

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

DISTRIBUIDORA DE GAS NOEL, S.A. DE C.V.

ESTUDIO DE RIESGO (MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO) NIVEL II

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

UBICACIÓN:

CARRETERA DOLORES HIDALGO-SAN LUIS DE LA PAZ No. 3001
FRACCIÓN DEL PREDIO RÚSTICO "CASCO DEL CARMEN" C.P. 37800
MUNICIPIO DE DOLORES HIDALGO CUNA DE LA INDEPENDENCIA
NACIONAL, ESTADO DE GUANAJUATO.

ELABORÓ:

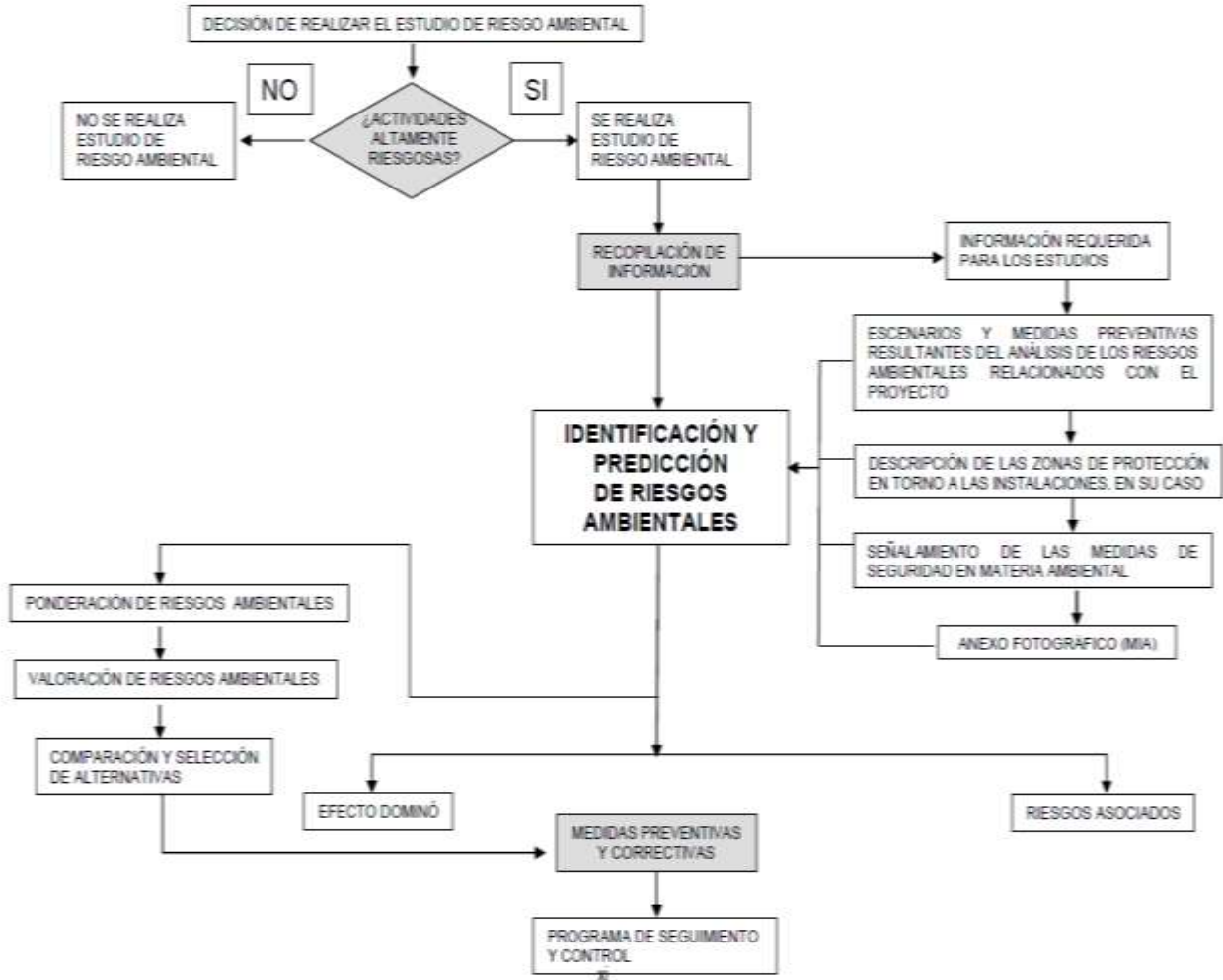
L.D.A. MERCEDES CARBAJAL TAPIA

JULIO 2020

INDICE

I.	<u>ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.</u>	
	I.1 Bases de Diseño	5
	I.1.1 Proyecto civil.....	15
	I.1.2 Proyecto mecánico.....	20
	I.1.3 Proyecto sistema contra-incendio	25
	I.2 Descripción detallada del proceso.....	28
	I.2.1 Hojas de Seguridad.....	30
	I.2.2 Almacenamiento	31
	I.2.3 Equipos de proceso y auxiliares.....	33
	I.2.4 Pruebas de verificación.....	33
	I.3 Condiciones de Operación	34
	I.3.1 Especificaciones del cuarto de control	37
	I.3.2 Sistemas de aislamiento	37
	I.4 Análisis y Evaluación de Riesgos.....	37
	I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes.....	38
	I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización.....	41
II.	<u>DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES</u>	
	II.1 Radios Potenciales de Afectación	99
	II.2 Interacciones de Riesgo.....	99
	II.3 Efectos Sobre el Sistema Ambiental	99
III.	<u>SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL</u>	
	III.1 Recomendaciones Técnico-Operativas.....	101
	III.1.1 Sistemas de seguridad.....	102
	III.1.2 Medidas Preventivas.....	102
IV.	<u>RESUMEN</u>	
	IV.1 Señalar las Conclusiones del Estudio de Riesgo Ambiental.....	109
	IV.2 Hacer un Resumen de la Situación General que Presenta el Proyecto en Materia de Riesgo Ambiental	110
	IV.3 Presentar el Informe Técnico Debidamente Llenado.....	111
V.	<u>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL</u>	
	V.1 Formatos de Presentación.....	111
	V.1.1 Planos de localización.....	111
	V.1.2 Fotografías.....	111
	V.1.3 Videos.....	111
	V.2 OTROS ANEXOS	112

Flujograma del Procedimiento:



I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Distribuidora de Gas Noel, S.A. de C.V., es una Empresa de servicio de compra, venta, almacenamiento, distribución y comercialización de gas L.P., que brinda la cobertura tanto doméstico, industrial así como dar respuesta más integral a la demanda del sector automotriz, con un combustible más eficiente en términos energéticos y menos contaminante en los derivados de su combustión.

