancarias de aproximadamente 800 m<sup>2</sup> en total, con el apoyo de 8 cajeros automáticos. En total el Primer Nivel cuenta con 14,194 m<sup>2</sup> de construcción. La circulación presenta un giro con respecto al trazo del pasaje en planta baja lo cual logra una amplitud muy importante del espacio abierto brindando un ambiente diferente para recorrido, conectando visualmente la planta baja y enfatizando la conexión con la zona de comida rápida que se localiza en la parte nor-poniente en la parte superior del andén de servicios; este espacio se abre a la ciudad hacia la avenida de los maestros por medio de una plaza - parque donde los comensales –entre árboles y jardinería- vuelven a descubrir la conexión urbana que busca representar el proyecto. Los pasillos de este primer nivel generan una forma de embudo permitiendo generar en su centro espacios de estar y convivencia. El Segundo Nivel consta de: Área para Cines, Restaurantes con venta de bebidas alcohólicas, Locales Comerciales, Áreas Comunes, y Área de Hotel. El total de este nivel es de 13,622 m<sup>2</sup> de construcción. Los cines tendrán una capacidad para 1,851 butacas.

Este nivel nuevamente se amplía en su forma conectado visualmente siempre con el pasaje de planta baja. Todos los espacios giran alrededor de un hueco de forma ovoide que conecta visualmente con todo el conjunto y que más de la mitad de este espacio está destinado para terrazas con vegetación, cuerpos de agua y zonas pergoladas para generar terrazas a los restaurantes. El Tercer Nivel contiene en la parte sur del proyecto las áreas públicas y servicios del Hotel tipo Business Class y sobre ella se desplantan 9 niveles extra que albergan 243 habitaciones. El total de este tercer nivel es de 3,112 m<sup>2</sup> de construcción. A su vez en este nivel se localiza el Sky Lobby de las Torres de Oficinas, donde los elevadores transfer de planta baja llegan para distribuir en dos Núcleos el flujo de las oficinas de 10 niveles cada una. El área total del Hotel significa 12,593 m<sup>2</sup> de construcción. El área total de las 2 torres de oficinas es de 26,974 m<sup>2</sup> de construcción. La subdivisión del área de oficinas puede ser hasta en 4 indivisos por nivel. Asimismo, el Tercer Nivel contará con áreas verdes que servirán de esparcimiento, al mismo tiempo que contribuye a la integración ambiental y ayuda en cuestiones térmicas hacia el Centro Comercial y de visibilidad amigable hacia las Torres de Oficinas y Hotel. De acuerdo a la tabla de áreas que se indica más adelante el número de estacionamientos requeridos se logra resolver en 5 niveles de sótanos con 1,912 cajones, incluyendo 960 cajones de uso exclusivo de personas con discapacidad. Para completar el conjunto de servicios, en el primer sótano de estacionamientos se sitúa un local más como subancla con un área de 1,118 m<sup>2</sup> de construcción, el cual presenta un patio abierto hacia el lado del periférico norte, creando un hueco en la plaza de acceso principal en planta baja, lo cual logra una conexión visual y espacial muy importante al tiempo que genera iluminación y ventilación natural a este local. Aunque el Conjunto no contará con certificaciones oficiales ambientales o sustentables, si se adquirirán criterios que ayuden a aprovechar los recursos naturales y mejorar el ambiente, tanto en el proceso de construcción, así como en la operación del Conjunto.

**Tabla 33. Cuadro de Áreas.**

ÁREA	SUPERFICIE	NIVELES	TOTALES CONSTRUIDOS
<b>TERRENO</b>	17,119.46		
<b>ÁREA DE RESTRICCIÓN</b>	1,439.89		
<b>SUPERFICIE PARA CONSTRUCCIÓN</b>	15,679.57		
<b>SOTANO 1</b>			
SUB ANCLA	1,118	1	1,118
SERVICIOS GENERALES	362	1	362
SERVICIOS HOTEL	178	1	178
ESTACIONAMIENTO	13,815	1	13,815
AREA LIBRE	94		
Total	15,567		15,473
<b>SOTANO 2</b>			
ESTACIONAMIENTO	15,026	1	15,026
BODEGA CHEDRAUI	654	1	654
Total	15,680		15,680
<b>SOTANO 3</b>			
ESTACIONAMIENTO	15,680	1	15,680
Total	15,680		15,680
<b>SOTANO 4</b>			
ESTACIONAMIENTO	15,680	1	15,680
Total	15,680		15,680
<b>SOTANO 5</b>			
ESTAC. TANDEM	15,680	1	15,680
Total	15,680		15,680
<b>SOTANO EQUIPOS Y CISTERNAS</b>			
SERVICIOS Y EQUIPOS	2,398	1	2,398
Total	2,398		2,398
<b>PLANTA BAJA</b>			
ANCLA (CHEDRAUI)	6,454	1	6,454
SUB ANCLAS	2,963	1	2,963
LOCALES	936	1	936
SERVICIOS	927	1	927
AREA COMUN	2,739	1	2,739
HOTEL	147	1	147
AREA LIBRE	2,952		
Total	17,118		14,165
<b>NIVEL 01</b>			
LOCALES	3,003	1	3,003
SUB ANCLAS	3,777	1	3,777
FASTFOOD	671	1	671

ÁREA	SUPERFICIE	NIVELES	TOTALES CONSTRUIDOS
SERVICIOS FINANCIEROS	800	1	800
SERVICIOS	1,641	1	1,641
AREA COMUN	3,234	1	3,234
TERRAZA RENTABLE	1,031	1	1,031
HOTEL	36	1	36
VACIO	731		
Total	14,925		14,194
<b>NIVEL 02</b>			
CINES	4,654	1	4,654
RESTAURANTES	3,116	1	3,116
LOCALES	2,697	1	2,697
HOTEL	136	1	136
SERVICIOS	557	1	557
AREA COMUN	1,610	1	1,610
TERRAZA RENTABLE	853	1	853
VACIO	1,308		
Total	14,929		13,622
<b>NIVEL 03</b>			
LOBBY OFICINAS	1,664	1	1,664
P.B. HOTEL	1,151	1	1,151
SERVICIOS	297	1	297
SERVICIOS NO TECHADOS	5,386		
AREA LIBRE OFICINAS	5,031		
VACIO	1,308		
Total	14,836		3,112
<b>TOTAL COMERCIAL</b>			<b>122,371</b>
<b>TORRE 1</b>			
RENTABLE	1,126	10	11,260
CORE	140	10	1,400
Total	1,266		12,660
<b>TORRE 2</b>			
RENTABLE	1,112	10	11,120
CORE	153	10	1,530
Total	1,265		12,650
<b>TOTAL OFICINAS</b>			<b>26,974</b>
<b>HOTEL</b>			
NIVEL 4 a 7	1,164	4	4,656
NIVEL 8 a 12	1,258	5	6,290
Total	2,422		10,946
<b>TOTAL HOTEL</b>			<b>12,593</b>
<b>TOTAL M² CONSTRUIDOS</b>			<b>161,938</b>



**Tabla 34.** Resumen de Áreas Centro Comercial Pasaje Tlalnepantla.

<b>RESUMEN DE TABLA DE ÁREAS CENTRO COMERCIAL PASAJE TLALNEPANTLA</b>	
<b>USO</b>	<b>ÁREA</b>
LOCALES COMERCIALES	16,378
INSTITUCIÓN BANCARIA	800
TIENDA DE AUTOSERVICIO	7,108
FAST FOOD	671
CINES	4,654
RESTAURANTES	3,116
OFICINAS	26,974
HOTEL	12,593
TOTAL DE ÁREA RENTABLE	72,294
ESTACIONAMIENTOS	75,880
ÁREAS COMUNES Y SERVICIOS	13,764
TOTAL DE ÁREA DE CONSTRUCCIÓN	161,938

A continuación se presentan las colindancias del predio:

**Tabla 35.** Colindancias del predio.

<b>AL NOROESTE:</b>	Partiendo del Norte rumbo Este, en línea quebrada de 6 seis tramos, el primero de 22.65 M., veintidós metros sesenta y cinco centímetros, el segundo de 81.46 M., ochenta y un metros cuarenta y seis centímetros, el tercero de 5.84 M., cinco metros ochenta y cuatro centímetros, el cuarto es de 26.29 M., veintiséis metros veintinueve centímetros, el quinto es de .90 M., noventa centímetros y el sexto es de 30.39 M., treinta metros treinta y nueve centímetros, con Avenida Mario Colín.
<b>AL ESTE:</b>	Partiendo del Noreste rumbo Sur, en pancupé de 5 tramos, el primero de 9.09 M., nueve metros nueve centímetros, el segundo de 3.03 M., tres metros cero tres centímetros, el tercero de 12.04 M., doce metros cero cuatro centímetros, el cuarto de 53.54 M., cincuenta y tres metros cincuenta y cuatro centímetros y el quinto de 15.28 M., quince metros veintiocho centímetros, con las avenidas Mario Colín y de los Maestros.
<b>AL SUR:</b>	Partiendo del Este rumbo al Suroeste, en 2 dos tramos, el primero de 64.25 M., sesenta y cuatro metros veinticinco centímetros, el segundo de 62.85 M., sesenta y dos metros ochenta y cinco centímetros, con la Avenida de los Maestros.
<b>AL SUROESTE:</b>	Partiendo del sur rumbo al Oeste, en 60.66 M., sesenta metros sesenta y seis centímetros, con la Avenida de los Maestros.
<b>AL OESTE:</b>	Partiendo del Suroestes rumbo al Norte, en línea de 6 seis tramos, la primera de 30.59 M., treinta metros cincuenta y nueve centímetros, la segunda de 6.73 M., seis metros sesenta y tres centímetros. La tercera de 6.91 M., seis metros noventa y un centímetros, la cuarta de 3.18 M., tres metros dieciocho centímetros, la quinta de 3.70 M., tres metros setenta centímetros y la sexta de 61.33 M., sesenta y un metros treinta y tres centímetros, con la Autopista México Querétaro.

Es importante señalar que en lo que respecta al uso de Suelo: “Centro Urbano Regional” establecido en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano vigente de Tlalnepantla el cual corresponde al predio que nos ocupa, el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) en los primeros 12 metros corresponde a un 80%, de esta altura en adelante el COS se reduce al 50% de la superficie del predio. El mismo Plan indica que la superficie máxima de construcción (CUS) es de 8.0 veces la superficie del predio. En virtud de lo anterior y con fundamento en los artículos 5.10, fracción VII y 5.57 correspondientes al Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México vigente, se solicitara la opinión favorable y en su caso, la autorización de la COPLADEMUN, a fin de aprobar el aumento de ocupación de suelo (COS) al 84% en los tres primeros niveles que contemplan 18.30 de altura. Asimismo, en lo que respecta al coeficiente de utilización, sometemos a su consideración la autorización de un incremento a 9.46 veces la superficie del predio, donde manifestamos que existirá un aumento de intensidad y densidad de construcción como se desglosa en la siguiente tabla:

**Tabla 36.** Análisis de superficies de construcción del proyecto “Pasaje Tlalnepantla”

COEFICIENTES	PROYECTO				PMDU	
	NIVEL	ALTURA	CONSTRUCCIÓN	PROYECTO %	NORMA %	NORMA
OCUPACIÓN DE SUELO	PB	6.10	14.165 m2	82.74	80	PRIMEROS 3 NIVELES O 12 METROS COS 80%=13,695.56 m²
	N1	12.20	14.194 m2	82.91	80	A PARTIR DEL 4º NIVEL O MAS DE 12 METROS COS 50% = 8,559.73 m²
	N2	18.30	13.622 m2	79.57	50	
	N3	24.70	3.112 m2	18.18	50	
	N4-N7	----	3.695 m2	21.58	50	
	N8-N12	66.70	3.789 m2	22.13	50	
ÁREA LIBRE	PB	6.10	2,954.46	17.26	20	PRIMEROS 3 NIVELES O 12 METROS 20%=3,423.89 m²
	N1	12.20	2,925.46	17.09	20	A PARTIR DEL 4º NIVEL O MAS DE 12 METROS 50% = 8,559.73 m²
	N2	18.30	3,497.46	20.43	50	
	N3	24.70	14,007.46	81.82	50	
	N4-N7	----	13,424.46	78.42	50	
	N8-N12	66.70	13,330.46	77.87	50	
CUS	9.46 = 161.938 m² de construcción				8.0 = 136,955.68 m² de construcción	