La sociedad también tiene por objeto otras actividades que están en concordancia con las mencionadas anteriormente, de acuerdo con lo asentado en el Acta Constitutiva (se anexa).

La adquisición del carburante es a través de PEMEX GAS, organismos subsidiarios y distribuidores autorizados en esta institución.

La empresa Distribuidora de Gas Noel, S.A. de C.V., es consciente de las restricciones y de los riesgos que llevan implícitas estas actividades, asume su responsabilidad y su apego irrestricto a las normas establecidas por las instituciones que regulan ésta área, y que le han permitido mantener el prestigio de empresa responsable y respetuosa de la legislación vigente.

En general, el objeto de la sociedad es la compra venta y operación en todas las formas permitidas por la Ley, de Gas Licuado de Petróleo y el ejercicio de todas las actividades que se relacionen directa e indirectamente con el mismo, y en forma colateral la operación de valores mobiliarios y la prestación de servicios a empresas comerciales e industriales, incluyendo los financieros.

Considerando lo antes señalado, la empresa solicitante tiene proyectado instalar, operar y mantener una Planta de Distribución de Gas L.P., la cual se ubicará en la Carretera Dolores Hidalgo-San Luis de La Paz No. 3001, Fracción del Predio Rústico "Casco del Carmen" C.P. 37800, Municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Estado de Guanajuato. En la siguiente imagen satelital se puede apreciar la ubicación del proyecto:



Ubicación del proyecto

La Planta de Almacenamiento de Gas L.P., tendrá una capacidad de almacenamiento de 250,000 litros agua en un solo tanque.

I.1. BASES DE DISEÑO

Criterios de Diseño

La Planta de Distribución de Gas L.P., está diseñada y será construida bajo una estricta supervisión técnica, con el fin de garantizar la calidad de los diferentes materiales a utilizar y el buen funcionamiento de la misma, estas instalaciones están diseñadas bajo la NOM-001-SESH-2014 "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación" publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de Octubre de 2014; es por ello que al construirse con los requerimientos de esta norma, se garantiza un tiempo de vida útil óptima mínima de 15 años, aunque con el debido mantenimiento a las instalaciones puede alcanzar un tiempo de vida útil de 30 años.

Asimismo y con relación a lo señalado en el párrafo anterior, el proyecto cumple con las distancias mínimas a los elementos externos a la planta de distribución establecidas en la NOM-001-SESH-2014, las cuales se señalan en la siguiente tabla:

Elemento Externo	Distancia marcada NOM-001-SESH-2014 (metros)	Distancia a la Planta
a) Almacén de combustible externo	100	No existen
b) Almacén de explosivos	100	No existen
c) Casa habitación	100	No existen
d) Escuela	100	No existen
e) Hospital	100	No existen
f) Iglesia	100	No existen
g) Lugar de reunión	100	No existen
h) Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros	30	No existen
i) Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P., para carburación	15	No existen

En la siguiente imagen satelital se puede observar que la zona de influencia de los 100 metros marcados en la NOM-001-SESH-2014, no existe ninguna de las actividades señaladas en la tabla anterior, únicamente se pueden apreciar tierras de cultivo, por lo que no representa riesgo en sus colindancias.



Zona de Influencia de 100 metros del proyecto

Asimismo, el proyecto “Planta de Almacenamiento de Gas L.P.”, deberá apegarse a los lineamientos establecidos en las normas oficiales mexicanas aplicables, en ese tipo de instalaciones no implican procesos de transformación de materias primas, productos o subproductos, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, ya que el gas L.P. sólo pasará de un recipiente donde este almacenado a otro recipiente donde se

almacenará para su uso, es decir; será un sistema fijo y permanente de almacenamiento de gas L.P., que mediante las instalaciones apropiadas permite el trasiego y manejo seguro del combustible para el suministro de los usuarios.

En lo que respecta al diseño del presente proyecto, este se llevará a cabo atendiendo a los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del Art. 27 Constitucional, en el ramo de distribución de Gas Licuado de Petróleo de Marzo de 1960, el reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de fecha Junio 1999, y los requerimientos que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014.

Asimismo, para la construcción se consideraran los Reglamentos de Construcción vigentes, así como las regulaciones Municipales y ambientales. El proyecto de construcción fue realizado por una Compañía especializada en los ramos de Ingeniería civil, electromecánica e instrumentación.

En los aspectos constructivos, la empresa puso especial atención al cálculo de la cimentación de equipos, así como a la protección contra incendio y la revisión de los aspectos de seguridad y protección ambiental.

Los puntos más relevantes considerados para la elección del sitio de localización fueron los siguientes:

- a). Lejanía del predio de todo tipo de asentamiento humano y el fácil acceso a las vialidades, a fin de permitir la comunicación rápida para surtir del energético a las comunidades aledañas.
- b). Políticas y tendencias de crecimiento de la localidad.
- c). Excelente vía de acceso.
- d). Existencia de mercado.
- e). Mano de obra disponible
- f). Compatibilidad del uso del suelo.
- g). La ausencia de líneas de alta tensión cruzando por el predio
- h). Ausencia de riesgos de deslaves, inundaciones o falta de ventilación por cualquiera de las colindancias de la planta.
- i). Que el terreno no se ubicara dentro o cerca de un área natural protegida.
- j). Agua en cantidad suficiente y disponible

Criterios Ambientales.

- Los Impactos ambientales sobre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos potenciales (adversos y benéficos)
- Que no se ubicara dentro de áreas naturales protegidas, riqueza faunística o sitios de gran valor escénico o paisajístico.
- Que no existiera en el área especies de flora y fauna que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Un Uso de suelo comercial acorde al plan de desarrollo urbano Municipal.

Otro de los factores que fue tomado en cuenta es que la Planta no tuviera problemas por uso del suelo que pudieran representar un inconveniente para la operación normal y, al mismo tiempo, que no provocara que las instalaciones se convirtieran un polo de atracción de asentamientos irregulares.

Dentro de la normatividad e instituciones Internacionales aplicables se encuentran algunas de las siguientes:

- International Electrotechnical Commission (IEC).
- Organización Internacional para la Estandarización (ISO).
- Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME).
- American Society of Mechanical Engineers (ASME Boiler and Pressure Vessel Code).
- ANSI/ASME TDP 1- Recommended Practices for the Prevention of Water Damage to Steam Turbines Used for Electric Power Generation, Part I-Fossil Fueled Plants.
- ASME Performance Test Codes: PTC.
- ASME PTC19.5 Interim Supplement on Instruments and Apparatus.
- ASME B31.1 Power Piping.
- ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Systems.
- ASME-TDP-1 Recommended Practices for the Prevention of Water Damage to Steam Turbines Used for Electric Power Generation.
- Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI).
- American National Standards for Piping, Pipe Flanges, Fittings and Valves.
- ANSI AFBME-9: Load Rating and Fatigue Life for Bearings.
- ANSI B serie 18: Square Hex Bolts and Screws Inch series including Hexcap screws and Lag screws.
- ANSI C2 Tables From The National Electrical Safety Code.
- ANSI serie C37: Circuit Breakers, Protection and Protective Relays.
- ANSI serie C50 Synchronous Generators, synchronous motors, and synchronous machines in general.
- ANSI serie C57: Transmission, Distribution, Power and Instrument transformers and reactors.
- ANSI serie C62: Surge arresters.
- ANSI C84.1 Electric Power Systems and Equipment Voltage ratings 60 Hz.
- ANSI/NEMA MG-1: Motors and Generators.
- ANSI serie MC 96: Temperature Measurement Thermocouples.
- ANSI serie Z55: Gray Finishes for Industrial Apparatus and Equipment.

Otros Códigos Americanos:

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).
- IBC International Building 2012, International Code Council Inc. Ed. 2011.
- American Concrete Institute- Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI-318).
- Specifications for Structural Concrete for Building (ACI-301).
- American Gear Manufacturers Association (AGMA).
- American Institute of Steel Construction- Load and Resistance Factor Design Specifications for Structural Steel Buildings (AISC).
- American Iron and Steel Institute (AISI).
- Air Moving and Conditioning Association (AMCA).
- American Petroleum Institute (API).
- American Railway Engineering Association (AREA) Manual for Railway Engineering, Volumes I and II.
- American Society for Testing and Materials (ASTM).
- American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE).
- American Water Works Association (AWWA).

- American Welding Society (AWS) Structural Welding Code (AWS D1.1).
- Antifriction Bearing Manufacturers Association (AFBMA).
- Asphalt Institute Manuals-Reference Document Only.
- Crane Manufacturers Association of America (CMAA).
- Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA).
- Cooling Tower Institute (CTI).
- Electronic Industries Association (EIA).
- Expansion Joint Manufacturers Association (EJMA).
- Factory Manual (FM).
- Flow Control Institute (FCI).
- Fluid Sealing Association (FSA).
- Heat Exchange Institute (HEI) y su addendum.
- Hydraulics Institute Standards (HIS).
- ANSI/HI Pump Standards.
- Illuminating Engineering Society (IES).
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Insulated Cable Engineers Association (ICEA)-if not covered by the National Electrical Code (NEC).
- Instrument Society of America (ISA).
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA).
- Manufacturers Standardization Society (MSS).
- National Association of Corrosion Engineers (NACE).
- Manufacturers Standardization Society (MSS).
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- National Fire Protection Association (NFPA)- National Fire Codes.
- Pipe Fabrication Institute (PFI) Standards.
- Rubber Manufacturers Association (RMA).
- Scientific Apparatus Manufacturers Association (SAMA).
- Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association (SMACNA).
- Thermal Insulation Manufacturers Association (TIMA).
- Tubular Exchanger Manufacturers Association (TEMA).
- Underwriters Laboratories, Inc. (UL) for Equipment and Hardware only.
- American Institute of Steel Construction (AISC). Load and resistance Factor Design – Specifications for Structural Steel Buildings (LRFD).
- American National Standards Institute: ANSI.
- American Society of Civil Engineers ASCE 07/10.

Susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adverso

El proyecto Planta de Almacenamiento de Gas L.P., se localizará en el municipio Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Estado de Guanajuato, en las siguientes coordenadas geográficas:

TABLA DE REFERENCIAS COORDENADAS					
LADO		DISTANCIAS	V	COORDENADAS	
EST	PV			Y	X
			1	2,347,714.309	312,668.164
1	2	301.34	2	2,347,764.038	312,965.369
2	3	165.20	3	2,347,915.724	312,899.930
3	4	298.90	4	2,347,940.880	312,602.090
4	1	236.01	1	2,347,714.309	312,668.164
SUPERFICIE = 5-70-78 has					

En México, se ha adoptado de manera generalizada la clasificación de peligros que se basa en el tipo de agente perturbador que los genera. Se distinguen por su origen cinco tipos de riesgo: Geológicos, Hidrometeorológicos, Químicos, Sanitarios y Socio-Organizativos. Para el caso del Atlas Municipal de Riesgos del Municipio de Dolores Hidalgo C.I.N., se abordan los fenómenos: Geológico, Hidrometeorológico, Químico-Tecnológico, Sanitarios-Ecológico y Socio-Organizativos; sin embargo, para el desarrollo de este punto se considerarán los fenómenos Geológicos y los Hidrometeorológicos.

Fenómeno Geológico

Para evaluar los factores de riesgo de origen geológico que pudieran incidir en el municipio de Dolores Hidalgo, debemos conocer la naturaleza del agente perturbador, el cual tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

- Sismos

Guanajuato se ubica dentro de la "Zona B", de acuerdo a la Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE, 2003), caracterizada por ser una zona sísmica intermedia, donde se reportan sismos con poca frecuencia pero afectadas por altas aceleraciones del suelo que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo, históricamente se ha tenido la sensación de algunos sismos generados en la zona de actividad tectónica del Pacífico y por los reajustes estructurales internos, los cuales no han podido ser evaluados ni analizados a detalle por no contar con 2 suficientes instalaciones sísmográficas en el Estado, ocasionando con ello el desconocimiento técnico y científico de esta actividad. Algunos antecedentes de eventos sísmicos en el municipio de Dolores Hidalgo fue el evento sísmico registrado por el Servicio Sísmológico Nacional el 30 de julio de 2010, con ubicación a 15 km al noroeste de Dolores Hidalgo, Guanajuato, cercano a la localidad de Refugio de Trancas, con una magnitud de coda (Mc) de 3.7. Actividad sísmica en el municipio de Dolores Hidalgo, Atlas Estatal de Peligros y Riesgos.