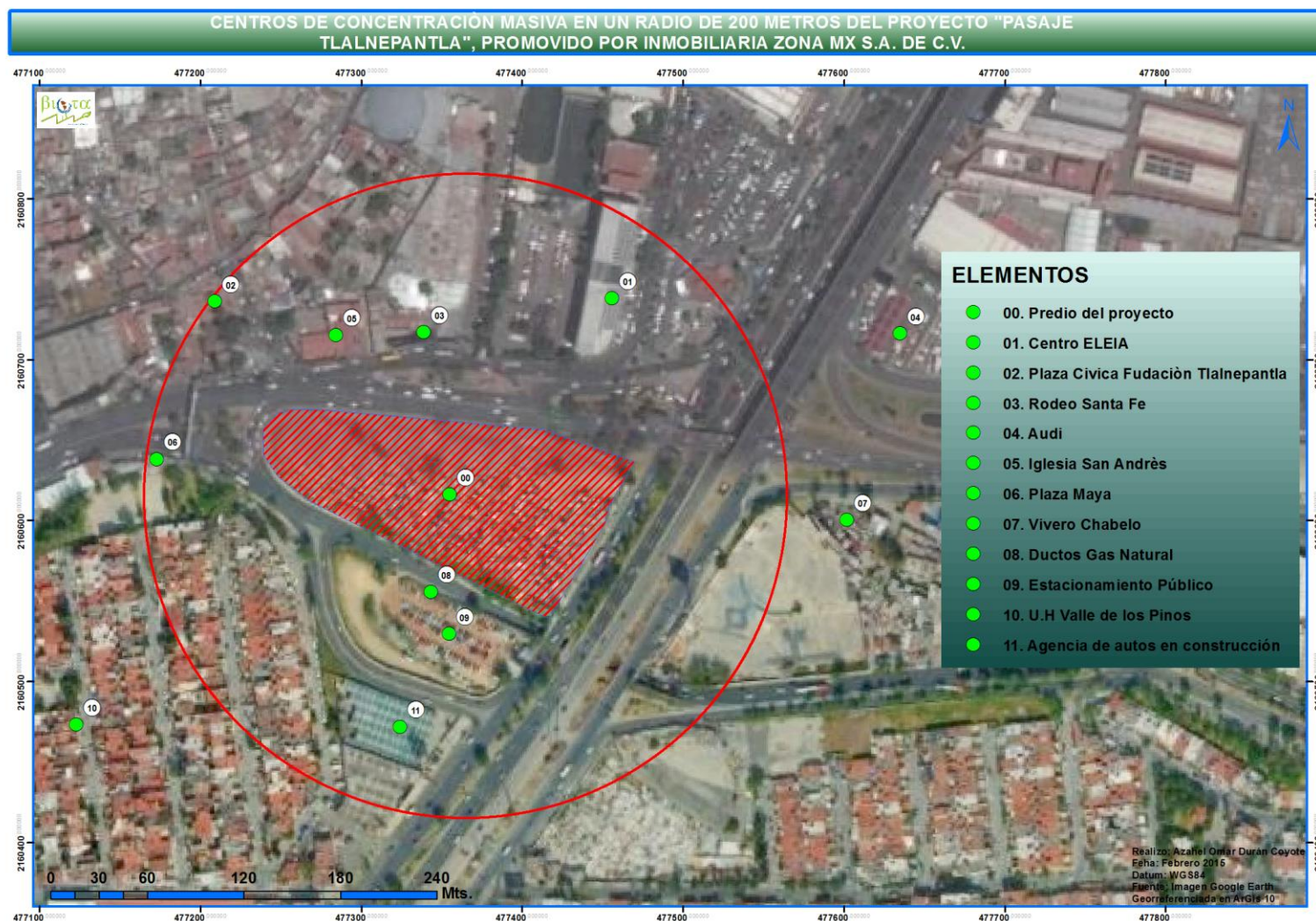
**12. Ubicación del proyecto con respecto a centros de concentración masiva, sistema de transporte colectivo (Metro) o sistema de transporte similar, plantas de almacenamiento y distribución de Gas L.P., líneas de alta tensión, vías férreas y ductos que transportan productos derivados del petróleo en un radio de 200 metros, indicar distancias de los límites del predio, tomando como referencia la ubicación de la bocatoma de los tanques de almacenamiento, eje de dispensarios, trasiego de tanques de gas L.P. y zonas de almacenamiento de otro tipo de materiales, sustancias o combustibles riesgosos.**

El predio se localiza en una zona completamente urbanizada, en donde existen gran cantidad de comercios, aunque ninguno de ellos implica una actividad de riesgo que pueda actuar en sinergia con el proyecto, en la siguiente tabla se muestran los principales elementos de riesgo y concentración masiva, en torno al proyecto.

**Tabla 37. Elementos de Riesgo y Concentración en el proyecto**

NOMBRE	COORDENADA UTM_X	COORDENADA UTM_Y	DISTANCIA
<b>00. Predio del proyecto</b>	477355.00	2160616.00	0.00
<b>01. Centro ELEIA</b>	477456.00	2160738.00	152.74
<b>02. Plaza Cívica Fundación Tlalnepantla</b>	477209.00	2160736.00	197.06
<b>03. Rodeo Santa Fe</b>	477339.00	2160717.00	104.81
<b>04. Audi</b>	477635.00	2160716.00	288.25
<b>05. Iglesia San Andrés</b>	477284.28	2160715.08	128.16
<b>06. Plaza Maya</b>	477173.00	2160638.00	193.19
<b>07. Vivero Chabelo</b>	477602.00	2160600.00	237.63
<b>08. Ductos Gas Natural</b>	477343.33	2160555.50	63.68
<b>09. Estacionamiento Público</b>	477354.60	2160529.36	86.68
<b>10. U.H Valle de los Pinos</b>	477123.00	2160473.00	280.69
<b>11. Agencia de autos en construcción</b>	477324.19	2160471.47	149.60

Ilustración 14. Plano de entorno del proyecto





### **13. Identificación de riesgos evaluando procesos y procedimientos de operación, áreas de almacenamiento, maquinaria, equipo, tuberías, líneas de conducción, instalaciones e instrumentación del proyecto y cálculo de probabilidad de ocurrencia empleando al menos dos metodologías.**

Los criterios de evaluación de riesgos se fundamentan en la aplicación de la Técnica Análisis de Riesgos y Operabilidad (HAZOP), Índice DOW para fuego y explosión, Lista de Chequeo y la simulación de escenarios con el Modelo SCRI Fuego Ver 1.3

La técnica del Análisis HAZOP fue desarrollada para la identificación de riesgos en todo tipo de proceso y plantas. La base de aplicación de los estudios HAZOP es considerar que los riesgos o los problemas aparecen solo como consecuencias de desviaciones sobre las condiciones de operación que se consideran normales en un sistema dado.

En el análisis HAZOP, se realiza la revisión de los diagramas y procedimientos en una serie de reuniones durante las cuales un equipo multidisciplinario hace uso de un protocolo para evaluar la importancia de las desviaciones de la intención normal de diseño de un sistema.

Un análisis HAZOP se realiza, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el CCPS y la AIChE ("Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition with Worked Examples"), en cuatro etapas:

- A) Preparativos iniciales.
- B) Realización de las reuniones HAZOP.
- C) Documentación de los resultados.
- D) Resumen de recomendaciones emanadas del HAZOP.

Estas etapas deberán llevarse a cabo como se describe a continuación.

#### **A) Preparativos iniciales.**

Los preparativos iniciales comprenden las siguientes actividades.

##### Definición del objetivo y alcance del HAZOP.

El propósito, objetivo y alcance del estudio HAZOP deben ser tan explícitos como sea posible. Los objetivos normalmente deberán ser establecidos por el personal que es responsable de la instalación y deberá ser asistido por el Coordinador del estudio HAZOP (Análisis de riesgos).

##### Formación del Equipo HAZOP.

El responsable de esta actividad es el Coordinador del Estudio; el análisis HAZOP requiere la formación de un equipo multidisciplinario conformado por un Coordinador del HAZOP (normalmente el mismo del estudio), un Secretario (analista de riesgos) y varios expertos de las siguientes especialidades involucradas en las áreas de estudio: Seguridad Industrial y Protección Ambiental, Mantenimiento, Operación, Producción, principalmente.

De esta forma se conjunta de manera muy conveniente los perfiles de análisis de riesgos y la experiencia en la operación y mantenimiento del proceso. Este enfoque de grupo multidisciplinario es altamente recomendable para realizar cualquier análisis de riesgo.

##### Definición de los Nodos (Secciones) de Estudio.

Para la realización del HAZOP la instalación a analizar deberá dividirse en nodos de estudio (secciones de proceso). Las secciones del proceso o nodos de estudio, son secciones de equipos con límites (fronteras) definidos, dentro de los cuales los parámetros del proceso son investigados por sus desviaciones, ejemplo: líneas de llegada, cabezales de producción, cabezales de medición, separadores con los mismos parámetros (presión, temperatura, flujo, composición), etc.

Se recomienda que el coordinador del equipo realice una lista preliminar de los nodos de estudio, así como, de posibles desviaciones del proceso debe quedar completamente definida en la primera reunión HAZOP de acuerdo con la revisión y aprobación del equipo multidisciplinario.



### Preparación de las Reuniones.

Esta etapa consiste en la programación e invitación a las reuniones del personal que participará en el HAZOP. El responsable de esta actividad es el Coordinador del HAZOP. Es importante considerar que la invitación deberá ir dirigida al personal de las diversas áreas de actividad en la instalación.

Los requerimientos que deberán tomarse en cuenta para la preparación de las reuniones serán:

- Estimación de tiempo necesario para cada nodo o sección del estudio (de 20 a 30 minutos).
- Idealmente cada una de las reuniones tomará de 3 a 4 horas como máximo.
- Se deberán preparar los formatos necesarios para el registro de asistencia a las reuniones.
- Se recomienda que el Coordinador utilice material de apoyo (presentación de la técnica HAZOP, protocolo de reuniones, lista de palabras guías, variables de proceso, desviaciones, copias del diagrama de flujo de proceso actualizado, copias del formato de documentación del análisis HAZOP, etc.) para realizar una introducción de la técnica HAZOP en la primera reunión.

### **B) Realización de Reuniones HAZOP.**

Una vez hecha la introducción de la técnica HAZOP y después de definir en equipo la nodalización de la instalación, se procede a realizar estudio de acuerdo con el protocolo propuesto (Ver siguiente diagrama). Cada nodo de estudio deberá realizarse de acuerdo a la siguiente secuencia de pasos:

1. Explicar la intención del diseño del proceso o paso de operación, es decir, definir la función de la sección del proceso.
2. Seleccionar una variable de importancia de este nodo.
3. Aplicar una palabra guía a la variable y obtener la desviación.
4. Examinar las consecuencias asociadas con la desviación asumiendo que todas las salvaguardias fallan.
5. Listar las posibles causas de la desviación.
6. Identificar las salvaguardias existentes para prevenir la desviación.
7. Proponer acciones correctivas.
8. Aplicar otra palabra guía a la misma variable para el estudio, repitiendo los pasos del 3 al 7, hasta obtener todas las desviaciones importantes.
9. Seleccionar otra variable y aplicar los pasos 2 al 8, hasta cubrir las variables importantes del nodo.
10. Analizar el siguiente nodo o sección de estudio.

Las acciones correctivas o recomendaciones, deberán fundamentarse en las normas aplicables y vigentes a la instalación y anexarse a las referencias. Se recomienda tener un banco de información que incluya las normas más frecuentes aplicables a la industria petroquímica. Algunas reglas importantes para las reuniones HAZOP son:

- ✓ Todos los participantes deben libremente expresar sus ideas y puntos de vista.
- ✓ Evitar críticas para no frenar el proceso creativo.
- ✓ Al máximo tratar de centrarse en la sección, variable del proceso y palabra guía en turno.

### **Documentación de resultados.**

Para la documentación de los resultados deberá de incluir la siguiente documentación:

- ★ Nombre del nodo (sección).
- ★ Descripción de la función.
- ★ Fecha en que realizó el análisis.
- ★ Número consecutivo de la desviación.
- ★ Variable de estudio.
- ★ Palabra guía.
- ★ Desviación identificada mediante la combinación variable + palabra guía.
- ★ Posibles causas de la desviación.
- ★ Posibles consecuencias de la desviación.
- ★ Salvaguardias con que cuenta el nodo para mitigar la posible desviación.
- ★ Acciones correctivas o recomendaciones.

Este formato deberá de llenarse con la información que se genere en el seguimiento de los puntos que comprenden el protocolo del análisis HAZOP. Es muy importante mencionar que la columna de “recomendaciones” deber ser llenada durante las reuniones HAZOP con las ideas de los participantes; sin embargo, el posible apego de las recomendaciones a las practicas recomendadas o normas deberá ser posteriormente investigado e incluido en la mencionada columna. Adicionalmente, estas recomendaciones deberán ser revisadas por el personal correspondiente.

### **C) Resumen de las Recomendaciones Emanadas del HAZOP.**

Concluida la documentación de resultados del análisis HAZOP, y previa revisión de ésta, se procede a realizar un resumen de las recomendaciones del HAZOP. Esta información incluye:

#### Equipos principales.

En esta se agrupan equipos que debido a sus características y condiciones de operación tienen funciones similares.

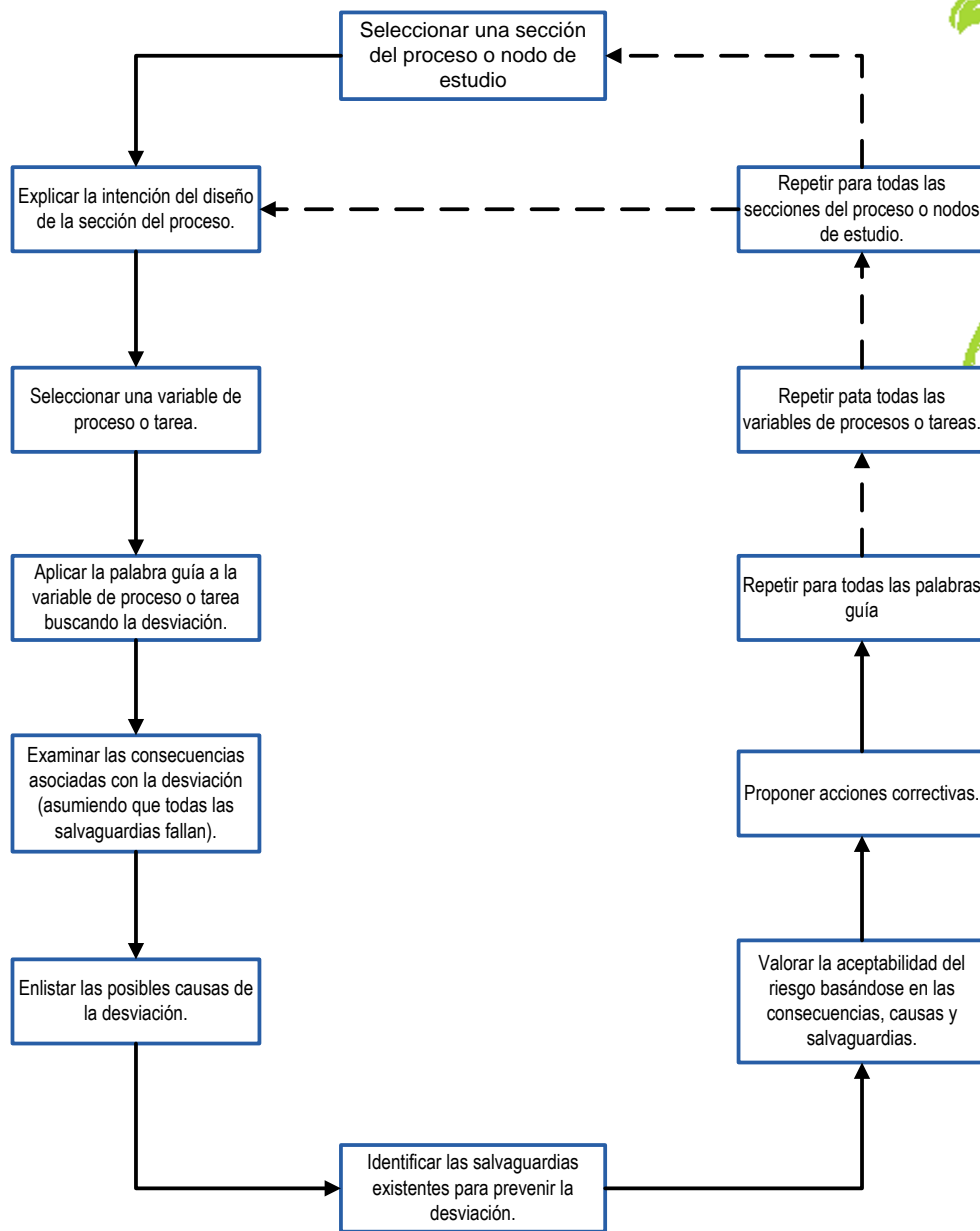
#### Eventos indeseables.