- Inestabilidad de laderas y taludes

El municipio de Dolores Hidalgo presenta zonas de inestabilidad de laderas principalmente al occidente del municipio donde se ubican las estribaciones surorientales pertenecientes a la Sierra de Guanajuato, generándose condiciones de riesgo principalmente por la presencia de deslizamientos en la zona suroriente cercanas a las localidades de San Cristóbal, Xoconoxtle el Grande, San Damián, San 3 Marcos de Abajo, Santa Bárbara, Los López de Arriba entre algunas otras localidades susceptibles cercanas a zonas de Alta a Moderada susceptibilidad a presentar inestabilidad de laderas principalmente por deslizamientos y flujo de lodos, así mismo, en la zona norte del municipio cercana a las localidades de Jericó, San Nicolás de Trancas y Tanque Colorado entre otras existen zonas de Alta susceptibilidad a presentar inestabilidad de laderas, de la misma manera al sur del municipio sobre las laderas del Cerro El Común cercanas a las localidades de Tequisquiapan, El Venado, San José de la Caja y El Lindero podemos encontrar zonas de Alta a Muy Alta susceptibilidad a presentar inestabilidad de laderas, algunos de estos eventos pueden verse registrados en los caminos o carreteras que comunican a dichos sitios tal es el caso como al carretera Dolores Hidalgo- El Xoconoxtle, donde se han registrado deslizamientos menores debido a la temporada de lluvias.

- Actividad volcánica

La región sur del E se conjuntan una serie de condiciones geológicas como la litología de tipo sedimentario, principalmente, con presencia de basamentos ígneos extrusivos e intrusivos, en donde se conjugan diversos sistemas de fallamiento, lo que ha favorecido el ascenso de cuerpos magmáticos a profundidades someras que, en combinación con la circulación subterránea de agua de los acuíferos de la zona, han dado lugar a las manifestaciones termales producto de la actividad volcánica remanente. En Guanajuato se han registrado 169 manifestaciones termales, de las cuales 35 corresponden a manantiales con temperaturas que varían desde 26 hasta 93° centígrados, y los 134 restantes son pozos termales cuyas temperaturas oscilan entre los 25 y 72° centígrados, de acuerdo con la evaluación de recursos energéticos renovables en el Estado de Guanajuato realizada por la CFE en el año 2002. De las 169 manifestaciones termales, en el municipio de Dolores Hidalgo se tienen el registro de 1 manifestación que corresponden a pozo con presencia de agua termal, en donde se han registrado temperaturas de hasta de 36. 8° centígrados en Balneario El Oasis. Los pozos registrados con manifestación termal en el municipio de Dolores Hidalgo son los siguientes:

➤ Balneario El Oasis

Sitios de manifestaciones geotérmicas en el municipio de Dolores Hidalgo, Atlas Estatal de Peligros y Riesgos.

- Fallas geológicas

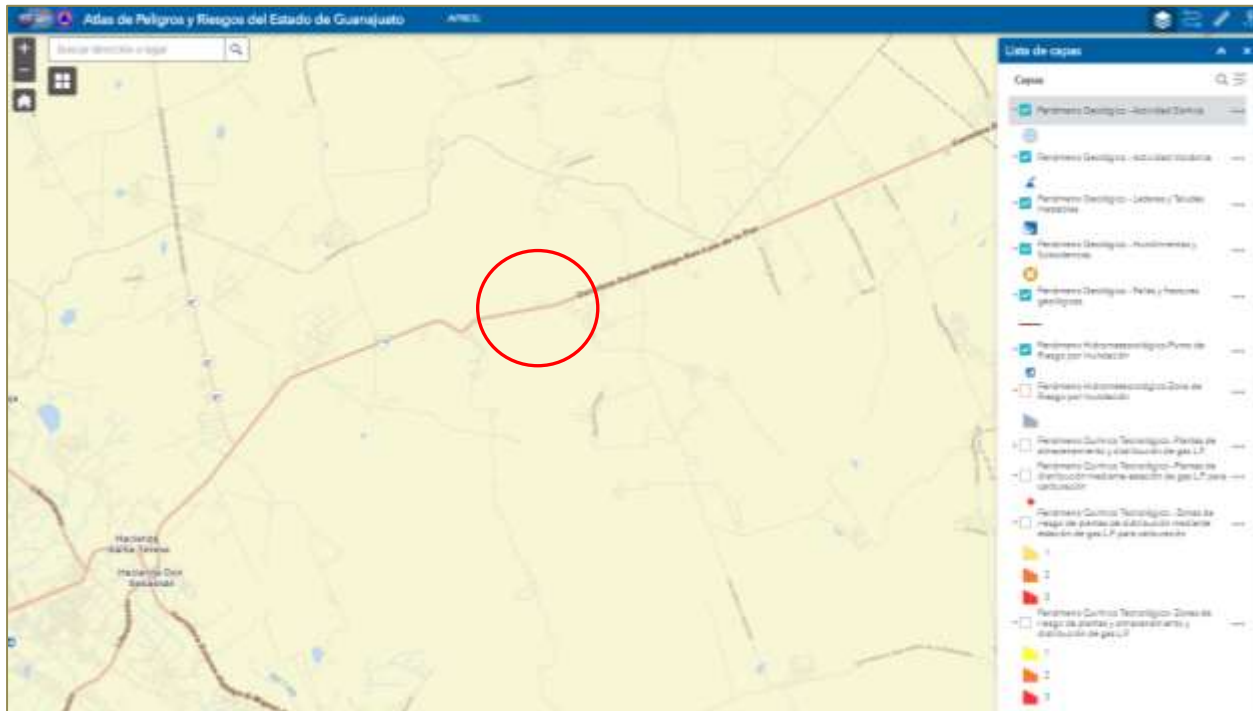
En el municipio de Dolores Hidalgo existe una densidad grande de fracturas que controlan estructuralmente las zonas de arroyos y parteaguas de su zona serrana, algunas de están han presentado un deslizamiento o movimiento considerable considerándose fallas geológicas diferenciales principalmente provocadas por el abatimiento de los mantos acuíferos que ha generado fenómenos de compactación diferencial, la abertura