En esta se listan las desviaciones identificadas asociadas a los equipos principales.

#### Recomendaciones.

Esta sección muestra la lista de recomendaciones obtenidas en la documentación de resultados HAZOP aplicables al equipo principal y el evento indeseable de las columnas previas.

**Ilustración 15.** Diagrama de aplicación del Análisis Hazop

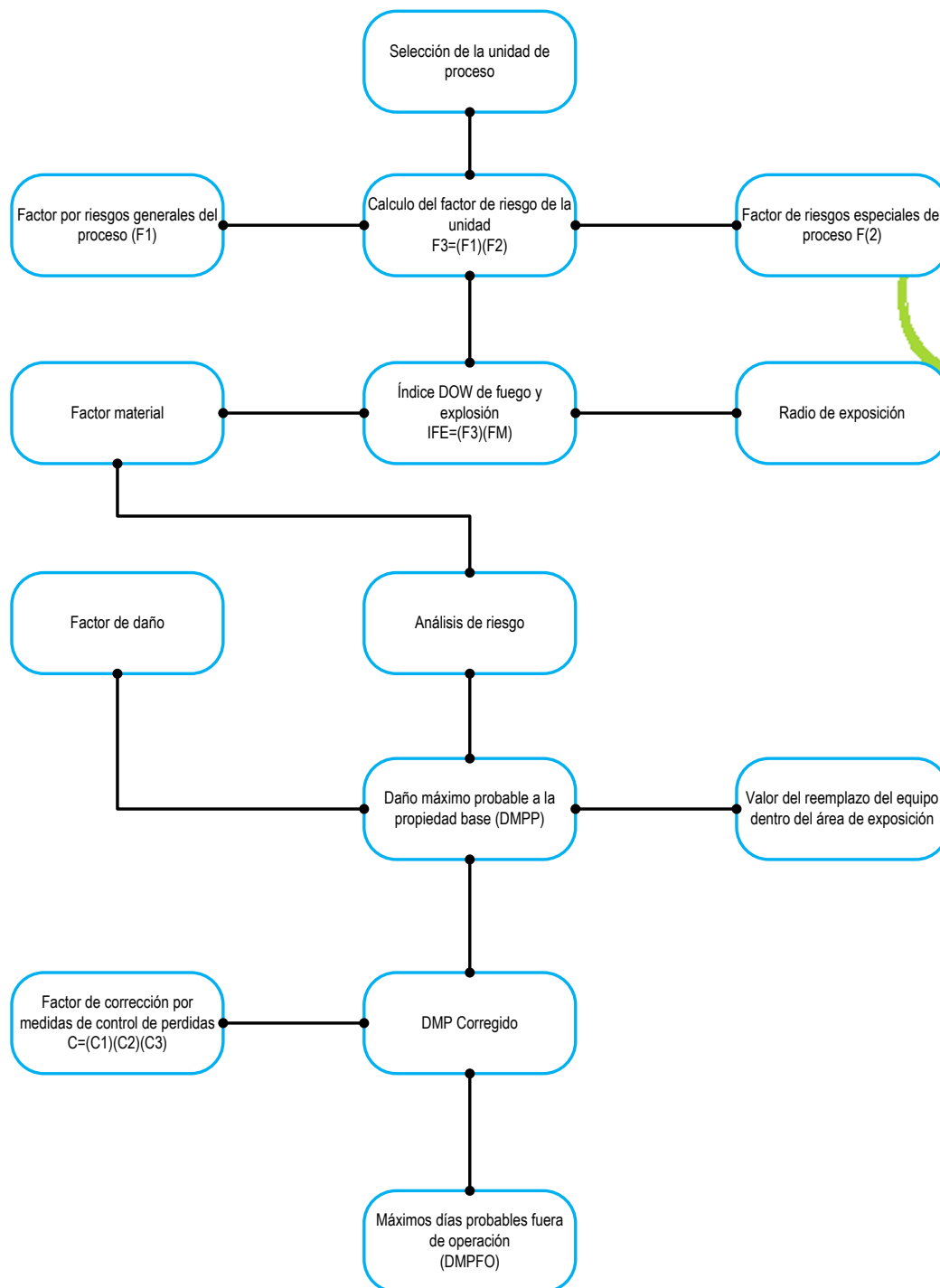


**Tabla 38.** HAZOP del Centro Comercial, Hotel y Oficinas  
"Pasaje Tlalnepantla" Promovido por Inmobiliaria Zona MX SA de CV

CENTRO COMERCIAL, HOTEL Y OFICINAS "PASAJE TLALNEPANTLA", PROMOVIDO POR INMOBILIARIA ZONA MX S.A. DE C.V. BLVD. MANUEL ÁVILA CAMACHO NO. 2610, MZ. 40 COLONIA VALLE DE LOS PINOS MUNICIPIO DE TLALNEPANTLA DE BAZ, ESTADO DE MÉXICO				
FECHA: 14/2/2015	LISTA DE DESVIACIONES Proyecto: "Pasaje Tlalnepantla S.A. de C.V."			EQUIPO PRINCIPAL: SISTEMA DE TUBERÍAS
EQUIPO, LÍNEA O PASO DEL PROCESO	DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	PREVENCIÓN-PROTECCIÓN (DETECCIÓN-ACCIÓN)
MANÓMETROS	AMORTIGUADOR DAÑADO	*MECANISMO DE PULSACIÓN DAÑADO	* LECTURA INCORRECTA	* SUPERVISIÓN Y MUESTREO
SISTEMA DE TUBERÍAS	RUPTURA EN TUBERÍAS	* AUMENTO DE FLUJO	* FUGA DE GAS	* INSPECCIÓN PERIÓDICA A LÍNEAS DE TUBERÍAS
		* AUMENTO DE PRESIÓN	* FUGA DE GAS	* EFECTUAR PRUEBAS DE HERMETICIDAD
		* AUMENTO DE TEMPERATURA	* FUGA DE GAS	* CONTAR CON INDICADORES DE FLUJO
		* NO INDICADOR DE FLUJO	* FUGA DE GAS	* INSTALAR VÁLVULAS DE RETORNO AUTOMÁTICAS
		* INTEMPERISMOS	* FUGA DE GAS	* COLOCAR VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE RETORNO
		* FALTA DE MANTENIMIENTO	* FUGA DE GAS	* UTILIZAR TUBERÍA ROSCADA CEDULA 80 SIN COSTURAS * IDENTIFICAR LAS TUBERÍAS, MEDIANTE EL CÓDIGO DE COLORES * PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

B) Grado de riesgo en base al índice DOW de fuego y Explosión:

**Ilustración 16.** Diagrama de flujo del índice DOW.



**DONDE:**

F1: Riesgos Generales

F2: Riesgos de la Unidad

F3: FACTOR MATERIAL

F2: Riesgos Especiales

IFE: Índice de Fuego y Explosión

C: Factor de Corrección Global

Secuencia de cálculo.

UNIDADES DE PROCESO. Se identifican en el plano de localización aquellas que se consideren de mayor impacto o que contribuyan más al riesgo de fuego o explosión

✓ FACTOR MATERIAL (FM). Se determina el FM para cada unidad o sección, donde el FM es una medida de la intensidad de energía liberada por un compuesto químico, mezcla o sustancia. Se representa por un número entre 1 y 40 que clasifica los riesgos de inflamabilidad y reactividad.

✓ FACTORES DE RIESGO GENERALES Y ESPECIALES. Evaluación de la contribución de cada factor de riesgo general (F1) y especiales (F2). Estos factores incrementan la magnitud de un probable incidente y se les da un valor de acuerdo al tipo de riesgo que presenten.

✓ FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD. Determinación del factor de riesgo de la unidad y el factor de daño que representa el grado de exposición a pérdidas. El primer factor mencionado es una medida del daño probable relativo a la explosión y se determina con el producto de riesgos generales y riesgos especiales.  $F3 = (F2)(F2)$ , el factor de daño se obtiene con F3 y FM

✓ ÍNDICE DOW. Se calcula el Índice de Fuego y Explosión (IFE). El IFE es la probabilidad de daño de fuego o explosión del área determinada por el radio de explosión y se calcula con la siguiente fórmula:  $IFE = (FM)(F3)$ , con el valor de IFE se calcula el área de explosión considerándola circular, el radio se calcula y se clasifica el riesgo de acuerdo a la tabla siguiente

**Tabla 39.** Clasificación de los riesgos

IFE	TIPO DE RIESGO
1-60	Ligero
61-96	Moderado
97-127	Intermedio
128-158	Grave
Más de 158	Severo

CALCULO DEL DAÑO MÁXIMO PROBABLE A LA PROPIEDAD BASE (DMPP). El DMPP base, se obtiene del valor de reemplazo del equipo dentro del área de exposición, del valor de los inventarios multiplicado por el factor de daño:

VALOR DE REPOSICIÓN = (Costo original) (0.82) (factor de escalación)

Dónde: 0.82 = corrección estadística por partes no sujetas a reemplazo.

DMPP base = (VALOR REPOSICIÓN + INVENTARIOS) (FACTOR DE DAÑO)

FACTOR DE CORRECCIÓN POR MEDIDAS DE CONTROL DE PÉRDIDAS.

Los factores se utilizan para reducir el DMPP base a un valor actual. Los factores se dividen en 3 grupos:

C1: Referente a control de procesos,

C2: Aislamiento de material,

C3: Protección contra incendios.

El producto de los factores de grupo nos da el factor de corrección global:

$C = (C1)(C2)(C3)$ :

DMPP actual = (DMPP base) (FACTOR DE CORRECCIÓN ACTUAL)



DETERMINACIÓN DE LOS MÁXIMOS DÍAS PROBABLES FUERA DE OPERACIÓN (MDPFO). Los MDPFO, es el tiempo en que la unidad estará fuera de operación debido a reparaciones y reemplazos de equipo, más la pérdida de capacidad de producción, por lo que estará en función de DMPP actual.

RESULTADO DE ANÁLISIS. Se concentra en forma de reporte ASP los siguientes datos:

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. FACTOR MATERIAL      | 2. FACTOR RIESGO           |
| 3. I F E                | 4. VALOR DEL ÁREA EXPUESTA |
| 5. FACTOR DE DAÑO       | 6. DMPP base               |
| 7. FACTOR DE CORRECCIÓN | 8. DMPP actual             |
| 9. DMPFO                |                            |

RECOMENDACIONES DE ASP PARA MINIMIZAR RIESGOS

Índice Mond para fuego, explosión y toxicidad.

Es similar al anterior, pero calcula factores con mayor precisión y contempla otros aspectos. A continuación se detalla la metodología para el cálculo del Índice Mond.

CÁLCULO DE ÍNDICES SIN CONSIDERAR FACTORES DE SEGURIDAD.

Definición de la sección o división de la planta como área de estudio, igual que el índice MOND.

Selección del material clave de mayor riesgo y cantidad.

Cálculo del factor material (B) según el material clave. Las fórmulas para cálculo de (B) según material se dan en diferentes tablas.

Determinación de riesgos especiales de material M. Este factor toma en cuenta propiedades especiales del material o mezclas. Los factores se asignan en función de las circunstancias de uso del material en la sección, los valores pueden variar dependiendo de cambios de una sección a otra.

M = Suma de factores

5. Determinación de riesgos generales de proceso P. Estas consideraciones de riesgo se refieren al tipo básico del proceso u otra operación que se efectúe en la unidad.

P = Suma de factores

6. Determinación de riesgos especiales de procesos S. Se refieren a características del proceso que intensifiquen el riesgo total. Esta es la sección de mayor importancia, debe hacerse una estimación correcta de las medidas de control protectoras.

S = Suma de factores

7. Riesgos por cantidad de material total Q. Suman los riesgos adicionales por uso de grandes cantidades de combustibles, inflamables, explosivos o materiales que puedan descomponerse.

8. Riesgos por distribución de la unidad L. Son factores de riesgo de una sección ocasionados por la disposición de equipos. Un punto importante dentro de estas condiciones es la altura a la que se encuentra en cantidades considerables el material inflamable.

L = Suma de factores

Riesgos por toxicidad T. se refiere a la clasificación relativa de riesgos de toxicidad y su influencia en la asignación del riesgo global. Los riesgos para la salud pueden variar tanto en grado como en forma de presentarse. Algunos son identificables en condiciones normales de proceso y anormales, mientras que otros están presentes continuamente como resultado de pequeñas fugas

T = Suma de factores.

10. Cálculo de índices. Esto proporciona una identificación de la duración del fuego en caso de incendio. Un método adecuado para calcular el potencial de fuego se basa en las kcal/cm<sup>2</sup> de área plana, permitiendo efectuar una comparación con otros tipos de edificios. Todos los índices calculados en este punto son importantes, pero los de mayor ponderación son los de toxicidad (UI), máximo incidente tóxico (CI) y explosión (EI). Existen criterios muy variados respecto a los valores dados a cada uno de los índices según el grupo de análisis.

ÍNDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSIÓN			
Planta: CENTRO COMERCIAL, HOTEL Y OFICINAS "PASAJE TLALNEPANTLA", PROMOVIDO POR INMOBILIARIA ZONA MX S.A. DE C.V.		Unidad de Proceso: Fuga en Manguera de 60 mm	
Ubicación: Tlalnepantla de Baz, Estado de México		Fecha: Febrero, 2015	
Materiales y procesos			
Materiales en proceso:		Gas Natural	
Estado de la operación:		Intermitente	
Factor material (FM)			21
1. Riesgos generales del proceso	Penalidad	Valor	
Factor de base:	1	1	
A) Reacción exotérmica	0.3 a 1.25	-	
B) Procesos endotérmicos	0.2 A 0.4	-	
C) Manejo y transferencia de materiales	0.25 A 1.05	0.5	
D) Unidad de proceso encerrada	0.25 A 0.90	-	
E) Accesos	0.35	-	
F) Drenaje y control de derrames	0.25 a 0.5	-	
Factor de Riesgos General de Proceso (F1)		1.5	
2. Riesgos especiales del proceso			
Factor base:	1	1	
A) Materiales tóxicos	0.2 a 0.8	-	
B) Presión inferior a 500 mmHg	0.5	0.3	
C) Operación cercana o en rango flamable ( ) Inertizado; ( ) No inertizado		-	
1 Área tanques almacén de líquidos flamables	0.5	-	
2 Proceso alterado o falla de purgas (derrames)	0.3	-	
3 Operación siempre en rango flamable	0.8	0.8	
D) Polvos explosivos	0.25 a 2	-	
E) Presión: De operación __ psi; De calibración __ psi	-	0.43	
F) Baja temperatura	0.2 a 0.3	0.3	
G) Materia flamable: W= __lb; Hc= __BTU/LB	-	-	
1 Líquidos, gases y materiales reactivos en proceso	-	-	
2 Líquidos o gases en almacenamiento ***		0.12	
3 Combustible sólido en almacén, polvo en proceso	-	-	
H) Corrosión y Erosión	0.1 a 0.75	0.2	
I) Fugas en juntas y empaques	0.1 a 1.5	0.3	
J) Uso de calentadores a fuego directo	-	-	
k) Intercambio de calor con aceite caliente	0.15 a 1.15	-	
L) Equipo rotatorio	0.5	-	
Factor de riesgo especial de proceso (F2)		3.45	
Factor de la unidad de riesgo (F3 = F1 x F2)		3.96	
ÍNDICE DE FUEGO Y EXPLOSIÓN (IF&E = F3 x FM)			83.32

ÍNDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSIÓN		
Planta: CENTRO COMERCIAL, HOTEL Y OFICINAS "PASAJE TLALNEPANTLA", PROMOVIDO POR INMOBILIARIA ZONA MX S.A. DE C.V.		Unidad de Proceso: Fuga en manguera de 60 mm
Ubicación: Tlalnepantla de Baz, Estado de México		Fecha: Febrero, 2014
<i>Corrección por medidas de seguridad</i>		
1. Control del proceso	Créditos	Valor
a) Energía de emergencia	0.98	0.97
b) Enfriamiento	0.97 a 0.99	0.95
c) Control de explosiones	0.84 a 0.98	0.96
d) Paro de emergencia	0.96 a 0.99	0.98
e) Control por computadora	0.93 a 0.99	-
f) Gas Inerte	0.94 a 0.96	-
g) Procedimientos de operación	0.91 a 0.99	0.90
h) Revisión de reactivos químicos	0.91 a 0.98	.85
<b>Producto de factores por control de proceso (C1)</b>		<b>0.663</b>
2. Aislamiento de materiales		
a) Válvulas de control remoto	0.96 a 0.98	-
b) Descargas a vertederos	0.96 a 0.98	-
c) Sistema de drenajes	0.91 a 0.97	-
d) Interlock	0.98	-
<b>Producto de factores por aislamiento de materiales (C2)</b>		<b>-</b>
3. Protección contra incendio		
a) Detección de fugas	0.94 a 0.98	-
b) Acero Estructural	0.95 a 0.98	-
c) Tanques subterráneos	0.84 a 0.91	-
d) Suministro de agua	0.94 a 0.97	0.90
e) Sistemas especiales	0.91	-
f) Sistemas de rociadores	0.74 a 0.97	-
g) cortinas de agua	0.97 a 0.98	-
h) Espuma	0.92 a 0.97	-
i) extintores	0.95 a 0.98	0.95
j) Protección de línea eléctrica	0.94 a 0.98	0.90
<b>Producto de factores por protección contra incendio (C3)</b>		<b>0.769</b>
<b>Factor total de corrección (C1 * C2 * C3)</b>		<b>0.51</b>
Grado de riesgo sin corregir	83.32	Moderado
Grado de riesgo corregido	45.82	Ligero

## GAMA DE IFE Y GRADOS DE RIESGO

IF&E	GRADO DE RIESGO
1 – 60	Ligero
<b>61 – 96</b>	<b>Moderado</b>
97 – 127	Intermedio
128 – 158	Intenso
Más de 158	Severo

Una fuga de Gas Natural representa una posibilidad de incendio en el caso de existir una fuente de ignición, por lo que en principio deben detectarse y eliminarse todas las posibles fuentes de ignición, incluyendo las generadas por electricidad estática. Además se deben planear y poner en práctica las acciones destinadas al taponamiento de una fuga, esto con el propósito de que el personal que labora en la planta actúe con eficiencia durante una emergencia. De acuerdo a las técnicas de identificación de riesgos anteriores un accidente en estas instalaciones puede presentarse en:

1. Incendio de vehículo en zona de carburación.
2. Fuga en Manguera Principal de 60 mm
3. Fuga en Manguera Secundaria de 50 mm
4. Fuga en Manguera Secundaria de 38 mm
5. Fuga en Manguera Terciaria de 25 mm

Como es del conocimiento generalizado, resulta difícil predecir la posibilidad de una fuga en un punto específico del sistema de tuberías o en el tanque de almacenamiento, ya que en estas instalaciones se utilizan una gran variedad de accesorios y equipos (tuberías, mangueras, válvulas, empaques, conexiones, bridas, soldadura), diseñados específicamente para trabajar las presiones, temperaturas y características fisicoquímicas del Gas Natural; sin embargo, la experiencia demuestra que la mayoría de las fugas que se presentan son de bajas dimensiones, llegando a establecer un valor promedio de una cuarta parte del valor del diámetro de la tubería

## JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

Para jerarquizar los riesgos es necesario analizar su probabilidad de ocurrencia y sus efectos ocasionados para un accidente potencial. Para tener la probabilidad de ocurrencia de los riesgos es necesario contar con un historial de accidentes ocurridos; donde este proyecto no tiene antecedentes de accidentes, por ser obra nueva. De esta forma, la probabilidad de un evento será estimada en base al análisis de factores como: condiciones generales de las instalaciones, dispositivos de control, flujo de materiales y puntos críticos de operación. Como se mencionó anteriormente, es difícil determinar la posibilidad de un accidente en especial, por lo que para jerarquizar los riesgos se estimarán sus posibles consecuencias, numerándolos de menor a mayor afectación, en base al diámetro de la fuga o radio de afectación. Los riesgos identificados en orden ascendente, en cuanto a la posibilidad de afectaciones producidas son:

### 1. Incendio de vehículo en área de maniobras.

Lo cual ocurriría en el área de carga y descarga.

### 2. Fuga en Tubería para gas.

Este evento se produciría en cualquier punto en las instalaciones del proyecto.

**14. Modelación de los tres eventos probables máximos de riesgo por derrame, fuga, incendio o explosión calculando daño máximo probable y daño catastrófico, presentando la memoria de cálculo de cada uno en idioma español.**

**EVENTO NO. 1 INCENDIO DE VEHÍCULO EN ÁREA DE SUMINISTRO.**

Para este caso se utilizó el procedimiento API-RP-521, mediante el cual se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación térmica de 1,585.62 y 546.875 BTU/hr ft<sup>2</sup> (Equivalentes a 5.0 y 1.4 Kw/m<sup>2</sup> considerados como radios de riesgo y amortiguamiento); que produce las afectaciones indicadas en la tabla de afectaciones al final de este desarrollo.

La ecuación involucrada es:

$$D = \sqrt{\frac{K \& F Q}{4q}}$$

Donde:

D = Distancia de un punto medio de la flama a un punto de interés (ft)

& = Fracción de la intensidad de calor transmitida (s/u)

F = Fracción de calor irradiado por la flama abierta (s/u)

Q = Calor total liberado (BTU/hr ft<sup>2</sup>)

K = Nivel de radiación de interés o nivel de tolerancia (BTU/hr ft<sup>2</sup>)

**Determinación de calor liberado:**

Material combustible presente:

MATERIAL	CANTIDAD	PESO UNITARIO	PESO TOTAL
LLANTAS	4	20	80
HULE	-	-	15
ASIENTO Y RESPALDO	1	15	15

MATERIAL	CALOR DE COMBUSTIÓN (BTU/lb)
Vinil	11,058
Hule espuma	12,283

Se considera que todo el material se quema en 5 minutos, con un poder calorífico de 12,283 BTU/lb, entonces la velocidad de quemado será:

$$(120 \text{ kg}/5 \text{ min}) (60 \text{ min}/\text{hr}) = 1,440 \text{ kg}/\text{hr} (2.2 \text{ lb}/\text{kg.}) = 3,168 \text{ lb}/\text{hr}$$

**Calor producido:**

$$Q = 12,283 \text{ BTU}/\text{lb} (3,168 \text{ lb}/\text{hr}) = 3.891 \times 10^7 \text{ BTU}/\text{hr}$$

**Determinación de la fracción de intensidad (&):**

El valor de & depende de la humedad relativa en el sitio del proyecto, que en este caso es de 65 %.

$$\text{Del AIP-RP-521 tenemos que } \& = 0.79 (100/r)^{0.0625} (30.5/d)^{0.0625} =$$

Dónde:

'r' = Humedad relativa

'd' = Distancia desde la flama hasta el objeto iluminado (m)

- considerando d = 15 m.

$$\& = 0.79 (100/65)^{0.0625} (30.5/15)^{0.0625} = 0.848$$

**La fracción de calor irradiado por la flama abierta (F) es:**

- Para combustión de hidrocarburos F = 0.35

- Para la combustión de materiales incluyendo hidrocarburos, con desprendimiento de demasiado humo F = 0.26

**Para un nivel de radiación de 1,585.62 BTU/hr ft<sup>2</sup>:**

$$D = (\frac{FQ}{4K})^{0.5}$$

$$D = \{[(0.848) (0.26) (3.891 \times 10^7)] / [(4) (3.1416) (1585.62)]\}^{0.5} = 20.81 \text{ pies} = 6.34 \text{ m.}$$

$$D^2 = X^2 + Y^2$$

$$X = (D^2 - Y^2)^{0.5} = (6.34^2 - 2^2)^{0.5} = 6.01 \text{ m.}$$

**Para un nivel de radiación de 546.875 BTU/hr ft<sup>2</sup>:**

$$D = (\frac{FQ}{4K})^{0.5}$$

$$D = \{[(0.848) (0.26) (3.891 \times 10^7)] / [(4) (3.1416) (546.875)]\}^{0.5} = 35.41 \text{ pies} = 10.79 \text{ metros.}$$

$$D^2 = X^2 + Y^2$$

$$X = (D^2 - Y^2)^{0.5} = (10.79^2 - 2^2)^{0.5} = 10.60 \text{ m.}$$

A continuación se muestran los daños ocasionados por la radiación térmica en diferentes intensidades y los niveles de radiación recomendados para diseño por el American Petroleum Institute -- Recommended Practice - 521:

<b>Niveles de Radiación recomendados para diseños por (API-RP-521)</b>		
<b>INTENSIDAD</b>		<b>CONDICIONES</b>
<b>(KW/M<sup>2</sup>)</b>	<b>(BTU/hr ft<sup>2</sup>)</b>	
35.5	11,252	Causa Daños a equipo de proceso.
25.0	7,923	Energía mínima necesaria para incendiar la madera sin fuente de ignición directa.
12.5	3,962	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con fuente de ignición directa.
9.5	3,000	Daño a personas con una exposición hasta de 8 segundos, produciendo quemaduras de primer orden, y quemaduras de segundo orden con exposición de 20 a 30 segundos.
6.31	2000	Intensidad de calor en donde pueden realizarse acciones de emergencia hasta por un minuto con ropa apropiada.
4.73	1500	Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.
4.0	1,268	Si no se protege a la persona es posible que aparezcan quemaduras de segundo orden con exposición de 20 a 30 segundos.
1.58	500	Nivel de radiación donde la exposición puede ser indefinida, sin que se presenten molestias.



## EVENTO NO. 2.- FUGA EN MANGUERA PARA GAS. DE 60 MM

### Determinación del flujo de descarga en el punto de fuga:

Los modelos matemáticos se desarrollaron con el software SCRI-Ver 1.3. Para ello se emplearon los siguientes parámetros:

- Diámetro de la Fuga = 0.016 m.
- Coeficiente de descarga = 0.63 (Recomendado por el programa)
- Temperatura Interna= 11 °C (284.15 K)
- Presión interna= 3 bar (3,000 Kpa)

Con los datos antes mencionados el software estima el tipo de fuga así como el coeficiente de descarga y nos arroja un valor de:

<b>Tipo de descarga:</b>	<b>Sónica (Choked)</b>
<b>Tasa de descarga:</b>	<b>0.06890 Kg/s</b>

**Riesgo a)** Fuga con formación de un chorro de fuego en el tanque de Gas Natural

El modelo de "Jet Fire", determina la distancia que alcanza la llama del chorro de fuego y la distancia en la cual una persona se encuentra segura.