de grietas y la generación de espacios estructurales en el subsuelo, como lo es el caso de la falla geológica de la localidad de Jamaica, la cual es una estructura con una dirección preferencial noroeste- sureste que se ha visto manifestada en la abertura y daños estructurales a viviendas de la zona, algunos alineamientos que se pueden distinguir como estructuras geológicas que interceptan la vía del ferrocarril a la altura de la localidad de San Isidro de la Estacada, así como las que interceptan la carretera Dolores Hidalgo- San Felipe a la altura de la localidad de La Quemada donde pueden observarse claros desniveles en el terreno, la carretera Dolores Hidalgo San Miguel de Allende también es atravesada por varias estructuras geológicas que han provocado la generación de desniveles como son algunos presentes a la altura de la localidad Cerrito de San Pablo y Ejido de San Gabriel, un rasgo orográfico provocado por fallas geológicas de tipo tectónico es el Graben de la Sauceda en la parte sur-occidental del municipio cercano a las localidades de San Cristóbal y Xoconoxtle el Grande, provocando un hundimiento tectónico en sentido noroeste- sureste. Fallas geológicas en el municipio de Dolores Hidalgo, Atlas Estatal de Peligros y Riesgos.

- Hundimientos-subsidencia

El fenómeno de hundimientos o subsidencia de terreno ocurre principalmente cuando se han extraído grandes cantidades de agua subterránea de ciertos tipos de rocas y suelos constituidas de sedimentos de grano fino, cuando se extrae el agua, que es la responsable de mantener los niveles de suelo, las rocas sufren una compactación natural que puede no ser visible porque ocurre en áreas extensas. 4 La extracción a largo plazo de las aguas subterráneas ha causado un importante hundimiento de la tierra y la compactación de los sistemas de acuíferos, lo que ha provocado daños a edificios, carreteras, redes de suministro de agua y el drenaje de aguas residuales. De acuerdo con el análisis de la carta de subsidencias del Atlas de Peligros y Riesgos del Estado de Guanajuato, el municipio presenta zonas que registran niveles de hundimiento entre los 20 a 52 milímetros por año, dentro de la mancha urbana existen zonas donde este hundimiento es más notable como son la zona oriente del municipio entre las colonias La Concepción, La Granja, San Agustín, El mirador entre otras, la zona norponiente entre las colonias Padre Hidalgo, Dolores y Paraíso, así como la zona sur hacia las Colonias San Diego, Cedesa y Las Palomas donde se presentan hundimientos de entre 20 a 43 milímetros por año aproximadamente, de acuerdo a los datos de hundimiento de esta herramienta existe un importante alineamiento de subsidencia en la zona oriente del municipio entre las localidades de El Cerro de la Silla y Potrero de Jesús en donde se acentúan los hundimientos a niveles entre 50 a 140 milímetros por año, particularmente notables en los terrenos aledaños a las localidades de San Felipe de Rangel y Santa Rita de Rangel, Las Fuentes, La Puerta de San Francisco, Fracción de San Isidro, Las Escobas, Santa Teresa, Jamaica, La Luz que registran niveles de subsidencia superiores por actividades humanas, principalmente por la eliminación del agua del subsuelo que superan los niveles de recarga natural de los acuíferos.

De acuerdo a lo anterior, se hizo uso de la página web del Atlas de Peligros y Riesgos del Estado de Guanajuato (APREG), en la cual se activaron las capas de los Fenómenos Geológicos (sísmica, volcánica, laderas y taludes inestables, hundimientos y subsidencias, y fallas y fracturas geológicas), en donde nos arrojó que en el área del proyecto no se presenta ninguno de estos fenómenos:



Fenómenos Geológicos en la zona de influencia del proyecto

Fenómeno Hidrometeorológico

- Clima

El clima del Municipio alcanza una temperatura máxima de 36.5°C en el verano y una mínima de 3.8°C en el invierno, siendo la temperatura media anual de 17.4°C. Este clima se clasifica como semiárido o semicálido, con temperatura tipo Ganges.

- Heladas

Las heladas en el Municipio en zonas urbanas y rurales principalmente, año con año son severas, ocasionando afectaciones a la gente de escasos recursos; éstas afectan de igual manera a cultivos y vegetación. Se realizó un análisis del municipio de Dolores Hidalgo identificando las Localidades Vulnerables ante estos fenómenos.

- Vientos

Los vientos dominantes en el año proveniente del Oeste, y con velocidades promedio del viento de más de 13,5 kilómetros por hora.

- Granizadas

En lo que respecta a granizadas el fenómeno no guarda un patrón de comportamiento bien definido, aunque comúnmente está asociado con los períodos de precipitación; Se llegan a presentar año con año, en general el fenómeno presenta frecuencia de uno a tres días al año, afectando principalmente a tierras de cultivo y comunidades en situación de pobreza y pobreza extrema.