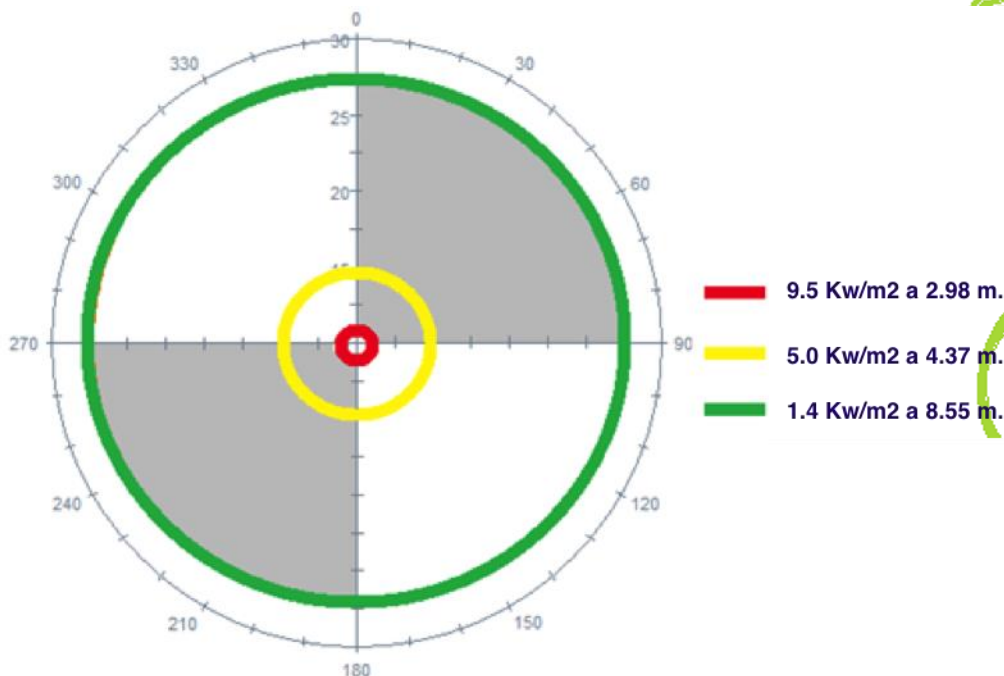
Para correr el modelo "SCRI Fuego" se requiere ingresar los siguientes datos.

Propiedades fisicoquímicas del Gas LP	
<b>Peso molecular:</b>	18.146 Kg/Kmol
<b>Temperatura de Ebullición</b>	121.8 K
<b>Relación de los calores específicos (Gamma)</b>	1.1341
<b>Concentración Estequiométrica</b>	9.5
<b>Calor de Combustión</b>	49383.743 KJ/Kg
Condiciones atmosféricas	
<b>Temperatura Ambiente</b>	16 °C
<b>Velocidad del Viento</b>	1 m/s
<b>Humedad relativa</b>	20%
<b>Estabilidad atmosférica</b>	A Muy inestable

Resultados arrojados por el "SCRI Fuego",

<b>Longitud de la flama del chorro de fuego</b>	<b>3.19 m.</b>
<b>Zona de riesgo (5.0 Kw/m<sup>2</sup>):</b>	<b>4.37 m.</b>
<b>Zona de amortiguamiento (1.4 Kw/m<sup>2</sup>):</b>	<b>8.55 m.</b>

Ilustración 17. Concentraciones de Radiación térmica



**Evento b) Fuga con formación de una nube inflamable.**

Este método se utiliza para determinar la distancia a la cual, la fuga de gas produce una nube dentro de los límites de inflamabilidad; que a su vez genera el riesgo de incendio de dicha nube, en caso de encontrar una fuente de ignición.

Para determinar tal distancia de afectación se corrió el modelo "SCRI Fuego" ingresando los siguientes datos:

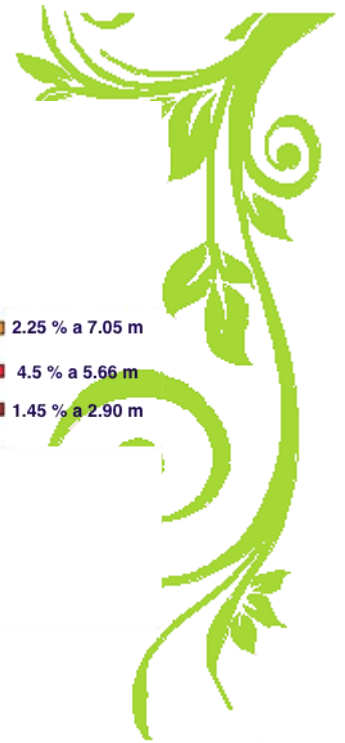
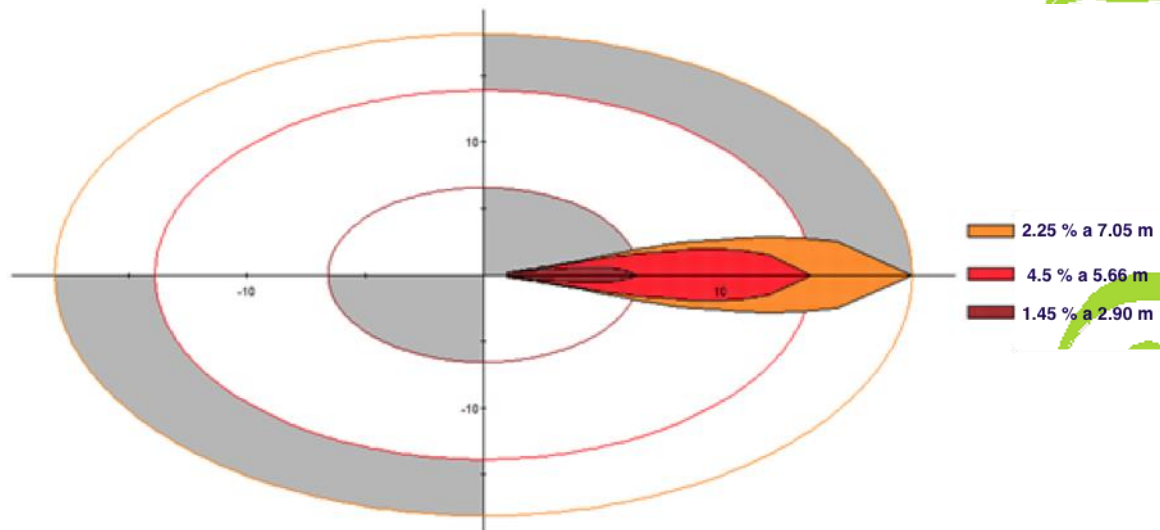
Propiedades fisicoquímicas del Gas LP	
Peso molecular:	18.14 kg/Kmol
Cap. calorífica del vapor a presión cta:	2111.508 J/Kg-K
Temperatura de ebullición:	121.804 K
Calor de vaporización:	3252.37 J/Kg
Capacidad calorífica del líquido:	3252.371 J/Kg-K
Densidad del líquido:	452.357 Kg/m³
Condiciones atmosféricas	
Temperatura Ambiente	16 °C
Velocidad del Viento	1 m/s
Humedad relativa	20%
Estabilidad atmosférica	A Muy inestable

**Resultados arrojados por el "SCRI Fuego":**

½ Límite inferior de explosividad	2.25 %	7.05 m.
Límite inferior de explosividad	4.5 %	5.66 m.
Límite superior de explosividad	14.5 %	2.90 m.



**Ilustración 18.** Isoconcentraciones de Nubes Explosivas



### EVENTO NO. 3.- FUGA EN MANGUERA PARA GAS. DE 50 MM

#### Determinación del flujo de descarga en el punto de fuga:

Lo modelos matemáticos se desarrollaran con el software SCRI-Ver 1.3. Para ello se emplearan los siguientes parámetros:

- Diámetro de la Fuga = 0.013 m.
- Coeficiente de descarga = 0.63 (Recomendado por el programa)
- Temperatura Interna= 11 °C (284.15 K)
- Presión interna= 3 bar (3,000 Kpa)

Con los datos antes mencionados el software estima el tipo de fuga así como el coeficiente de descarga y nos arroja un valor de:

<b>Tipo de descarga:</b>	<b>Sónica (Choked)</b>
<b>Tasa de descarga:</b>	<b>0.04205 Kg/s</b>

**Riesgo a)** Fuga con formación de un chorro de fuego en el tanque de Gas Natural

El modelo de "Jet Fire", determina la distancia que alcanza la llama del chorro de fuego y la distancia en la cual una persona se encuentra segura.

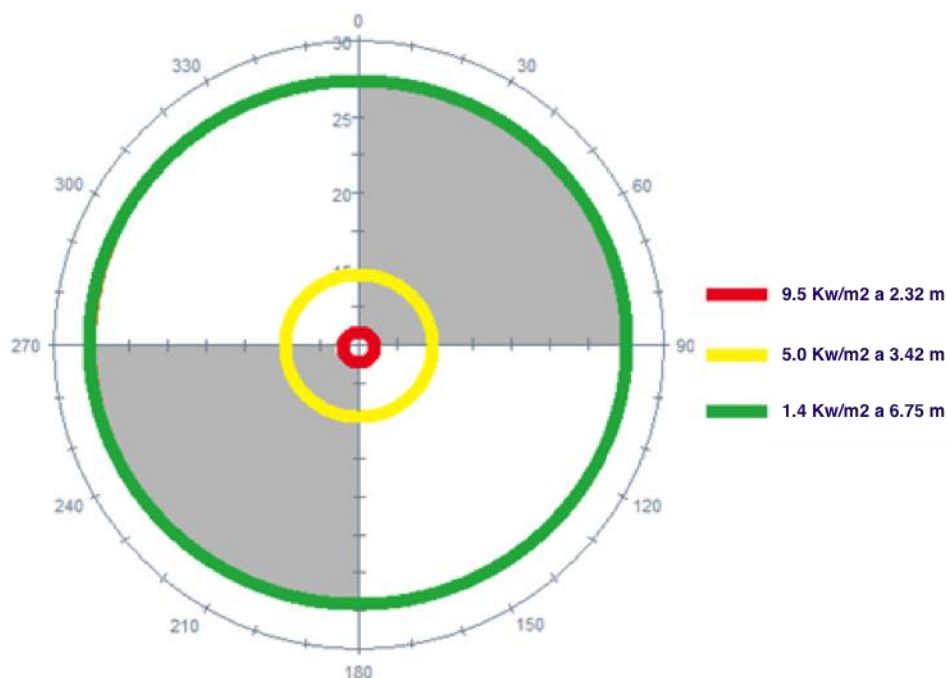
Para correr el modelo "SCRI Fuego" se requiere ingresar los siguientes datos.

Propiedades fisicoquímicas del Gas LP	
<b>Peso molecular:</b>	18.146 Kg/Kmol
<b>Temperatura de Ebullición</b>	121.8 K
<b>Relación de los calores específicos (Gamma)</b>	1.1341
<b>Concentración Estequiométrica</b>	9.5
<b>Calor de Combustión</b>	49383.743 KJ/Kg
Condiciones atmosféricas	
<b>Temperatura Ambiente</b>	16 °C
<b>Velocidad del Viento</b>	1 m/s
<b>Humedad relativa</b>	20%
<b>Estabilidad atmosférica</b>	A Muy inestable

Resultados arrojados por el "SCRI Fuego",

<b>Longitud de la flama del chorro de fuego</b>	<b>2.50 m.</b>
<b>Zona de riesgo (5.0 Kw/m²):</b>	<b>3.42 m.</b>
<b>Zona de amortiguamiento (1.4 Kw/m²):</b>	<b>6.75 m.</b>

Ilustración 19. Concentraciones de Radiación térmica



**Evento b) Fuga con formación de una nube inflamable.**

Este método se utiliza para determinar la distancia a la cual, la fuga de gas produce una nube dentro de los límites de inflamabilidad; que a su vez genera el riesgo de incendio de dicha nube, en caso de encontrar una fuente de ignición.

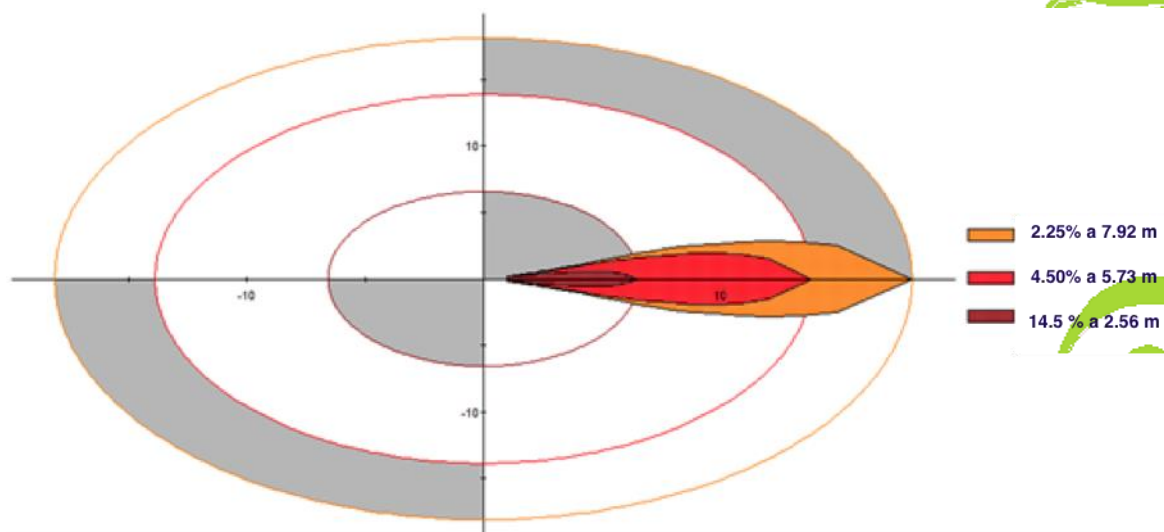
Para determinar tal distancia de afectación se corrió el modelo "SCRI Fuego" ingresando los siguientes datos:

Propiedades fisicoquímicas del Gas LP	
Peso molecular:	18.14 kg/Kmol
Cap. calorífica del vapor a presión cta:	2111.508 J/Kg-K
Temperatura de ebullición:	121.804 K
Calor de vaporización:	3252.37 J/Kg
Capacidad calorífica del líquido:	3252.371 J/Kg-K
Densidad del líquido:	452.357 Kg/m <sup>3</sup>
Condiciones atmosféricas	
Temperatura Ambiente	16 °C
Velocidad del Viento	1 m/s
Humedad relativa	20%
Estabilidad atmosférica	A Muy inestable

**Resultados arrojados por el "SCRI Fuego":**

½ Límite inferior de explosividad	2.25 %	7.92 m.
Límite inferior de explosividad	4.5 %	5.73 m.
Límite superior de explosividad	14.5 %	2.56 m.

**Ilustración 20. Isoconcentraciones de Nubes Explosivas**





#### EVENTO NO. 4.- FUGA EN MANGUERA PARA GAS. DE 38 MM

##### Determinación del flujo de descarga en el punto de fuga:

Lo modelos matemáticos se desarrollaran con el software SCRI-Ver 1.3. Para ello se emplearan los siguientes parámetros:

- Diámetro de la Fuga = 0.01 m.
- Coeficiente de descarga = 0.63 (Recomendado por el programa)
- Temperatura Interna= 11 °C (284.15 K)
- Presión interna= 3 bar (3,000 Kpa)

Con los datos antes mencionados el software estima el tipo de fuga así como el coeficiente de descarga y nos arroja un valor de:

<b>Tipo de descarga:</b>	<b>Sónica (Choked)</b>
<b>Tasa de descarga:</b>	<b>0.02429 Kg/s</b>

**Riesgo a)** Fuga con formación de un chorro de fuego en el tanque de Gas Natural

El modelo de "Jet Fire", determina la distancia que alcanza la llama del chorro de fuego y la distancia en la cual una persona se encuentra segura.

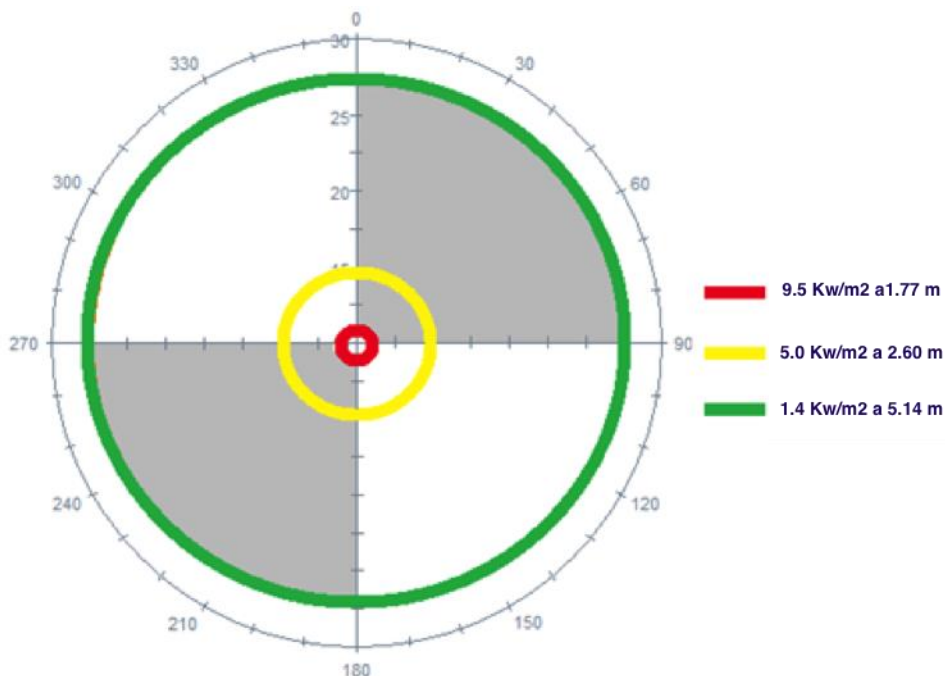
Para correr el modelo "SCRI Fuego" se requiere ingresar los siguientes datos.

Propiedades fisicoquímicas del Gas LP	
<b>Peso molecular:</b>	18.146 Kg/Kmol
<b>Temperatura de Ebullición</b>	121.8 K
<b>Relación de los calores específicos (Gamma)</b>	1.1341
<b>Concentración Estequiométrica</b>	9.5
<b>Calor de Combustión</b>	49383.743 KJ/Kg
Condiciones atmosféricas	
<b>Temperatura Ambiente</b>	16 °C
<b>Velocidad del Viento</b>	1 m/s
<b>Humedad relativa</b>	20%
<b>Estabilidad atmosférica</b>	A Muy inestable

Resultados arrojados por el "SCRI Fuego",

<b>Longitud de la flama del chorro de fuego</b>	<b>1.90 m.</b>
<b>Zona de riesgo (5.0 Kw/m²):</b>	<b>2.60 m.</b>
<b>Zona de amortiguamiento (1.4 Kw/m²):</b>	<b>5.14 m.</b>

Ilustración 21. Concentraciones de Radiación térmica



**Evento b) Fuga con formación de una nube inflamable.**

Este método se utiliza para determinar la distancia a la cual, la fuga de gas produce una nube dentro de los límites de inflamabilidad; que a su vez genera el riesgo de incendio de dicha nube, en caso de encontrar una fuente de ignición.

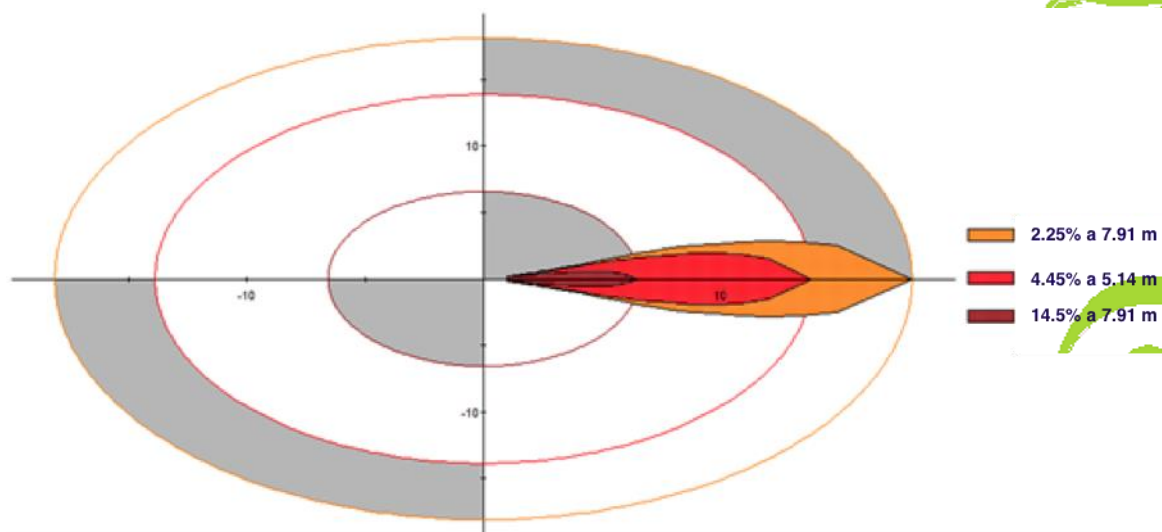
Para determinar tal distancia de afectación se corrió el modelo "SCRI Fuego" ingresando los siguientes datos:

Propiedades fisicoquímicas del Gas LP	
Peso molecular:	18.14 kg/Kmol
Cap. calorífica del vapor a presión cta:	2111.508 J/Kg-K
Temperatura de ebullición:	121.804 K
Calor de vaporización:	3252.37 J/Kg
Capacidad calorífica del líquido:	3252.371 J/Kg-K
Densidad del líquido:	452.357 Kg/m³
Condiciones atmosféricas	
Temperatura Ambiente	16 °C
Velocidad del Viento	1 m/s
Humedad relativa	20%
Estabilidad atmosférica	A Muy inestable

**Resultados arrojados por el "SCRI Fuego":**

½ Límite inferior de explosividad	2.25 %	7.91 m.
Límite inferior de explosividad	4.5 %	5.14 m.
Límite superior de explosividad	14.5 %	2.17 m.

**Ilustración 22. Isoconcentraciones de Nubes Explosivas**



## EVENTO NO. 5.- FUGA EN MANGUERA PARA GAS. DE 25 MM

### Determinación del flujo de descarga en el punto de fuga:

Lo modelos matemáticos se desarrollaran con el software SCRI-Ver 1.3. Para ello se emplearan los siguientes parámetros:

- Diámetro de la Fuga = 0.006 m.
- Coeficiente de descarga = 0.63 (Recomendado por el programa)
- Temperatura Interna= 11 °C (284.15 K)
- Presión interna= 3 bar (3,000 Kpa)

Con los datos antes mencionados el software estima el tipo de fuga así como el coeficiente de descarga y nos arroja un valor de:

<b>Tipo de descarga:</b>	<b>Sónica (Choked)</b>
<b>Tasa de descarga:</b>	<b>0.01051 Kg/s</b>

**Riesgo a)** Fuga con formación de un chorro de fuego en el tanque de Gas Natural

El modelo de "Jet Fire", determina la distancia que alcanza la llama del chorro de fuego y la distancia en la cual una persona se encuentra segura.

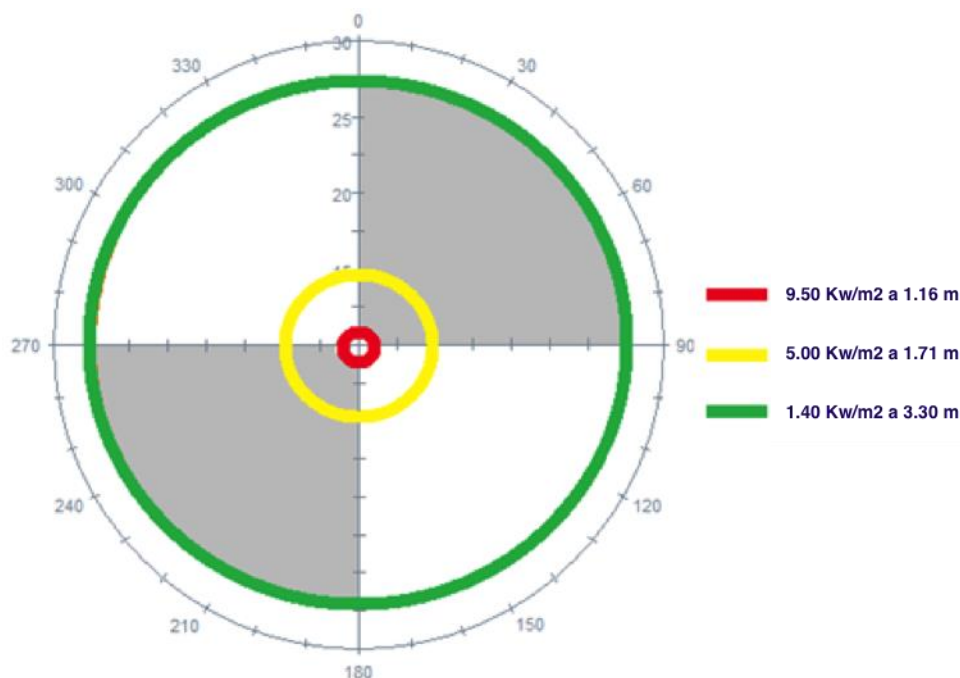
Para correr el modelo "SCRI Fuego" se requiere ingresar los siguientes datos.

Propiedades fisicoquímicas del Gas LP	
<b>Peso molecular:</b>	18.146 Kg/Kmol
<b>Temperatura de Ebullición</b>	121.8 K
<b>Relación de los calores específicos (Gamma)</b>	1.1341
<b>Concentración Estequiométrica</b>	9.5
<b>Calor de Combustión</b>	49383.743 KJ/Kg
Condiciones atmosféricas	
<b>Temperatura Ambiente</b>	16 °C
<b>Velocidad del Viento</b>	1 m/s
<b>Humedad relativa</b>	20%
<b>Estabilidad atmosférica</b>	A Muy inestable

Resultados arrojados por el "SCRI Fuego",

<b>Longitud de la flama del chorro de fuego</b>	<b>1.25 m.</b>
<b>Zona de riesgo (5.0 Kw/m<sup>2</sup>):</b>	<b>1.71 m.</b>
<b>Zona de amortiguamiento (1.4 Kw/m<sup>2</sup>):</b>	<b>3.38 m.</b>

Ilustración 23. Concentraciones de Radiación térmica



**Evento b) Fuga con formación de una nube inflamable.**

Este método se utiliza para determinar la distancia a la cual, la fuga de gas produce una nube dentro de los límites de inflamabilidad; que a su vez genera el riesgo de incendio de dicha nube, en caso de encontrar una fuente de ignición.

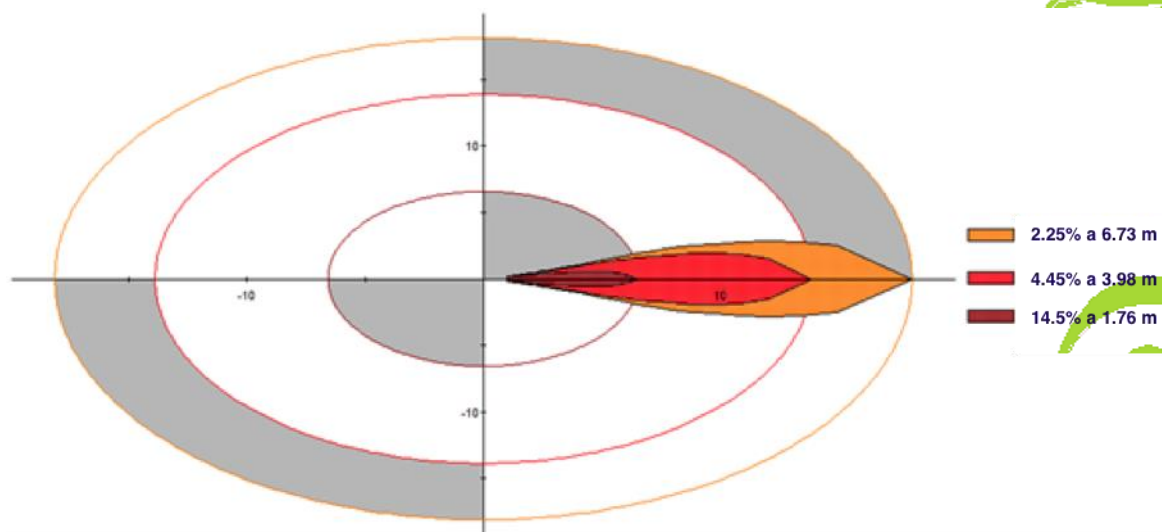
Para determinar tal distancia de afectación se corrió el modelo "SCRI Fuego" ingresando los siguientes datos:

Propiedades fisicoquímicas del Gas LP	
Peso molecular:	18.14 kg/Kmol
Cap. calorífica del vapor a presión cta:	2111.508 J/Kg-K
Temperatura de ebullición:	121.804 K
Calor de vaporización:	3252.37 J/Kg
Capacidad calorífica del líquido:	3252.371 J/Kg-K
Densidad del líquido:	452.357 Kg/m³
Condiciones atmosféricas	
Temperatura Ambiente	16 °C
Velocidad del Viento	1 m/s
Humedad relativa	20%
Estabilidad atmosférica	A Muy inestable

**Resultados arrojados por el "SCRI Fuego":**

½ Límite inferior de explosividad	2.25 %	6.73 m.
Límite inferior de explosividad	4.5 %	3.98 m.
Límite superior de explosividad	14.5 %	1.76 m.