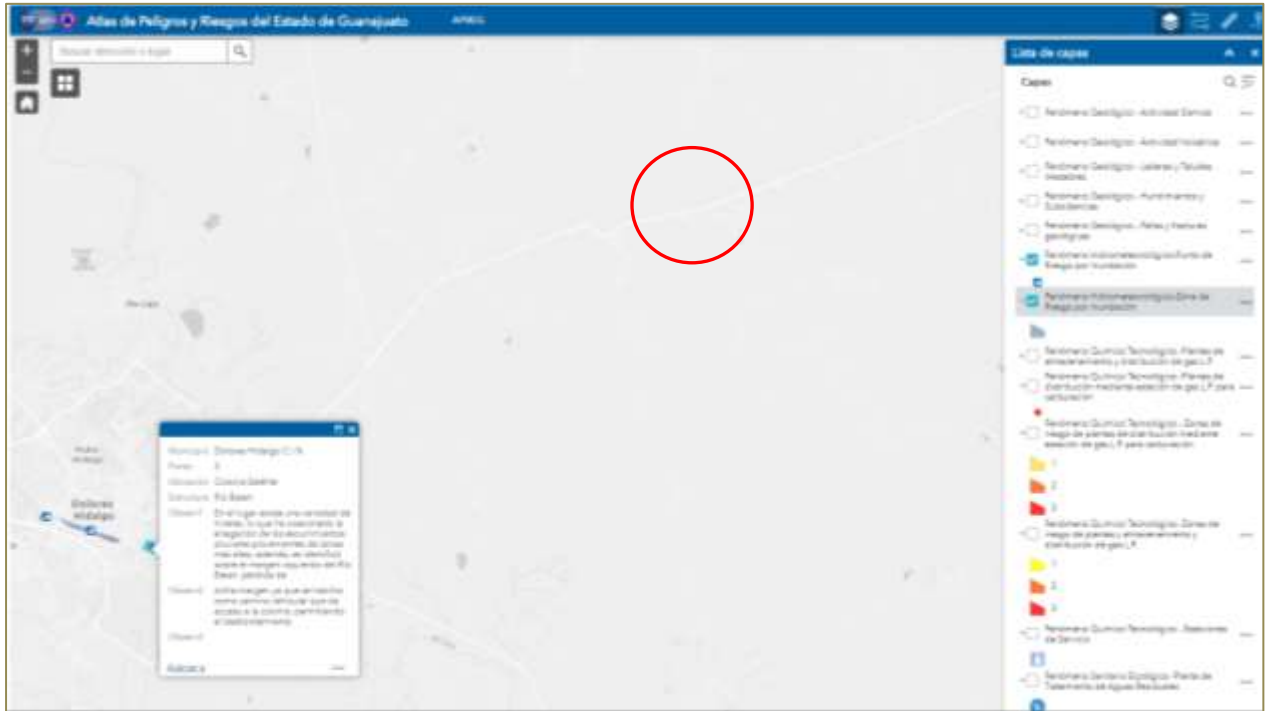
- Sequía

En el Municipio de Dolores Hidalgo se tienen antecedentes de sequías, las cuales son un fenómeno atmosférico en el cual la precipitación disminuye severamente por debajo de su valor medio histórico, tradicionalmente la intensidad de sequía se asocia con su duración. Lo anterior afecta directa e indirectamente las actividades económicas de la región de manera adversa. Las sequías en el Estado representan un fenómeno recurrente en algunas zonas, como lo son el norte y el noreste del Estado.

- Precipitación

La precipitación media anual es de 564.1 milímetros; la temporada de lluvia se presenta generalmente desde mediados de mayo hasta septiembre, aunque en los últimos años este ciclo ha sufrido serias perturbaciones, ocasionando con ello una disminución considerable en la precipitación y una irregularidad muy acentuada en el período de lluvias., (CONAGUA. Precipitación Media Anual periodo 1960-2015).

De acuerdo a lo anterior, se hizo uso de la página web del Atlas de Peligros y Riesgos del Estado de Guanajuato (APREG), en la cual se activaron las capas de los Fenómenos Hidrometeorológico (punto de riesgo por inundación y zona de riesgo por inundación), en donde nos arrojó que en el área del proyecto no se presenta ninguno de estos fenómenos, ya que las zonas de riesgo se ubican en la zona urbana del municipio:



Fenómenos Hidrometeorológico en la zona de influencia del proyecto

Las instalaciones se encuentran ubicadas en un sitio en donde no se observan fenómenos geológicos y hidrometeorológicos adversos como sismos e inundaciones.

Por los motivos señalados, no se requiere de criterios de diseño especiales en la instalación a consecuencia de características del sitio o por la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

Asimismo, la empresa solicitante, junto con la unidad de verificación, diseñaron la Planta para cumplir con todas las medidas de seguridad, así como para que no presente problemas de operación o que implique un riesgo por fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

A continuación se presentan los resultados de la memoria técnica - descriptiva de la instalación con diseño y la descripción del equipo.

I.1.1 Proyecto Civil

CLASIFICACIÓN.

Planta de Distribución de Gas L.P.

DISEÑO.

El diseño se realiza apegándose a los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 “Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación” publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de Octubre de 2014.

SUPERFICIE DEL TERRENO.

El terreno que ocupa la Planta afecta una forma irregular y tiene una superficie de 12,023.41 m².

UBICACIÓN, COLINDANCIAS Y ACTIVIDADES.

- a) Ubicación:
Esta Planta se ubica en Carretera Dolores Hidalgo-San Luis de La Paz No. 3001, Fracción del Predio Rústico “Casco del Carmen” C.P. 37800, Municipio de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Estado de Guanajuato.
- b) Colindancias:
Las colindancias que ocupa el terreno son las siguientes:
Norte: en 149.42 metros (17.34+132.08), terreno propiedad de la misma empresa (sin actividad).
Sur: en 149.40 metros, con derecho de vía de la Carretera Dolores Hidalgo-San Luis de La Paz, por este lindero se encuentra el acceso a la planta.
Este: en 87.86 metros, con terreno propiedad de la misma empresa (sin actividad).
Oeste: en 87.86 metros (24.17+63.69) con terreno propiedad de la misma empresa (sin actividad).
- c) Actividades que se desarrollan en las colindancias:
En ninguna de las colindancias mencionadas anteriormente se desarrollan actividades que pongan en peligro la operación normal de la Planta, ya que por ninguno de los linderos se desarrollan actividades.
La ubicación, por no tener ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos a la operación normal de la planta, se considera técnicamente correcta.

Proyecto Civil (PC-023/2020)

URBANIZACIÓN DE LA PLANTA.

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tienen compactadas, niveladas, y cuenta con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, todas las demás áreas libres dentro de la Planta se mantienen limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la

operación de la misma. El piso dentro de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con una pendiente del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

DELIMITACIÓN DEL PREDIO

El terreno se tiene limitado por sus linderos Norte, Este y Oeste malla ciclónica de 2.00 metros de altura, por el lindero Sur se cuenta con barda de mampostería de 3.00 metros de altura, se cuenta con acceso de 15.00 metros con puertas de lámina ciega y salida de emergencia de 15.00 metros con puertas de lámina ciega.

ACCESOS

Por el lindero Sur del terreno se cuenta con una puerta de 15.00 metros de ancho que es usada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa, y otra puerta que es usada como salida de emergencia de 15.00 metros de ancho, las puertas son en su totalidad metálicas.

EDIFICACIONES

Las construcciones destinadas para oficinas, servicios sanitarios, vigilancia, taller, cuarto de equipo contra incendio, trajes de bombero, tablero eléctrico y bodega se localizan por el lindero Sur del terreno, los materiales con que está construida en su totalidad son incombustibles, ya que su techo es losa de concreto, paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas.

Las dimensiones de éstas construcciones se especifican en el plano general de la planta, mismo que se anexa a esta memoria técnica.

ZONA DE ALMACENAMIENTO

La protección de la zona de almacenamiento es de murete de concreto armado y de malla ciclónica en postes de fierro de 2.00 metros de altura, las bombas y el compresor, se encuentran dentro de la misma zona de almacenamiento y además cumple con las distancias mínimas reglamentarias.

Datos del Tanque:

Capacidad en Kg de H ₂ O:	250,000 Kg
Tara en Kg:	41,100 Kg
Peso total en Kg:	291,100 Kg
Peso aproximado de la base:	75,768 Kg
Carga por soporte en Kg:	145,550 Kg

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considerará un terreno con resistencia de 5 Ton/ m², valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado solo con fines de cálculo.

DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE ELEMENTOS

a) De la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a:

Límite del predio de la planta de distribución	27.58 m
Espuelas de ferrocarril, riel más próximo	NO APLICA
Llenaderas de recipientes transportables	9.00 m
Plataforma del muelle de llenado	8.00 m
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables	15.00 m
Zona de venta al público	NO APLICA
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	47.20 m
Otro recipiente de almacenamiento de Gas L.P., ubicado en el interior de la planta de distribución	NO APLICA
Piso terminado	2.00 m
Planta generadora de energía eléctrica	NO APLICA
Talleres, incluyendo los de equipo de carburación de Gas L.P.	NO APLICA
Zona de almacenamiento interno de diesel	NO APLICA
Boca de toma de carga y descarga de diesel	NO APLICA
Boca de toma de carburación de autoconsumo	NO APLICA
Boca de toma de recepción de carro-tanque de ferrocarril	NO APLICA
Boca de toma de recepción y suministro	40.52 m
Vegetación de ornato	NO APLICA
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento	1.90 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1	NO APLICA
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	NO APLICA
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	NO APLICA
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los de reparto, auto-tanques o semirremolques	34.53 m

b) De llenadera de recipientes transportables a:

Zona de venta al público	NO APLICA
Límite del predio de la planta de distribución	28.40 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	33.67 m
Boca toma de recepción, suministro y carburación	22.00 m
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1 División 1	NO APLICA
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones en muros que den hacia la planta de distribución	NO APLICA
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	NO APLICA

c) De la boca toma de recepción, suministro o carburación más cercana a:

Límite del predio de la planta de distribución	32.00 m
Zona de venta al público	NO APLICA
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	41.25 m
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P.	41.25 m
Almacén interno de combustible diferencial al Gas L.P.	NO APLICA
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1 División 1	NO APLICA
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	NO APLICA
A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	NO APLICA

d) De bombas y compresores más cercanos a:

Límite de sus zonas de protección	2.05 m
-----------------------------------	--------

e) De soportes de toma de recepción, suministro o carburación de autoconsumo, o de la boca de toma del área de carga y descarga de diesel a:

Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	1.00 m
--	--------

f) Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:

Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	NO APLICA
--	-----------

g) Distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento:

Almacén de combustible externo	NO APLICA
Almacén de explosivos	NO APLICA
Casa habitación	NO APLICA
Escuela	NO APLICA
Hospital	NO APLICA
Iglesia	NO APLICA
Lugar de reunión	NO APLICA
Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros	NO APLICA
Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P. para carburación	NO APLICA

I.1.2 Proyecto Mecánico**Proyecto Mecánico
(PC-023/2020)****RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO**

- a) Esta Planta cuenta con un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especiales para contener gas L.P. el cual se localiza de tal manera que cumple con las distancias mínimas reglamentarias.
- b) Se tiene montado sobre bases de sustentación de concreto en la placa de refuerzo o soporte, de tal forma que puedan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
- c) Entre la placa de refuerzo y la base, se utiliza material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.
- d) Cuentan con una zona de protección constituida por su lado Este de postes de fierro de 1.30 metros de altura y por su lado Norte, Sur y Oeste por tela de alambre tipo "cyclone" en postes de fierro de 2.00 metros de altura.
- e) El tanque tiene una altura de 2.00 metros, medido de la parte inferior de los mismos al nivel del piso terminado.
- f) A un costado del tanque se tiene una escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los mismos, también se cuenta con una escalerilla al frente del tanque, misma que es usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.
- g) El tanque, escalera y pasarela metálicas cuentan con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.
- h) El tanque cuenta con las siguientes características:

Tanque No.	I
Fabricado por:	CYTSA
Según Norma:	NOM-009-SESH-2011
Capacidad litros agua:	250,000
Año de fabricación:	En fabricación
Diámetro exterior:	337.80 cm.
Longitud total:	2,989.4 cm.
Presión de trabajo:	14.00 Kg/cm ²
Factor de seguridad:	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas
Eficiencia:	100 %
Espesor láminas cabezas:	9.52 mm
Material lámina cabezas:	SA-612-A
Espesor lámina cuerpo:	16.50 mm
Material lámina cuerpo:	SA-612-A
Coples:	210 Kg/cm ²
No. de serie:	En fabricación
Tara:	41,100 kg

j) Contienen además los siguientes accesorios:

- Un indicador para nivel de gas-liquido de tipo magnético marca Magnatel de 64 mm (2½") de diámetro.
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a + 50°C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Eva con graduación de 0 a 21 Kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165 de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel de los tanques.
- Cuatro válvulas internas (exceso de flujo) para gas-liquido marca Rego modelo A3213A300 de 76mm. (3") de diámetro, con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.).
- Una válvula de exceso de flujo para dren de 51 mm (2") de diámetro marca Rego modelo A3292B, con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.) con tapón macho roscado.
- Una válvula interna (exceso de flujo) para gas-liquido marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro, para una capacidad de 250 G.P.M. (946 L.P.M.) con actuador neumático Rego modelo A3212PA
- Dos válvulas multiport bridadas marca Rego modelo A8574G de 101 mm (4") de diámetro cada una, con cuatro válvulas seguridad marca Rego modelo A3149G de 64 mm (2 ½") de diámetro con capacidad de 294 m³/min cada una, estas válvulas cuentan con puntos de ruptura y tubos de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y 2 m de altura para desfogue.
- Tres válvulas internas (exceso de flujo) para gas-vapor marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 2,510.21 m³/hr (88,700 ft³/hr).
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra"