**Ilustración 24. Isoconcentraciones de Nubes Explosivas**





**15. Presentar en plano de conjunto del proyecto a escala 1:200 los radios de afectación por eventos probables modelados en el inciso anterior diferenciando cada uno mediante colores señalando en una tabla que representa cada color (incluir diagrama de pétalos), indicando distancias en metros.**

El diagrama de pétalos con los eventos modelados se encuentra en los anexos. A continuación se presenta el condensado de los resultados obtenidos para las diferentes modelaciones.

**Tabla 40.** Resultados de los eventos modelados.

Riesgo	Diámetro de fuga (mm.)	Masa Fugada (kg)	Tiempo de respuesta (minutos)	Tipo de Riesgo	Nivel de afectación	Radio de afectación (m)
1	-----	-----	1	Incendio de vehículo	Zona de riesgo	6.01
					Zona de amortiguamiento	10.60
2	60	8.268	2	Jet fire	Zona de riesgo	4.37
					Zona de amortiguamiento	8.55
				Inflamabilidad	Zona de riesgo	5.66
					Zona de amortiguamiento	7.05
3	50	5.046	2	Jet fire	Zona de riesgo	3.42
					Zona de amortiguamiento	6.75
				Inflamabilidad	Zona de riesgo	5.73
					Zona de amortiguamiento	7.92
4	38	2.914	2	Jet fire	Zona de riesgo	2.60
					Zona de amortiguamiento	5.14
				Inflamabilidad	Zona de riesgo	5.14
					Zona de amortiguamiento	7.91
5	25	1.261	2	Jet fire	Zona de riesgo	1.71
					Zona de amortiguamiento	3.38
				Inflamabilidad	Zona de riesgo	3.98
					Zona de amortiguamiento	6.73

**Eventos modelados:**

1. Incendio de vehículo en área de maniobras
2. Fuga en manguera de 60 mm
3. Fuga en manguera de 50 mm
4. Fuga en manguera de 38 mm
5. Fuga en manguera de 25 mm

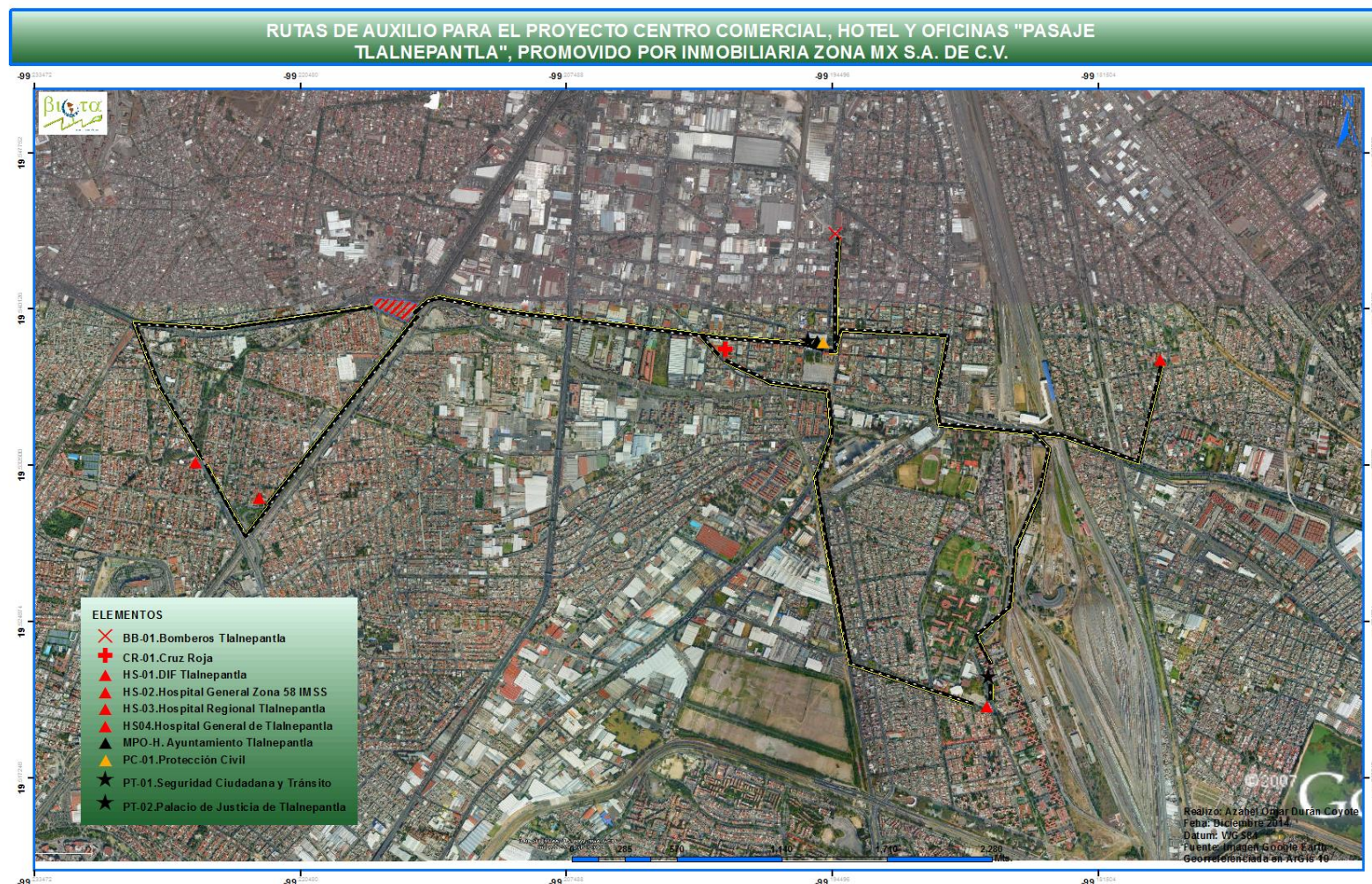
**16. Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación, en el que se incluyan: Las medidas de seguridad y operación que se implementarán para abatir el riesgo, el equipo y los dispositivos de seguridad para controlar eventos inesperados, programa calendarizado de supervisión de equipos y revisión interna de seguridad y el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo.**

Las Zonas de Riesgo del proyecto quedan al interior del proyecto, en un radio menor de 20 metros, así mismo el proyecto se realizará con materiales de primera calidad así como empleando las técnicas las modernas y seguras al momento de la instalación de tuberías de gas así como la operación del proyecto. En la siguiente tabla se muestran los teléfonos de emergencia para el Municipio de Tlalnepantla.

**Tabla 41.** Teléfonos de Emergencia.

<b>Seguridad Pública y Tránsito</b>	5366-3922, 5366-3920	Plaza Dr. Gustavo Baz S/N, Tlalnepantla Centro, Estado de México. C.P. 54000
<b>H. Ayuntamiento Municipal</b>	5366-3800	Plaza Dr. Gustavo Baz S/N, Tlalnepantla Centro, Estado de México. C.P. 54000
<b>Cruz Roja Mexicana</b>	5565-0521, 5565-1039	Calle Dunant 5, Tlalnepantla Centro, 54000 Tlalnepantla, Estado de México
<b>Fugas de Gas</b>	5565-3638	NO PROPORCIONADO
<b>Fugas de Agua</b>	5390-2422	NO PROPORCIONADO
<b>Protección Civil</b>	5390-6548, 5390-5991	Plaza Dr. Gustavo Baz S/N, Tlalnepantla Centro, Estado de México. C.P. 54000
<b>Bomberos</b>	5565-3638 Zona Sur: 5365-2729 Zona Norte: 5311-2537 Zona Oriente: 5715-2100, 5722-3357, 5565-3638	Hidalgo esq. Zumpango s/n Tlalnepantla Centro, Tlalnepantla, Edo. de México
<b>DIF Municipal</b>	5361-2115	Av. Conv. de Santa Mónica s/n, esq. Conv. de San Fernando Fracc. Jardines de Santa Mónica, Tlalnepantla de Baz, Edo. de México C.P. 54000.
<b>Hospital Regional Tlalnepantla</b>	2626-9200 Ext. 2516, 2519	Av. Paseo de Ferrocarril No. 88, Indeco, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México
<b>Hospital General Zona 58 IMSS Tlalnepantla</b>	555397-3043	Boulevard Manuel Ávila Camacho, C.P. 54050, Tlalnepantla de Baz, Estado de México
<b>Hospital General de Tlalnepantla</b>	555367-5650	Calle Villa Hermosa, Valle Ceylán, 54150 Tlalnepantla de Baz, MEX
<b>Palacio de Justicia de Tlalnepantla</b>	55 5319-4890	Paseo del Ferrocarril #85, Los Reyes Ixtacala 1ra. Sección, Tlalnepantla de Baz, Estado de México





**A continuación se citan algunas medidas de seguridad para evitar riesgos:**

- Realizar pruebas de hermeticidad para garantizar una adecuada soldadura en tuberías
- Inspección periódica de las condiciones de las tuberías
- Bitácora de Mantenimiento de instalaciones
- Capacitar al personal respecto al uso de Gas Natural
- Capacitación del personal en primeros auxilios
- Capacitación del personal en búsqueda y rescate
- Capacitación del personal en combate contra incendio
- Contar con brigadas en caso de alguna emergencia
- Contar con un programa de ayuda mutua con las empresas contiguas

**SISTEMA CONTRA INCENDIO**

Los extintores deben colocarse a una altura mínima de 1.30 m. y máxima de 1.50 m. medida desde el nivel del piso terminado hasta la parte más alta del extintor de forma tal que se pueda descolgar fácilmente y en sitio visible y señalado. Estos extintores están sujetos a mantenimiento llevando registro con información de la fecha de adquisición, inspección, revisión de cargas y prueba hidrostática. A continuación se presenta un programa para supervisar y revisar, de manera interna, los equipos y en general las instalaciones del proyecto, se realizará una inspección constante de manera diaria, semanal, mensual y anual.

**El programa citado se compone de:**

**1. Inspección diaria mediante verificación ocular de:**

Tuberías y accesorios de sistema de Gas Natural  
Revisión ocular con la conexión de Ductos de Maxigas

**2. Revisión semanal de:**

Extintores en buen estado y con la carga suficiente.  
Equipos que empleen en las Gas Natural

**3. Revisión mensual y de ser necesario mantenimiento de:**

Protección anticorrosiva de tuberías, conexiones y accesorios del sistema de almacenamiento y suministro de Gas Natural.

**4. Mantenimiento anual:**

Accesorios, tuberías y conexiones del sistema de gas.  
Instalación eléctrica en general.

En general se cumplirá con las regulaciones y normas impuestas por la SECOFI y la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, por lo que las prácticas de higiene y seguridad que aplicará la empresa se refieren a revisión periódica de las condiciones de salud del personal, exámenes médicos, registro estadístico de enfermedades profesionales y accidentes, así como capacitación constante del personal sobre orden y limpieza en el manejo del Gas Natural. como sustancia peligrosa.



**Tabla 42.** Programa de mantenimiento preventivo y correctivo del proyecto.

CONCEPTO	PERIODO
<b>TUBERÍA DE GAS NATURAL</b>	
Revisión de fugas	Cada 3 meses
Revisión y limpieza de válvulas	Cada 6 meses
Revisión de Protección	Cada año
Revisión de soportes y abrazaderas	Cada 6 meses

La revisión de fugas se realizara a base de una prueba de hermeticidad que se le practicara al conjunto de estaciones de gas, dicha prueba será neumática, con aire a una presión de 10.0 kgs/cm por un tiempo máximo de 30 minutos.

**Tabla 43.** Programa de mantenimiento preventivo y correctivo del proyecto

CONCEPTO	PERIODO
<b>SISTEMA CONTRA INCENDIO</b>	
Revisión de carga de extintores	Cada 6 meses
<b>PRUEBA Y/O CAMBIO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD</b>	
Revisión de válvulas y conexiones	Cada 1 año
<b>SISTEMA DE ALARMA</b>	
Sirena eléctrica	Cada 3 años

## CONCLUSIONES:

Para el proyecto: **CENTRO COMERCIAL, HOTEL Y OFICINAS "PASAJE TLALNEPANTLA", PROMOVIDO POR INMOBILIARIA ZONA MX S.A. DE C.V.** se observa que las afectaciones de los riesgos identificados quedan confinados al interior del centro comercial , por lo que no se esperan grandes afectaciones y con las medidas adecuadas de seguridad y capacitación del personal, la instalación funcionará de manera óptima

Finalmente es importante mencionar que proyecto es abastecido de Gas Natural mediante la empresa Maxigas y si bien el flujo de Gas está garantizado las 24 horas, de esta manera en el proyecto se esta prescindiendo de tanques de almacenamiento, los cuales son los que presentan el mayor grado de riesgo en cualquier planta que maneje Gases Sujetos a presión. Motivo por el cual el proyecto es mas seguro y ambientalmente amigable con el entorno.

## RECOMENDACIONES.-

- Conectar la cisterna a un sistema contra incendio integrando al menos un hidrante.
- El personal que labora deberá tener cursos de capacitación para el manejo de Gas, Ataque a emergencias y contingencias, así como de primeros auxilios e identificar todos los sistemas de emergencia.
- Se deberá colocar y operar una alarma sonora para casos de emergencia y/o simulacro.
- Se deberá establecer un plan y de simulacros para evacuación y ataque a emergencias.
- Se deberá elaborar un programa interno de protección civil.
- Se deberá instrumentar y operar un plan de ayuda mutua.
- Elaborar un manual de operación y de seguridad escrito, de fácil consulta y tenerlo disponible en las oficinas de la planta.
- Elaborar un sistema de bitácoras de reparación, mantenimiento y accidentes.
- Elaborar un plan de verificación o check list de los sistemas, equipos y operación del proceso.

- El mantenimiento de la planta deberá realizarse con herramienta de aluminio o bronce y no de materiales de hierro que puedan provocar chispas.
- Dar continuo mantenimiento de pintura e instalaciones en general.
- Mantener herméticamente cerrada la cisterna y evitar con ello que algún animal o basura pueda provocar una obstrucción a la tubería.
- Dar mantenimiento preventivo a los extintores de polvo químico.
- Capacitar a empleados y operadores en lo que respecta a las propiedades físicas y químicas del combustible así como las normas y dispositivos de seguridad disponibles para la prevención de accidentes.
- Los trabajadores deberán contar con el adiestramiento práctico, en la utilización de extintores y procedimientos de ataque contra incendio.
- Definir las rutas de desalojo de la instalación y realizar simulacros periódicamente.
- Las válvulas de seguridad deberán tener un mantenimiento periódico y accionadas regularmente para asegurar su funcionamiento adecuado.
- Evitar el empleo de materiales inadecuados o realizar una instalación deficiente o provisional, impedir fallas en dispensarios, tuberías, tanque de almacenamiento, sistema de bombeo, sistema eléctrico, conexiones y accesorios.



## BIBLIOGRAFÍA.

1. Crane. 1989. Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. Ed. Mc Graw Hill.
2. Dewolf, Gleen, 1993. Curso piloto de capacitación en materia de Riesgo Ambiental. Corporación Radian, S.A. de C.V.
3. Diario Oficial de la Federación, 1990. "Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas". 28 de Marzo de 1990. México, D.F.
4. Diario Oficial de la Federación, 1992. "Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas". 4 de Mayo de 1992. México, D.F.
5. Diario Oficial de la Federación, 1994. NOM-001-SEMP-1994, Relativas a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía.
6. Diario Oficial de la Federación, 1994. NOM-010-STPS-1994, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el Ambiente Laboral.
7. Diario Oficial de la Federación, 1994. NOM-STPS-010/1994. Seguridad e Higiene en el Trabajo, Diario Oficial de la Federación, 1994, México.
8. EPA, 1984. "Evaluación y manejo de riesgos. Sistema para la toma de decisiones". Documento No. 00073-85-002, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América; Diciembre de 1984.
9. Greenberg R. H. and Cramer J. J, 1991, Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry. Van Nostrand Reinhold, New York.
10. Hughes and Swindells. 1987. Storage and Handling of petroleum liquids. Ed. Wiley Interscience, Cap. 9.
11. Industrias Negromex. 1985. Eliminación de peligros potenciales en procesos químicos. Una técnica sistemática para identificarlos, evaluarlos y eliminarlos. Mimeo. México.
12. INE, SEDESOL, 1994. Evaluación y Manejo de Accidentes Ambientales. Convenio de cooperación técnica México-Canadá Marzo 22-25.
13. INE, SEDESOL, 1994. Regulación y gestión de productos químicos en México, enmarcados en el contexto internacional. Secretaría de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Ecología.
14. Louis Theodore, Joseph P. Reynolds and Francis B. Taylor. 1989. Accident and Emergency Management Ed. Wiley Interscience: p. 347-348.
15. Organización Internacional del Trabajo. 1992. Prevención de accidentes industriales mayores. Ginebra, Suiza; 118 pp.
16. PEMEX, 1989. NO.03.0.04. Tránsito interior de vehículos en instalaciones industriales, administrativas y de servicios de Petróleos Mexicanos.
17. Perry, R. and Chilton Cecyl. 1980. Chemical Engineers Handbook. Mc-Graw Hill, International Book Company.
18. SINAPROC-CENAPRED, 1993. Sistema de base de datos de accidentes químicos ocurridos en la República Mexicana. Reporte de eventos ocurridos de junio de 1990 a diciembre de 1993. México.
19. Stafford Woodhal et al. 1985. Effects of exposure to toxic gases. First aid and medical treatment. 3a ed. Matheson Gas Products, Inc. N. Jersey; p. 4-5.
20. STPS, 1989. Instructivo 10 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Diario Oficial de la Federación 6 de abril de 1989, México.
21. Weitzenfeld, Henyk, 1996. Manual Básico sobre Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud. 2a ed, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, Metepec, México.

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**AMENAZA:** Fenómeno natural o provocado por la actividad humana que se torna peligroso para las personas, propiedades, instalaciones y para el ambiente.

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD:** Proceso para determinar los componentes críticos o débiles de los sistemas y las medidas de emergencia y mitigación ante las amenazas.

**AUTOTANQUE.-** Vehículo que transporta un tanque de almacenamiento de combustible.

**AUXILIO.-** Conjunto de acciones que promueven el rescate y salvaguarda, las personas físicas y sus bienes y el ambiente.

**BOCATOMA DE LLENADO.-** Accesorio instalado en el tanque de almacenamiento para el llenado del mismo.

**BOCATOMA HERMÉTICA.-** Accesorio instalado en el tanque de almacenamiento que controla la posible emisión de vapores de gasolina al ambiente.

**BOMBA SUMERGIBLE.-** (MOTOBOMBA) Accesorio instalado en el interior del tanque de almacenamiento para suministrar combustible al dispensario. Mediante el sistema de control remoto.

**CAPACIDAD OPERATIVA:** Capacidad para la cual fue diseñado el componente o sistema.

**COMPONENTE:** Parte discreta del sistema capaz de operar independientemente, pero diseñado, construido y operado como parte integral del sistema. Ejemplos de componentes individuales son pozos, estaciones de bombeo, tanque de almacenamiento, presas, conducciones, etc.

**CONEXIÓN DE RETORNO DE VAPORES.-** Dispositivo que permite la recuperación de vapores en la operación de transferencia de gasolinas.

**CONFIABILIDAD:** Seguridad de un componente o sistema para resistir amenazas.

**CONTENEDOR PRIMARIO.-** Recipiente hermético empleado para almacenar o conducir combustibles (tanque de almacenamiento o tuberías de producto).

**CONTENEDOR SECUNDARIO.-** Recipiente hermético empleado para proteger al contenedor primario y evitar contaminación al subsuelo en caso de que presente una fuga el contenedor primario (tanque de almacenamiento de doble pared o tuberías).

**CONTENEDOR.-** Recipiente empleado para delimitar líquidos.

**DESASTRE NATURAL:** Manifestación de un fenómeno natural que se presenta en un espacio y tiempo limitado y que causa trastornos en los patrones normales de vida y pérdidas humanas, materiales y económicas debido a su impacto sobre poblaciones, propiedades, instalaciones y ambiente.

**DISPENSARIO.-** Elemento en el cual se abastece de combustible el vehículo automotor.

**EMERGENCIA:** Situación inesperada que se presenta por el impacto de una amenaza.

**EQUIPO CONTRA INCENDIOS.-** Conjunto de aparatos, accesorios de protección personal y dispositivos que se utilizan para la prevención, control y combate de incendios.

**ESPACIO ANULAR.-** Espacio libre entre dos contenedores de un tanque de almacenamiento o tuberías de doble pared.

**ESTADO DE EMERGENCIA:** Situación declarada ante la inminencia del impacto de una amenaza o después de que ésta ha ocurrido.

**EXTINTOR.-** Equipo contra incendios regularmente de polvo químico seco que es utilizado para apagar las llamas de fuego.

**FENÓMENO NATURAL:** Manifestación de las fuerzas de la naturaleza tales como terremotos, huracanes, erupciones volcánicas y otros.

**FLEXIBILIDAD:** Hace referencia a la operación alternativa de los componentes.

**INCENDIO.-** Fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA A PRUEBA DE EXPLOSIÓN.-** Sistema de tubería y accesorio que permiten la salida de atmósfera caliente, generada por un posible corto circuito en su interior, y evitar el acceso de vapores explosivos mismo.

**MANGUERA DE LLENADO DE TANQUE.-** Dispositivo que se utiliza para efectuar la generación de descarga de combustible del auto tanque al tanque de almacenamiento, la cual debe conectarse herméticamente a la bocatoma de llenado de este ultimo.

**MANGUERAS DE DESPACHO.-** Dispositivo que se utiliza para el despacho controlado de producto al tanque del vehículo automotor, a través de una pistola para despacho, la cual es un accesorio que se encuentra al final de la manguera del dispensario.

**MONITOREO ELECTRÓNICO DE DETECCIÓN DE FUGAS.-** Se efectúa a través de sensores para detección de líquidos y vapor de combustibles, localizados en motobombas y tanque de almacenamiento de la estación de servicio y forma parte del sistema de control de inventarios.

**PLAN DE EMERGENCIA:** Conjunto de medidas a aplicar antes, durante y después que se presenta una amenaza como respuesta al impacto de la misma.

**PLAN DE MITIGACIÓN:** Conjunto de medidas y obras a implementar antes del impacto de las amenazas para disminuir la vulnerabilidad de los componentes y de los sistemas.

**POZO DE MONITOREO.-** Apertura practicada en el suelo con diámetro aproximado de 5 cms., cuya profundidad debe de ser de 1.50 metros. por debajo del nivel freático, con el objeto de determinar la presencia de hidrocarburos en el subsuelo.

**POZO DE OBSERVACIÓN.-** Apertura practicada en el suelo con diámetro aproximado de 5 cms., cuya profundidad debe de ser de 15 cms., con el objeto de determinar la presencia de hidrocarburos en el subsuelo.

**PREPARACIÓN:** Conjunto de medidas definidas que deben implementarse antes que se presenten los impactos de las amenazas.

**PREVENCIÓN:** Acciones de preparación para disminuir el efecto del impacto de las amenazas.

**PROGRAMA PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS Y DESASTRES:** Comprende el plan de emergencia y el plan de mitigación.

**REDUNDANCIA:** Se refiere a componentes o subcomponentes adicionales de operación en paralelo. Por ejemplo, bombas en una estación de bombeo.

**REGISTROS ELÉCTRICOS.-** Cajas de conexiones que deben tener espacio suficiente para permitir sin dificultad la introducción de los conductores en las canalizaciones y provistas de tapas adecuadas, de acuerdo con la forma y material de los mismas cajas.

**RIESGO.-** Posibilidad de peligro o contingencia de que se produzca un daño y medida de la probabilidad de impacto de una amenaza.

**SEÑALAMIENTOS.-** Tablero fijo en el que se combina en forma geométrica, uno o más colores y un símbolo que tiene como objetivo informar, prevenir, prohibir u obligar sobre algún aspecto determinado.

**SEÑALES INFORMATIVAS.-** Aquellas que se utilizan para guiar al usuario a proporcionar ciertas recomendaciones que deben observar.

**SEÑALES PREVENTIVAS.-** Tiene por objeto advertir al usuario de la existencia y naturaleza de un riesgo.

**SEÑALES RESTRICTIVAS.-** Tienen por objeto indicar las acciones que no se deben ejecutar.

**SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO:** Conjunto de componentes construidos e instalados para recolectar, conducir y disponer las aguas residuales y/o tratadas.

**SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS.-** Sistema para emitir reportes de existencias de combustibles y/o agua en tanque de almacenamiento.

**SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA.-** Sistema capaz de suspender el suministro de energía eléctrica de forma inmediata a todo el sistema, se encuentra conectado al centro de control de motores y la iluminación de dispensarios.

**SISTEMA DE PREVENCIÓN DE SOBRELLENADO.-** Conjunto de accesorios instalados al tanque de almacenamiento para evitar derrames de combustibles en la operación de llenado por medio de auto tanque.

**SISTEMA DE SUCCIÓN DIRECTA.-** Conjunto de elementos para la distribución de producto a través de una bomba instalada en el dispensario.

**SISTEMA OPERATIVO.-** Conjunto de conexiones y accesorios (medidor de fluidos) por los que fluye el producto después de la válvula Shut-Off, hasta la manguera de despacho.

**SISTEMAS DE TIERRA FÍSICA.-** Tiene por objeto evitar la acumulación de cargas estáticas, así como descargar a tierra las fallas por aislamientos y las descargas atmosféricas que por una diferencia de potencial pueden producir una chispa, la cual en ambiente contaminado dentro de las áreas de peligro, puede originar un accidente.

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO.-** Recipiente diseñado para almacenar combustibles.

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DOBLE PARED.-** Recipiente hermético conformado por dos contenedores con espacio anular entre ambos.

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE PARED SENCILLA.-** Recipiente hermético conformado por un solo contenedor.

**TLV-STEL: Valor Umbral Límite -Límite de Exposición Breve,** máxima concentración a que pueden ser expuestos los trabajadores durante un periodo continuo de 15 minutos como máximo sin sufrir: irritación, daño tisular crónico o irreversible, narcosis de intensidad suficiente para aumentar la propensión a accidentes, reducir el autoescape o reducir materialmente la eficiencia de trabajo.

**TLV-T: Valor Umbral Límite-Techo,** que es la concentración que no debe superarse ni aún por un instante.

**TLV-TWA: Valor Umbral Límite-Promedio Ponderado en Tiempo,** concentración promedio ponderada en tiempo para una jornada de trabajo de 8 horas o una semana de 40 horas, en la cual casi todos los trabajadores pueden ser expuestos repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos.

**TRIAGE.-** Espacio destinado para atender a víctimas de accidentes, mismo que cuenta con material médico y se encuentra ubicado fuera del área de riesgo.

**VÁLVULA SHUT-OFF.-**Accesorio que corta el flujo de combustible o de vapor en forma inmediata al producirse un accidente por colisión que afecte directamente al dispensario.

**VÁLVULAS DE CORTE RÁPIDO EN MANGUERAS.-** Accesorio que corta el flujo de combustible en forma inmediata presentarse un esfuerzo de sobre tensión en la manguera de despacho.

**VULNERABILIDAD:** Medida de la debilidad de un componente para resistir el impacto de las amenazas.