BOMBAS Y COMPRESORES

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego será la siguiente:

a) Bombas:

Número	1	2
Operación Básica:	Llenado de cilindros	Llenado de cilindros
Marca:	<u>Blackmer</u>	<u>Blackmer</u>
Modelo:	LGL-3E	LGL-3E
Motor Eléctrico:	10 HP	10 HP
R.P.M.:	640	640
Capacidad nominal:	120 GPM 454 L	120 GPM 454 L
Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 Kg/cm ²	5 kg/cm ²
Tubería a la entrada:	3" de diámetro	3" de diámetro
Tubería a la descarga:	3" de diámetro	3" de diámetro

b) Compresor

Número	1
Operación Básica:	Descarga de Semirremolques
Marca:	<u>Blackmer</u>
Modelo:	LB-361
Motor Eléctrico:	15 HP
R.P.M.:	780
Capacidad nominal:	194 GPM (734 L)
Desplazamiento:	57 m ³ /hr
Ratio de compresión:	1.49
Tubería gas-líquido	4" de diámetro
Tubería gas-vapor:	3" de diámetro

Las bombas y el compresor, se encuentran ubicadas dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento.

Las bombas y compresor junto con su motor, se encuentran cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a la bomba y al compresor son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con un interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra".

La descarga de la válvula de purga de líquidos está a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel del piso.

MEDIDORES

No cuenta con medidores.

SISTEMA DE TUBERÍAS

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm² y donde existen accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140-210 kg/cm² y con tubería de acero cédula 80. Las pruebas de hermeticidad se efectúan por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión de una y media veces la presión de diseño.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

TRAYECTORIA	LINEAS		
	LIQUIDO	RETORNO LIQUIDO	VAPOR
Tanque a tomas de recepción	101, 76 y 51 mm	-	76, 51 y 32 mm
Tanque a tomas de suministro	76 y 51 mm	51 mm	51 y 32 mm
Tanque a múltiple de llenado	152, 101,76 mm	51 mm	-

En las tuberías que conducen gas-líquido y en los tramos donde exista atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm² y capacidad de descarga de 22 m³/min, y son de 13 mm (½") de diámetro.

Además cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

MÚLTIPLE DE LLENADO

Se cuenta con un múltiple de llenado construido con tubería de acero cédula 40, para alta presión de 101 mm (4") de diámetro y conexión soldables para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm². Se tiene a una altura de 1.50 metros del piso del muelle y se tiene fijo por medio de soportes especiales. El múltiple consta de cuatro salidas.

El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para el alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½") de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼") de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2 ½") de diámetro.

BASCULAS

a) Básculas de llenado:

Sobre el muelle de llenado se tienen instaladas cinco básculas del tipo de plataforma con capacidad de 260 kg cada una, mismas que son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes portátiles, estas básculas están conectadas para su mejor protección al sistema general de "tierra", para control del llenado de los recipientes transportables se cuenta con controles eléctricos del tipo Troya para llenado automático, los cuales cuentan con una válvula selenoide que esta energizada a través del sensor de la báscula el cual envía una señal electrónica para abrir o cerrar el circuito del paso del flujo de Gas L.P. y este a su vez manda una señal a un panel de control para interrumpir el llenado cuando el cilindro llegó a su peso.

b) Básculas de repeso:

Se cuenta también en el muelle de llenado con una báscula del tipo de plataforma con caratula electrónica para repeso de tierra de recipientes portátiles, igualmente conectada a "tierra" y al sistema electrónico.

c) Llenadoras:

Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios:

Una válvula de globo de 13 mm de diámetro.

Una manguera especial para gas L.P. de 13 mm de diámetro.

Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro

Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro.

SISTEMA DE VACIADO

Esta planta cuenta con un sistema para el vaciado de gas de los recipientes transportables, el cual consta de un tanque tipo estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado, contando con los aditamentos necesarios. Consta además de un múltiple de dos salidas, conectadas al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente, ubicando todo esto en un extremo del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de gas, es de acero cédula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de gas al tanque estacionario de 32 mm (1 ¼") de diámetro. Los accesorios existentes son de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran instalados.

Las mangueras que se usan son especiales para gas L.P. construidas al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y ruptura a 140 kg/cm².

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DE LA PLANTA

Queda justificado en la Memoria Técnica que la capacidad total de almacenamiento es de 250,000 litros agua, misma que se tiene en un recipiente especial para Gas L.P. tipo intemperie cilíndrico-horizontal, con capacidad de 250,000 litros agua.

Capacidad de llenado o gasto en función de la probable operación

Experimentalmente se ha determinado que la capacidad de la bomba debe satisfacer el llenado máximo y que el flujo no exceda de 30 L.P.M. por recipiente portátil, por lo que un recipiente de 30 kg ó 56.60 litros se llenará en 1.88 minutos aproximadamente. En este caso se cuenta con un múltiple de llenado de 101 mm (4") con cinco ramificaciones, por lo que se requiere un flujo de 150 L.P.M. (40 G.P.M.)

La bomba seleccionada para satisfacer esta demanda tiene una capacidad nominal de 454 L.P.M. (120 G.P.M.).

La velocidad de llenado de un recipiente portátil, está supeditada a la válvula de servicio del mismo, en la cual consideramos un gasto de 30 LPM.

Retorno de gas-líquido. Se indicó que para protección de la bomba por sobrecargas, se tiene instalada una válvula automática para relevo de presión diferencial después de la bomba, calibrada a 5 kg/cm².

I.1.3 Proyecto sistema contra-incendio

PROYECTO CONTRA INCENDIO (PCI-023/2020)

GENERALIDADES

La planta de distribución contará con extintores, un sistema de enfriamiento por aspersion de agua sobre el recipiente de almacenamiento y un sistema de hidrantes.

La activación de las bombas de alimentación a los sistemas de agua contra incendio se efectúa por medio de operación manual, los controles de arranque del sistema de agua contra incendio se encuentran instalados directamente en el cuarto de máquinas.

SISTEMA DE PROTECCIÓN POR MEDIO DE AGUA

a) Cisterna o tanque de agua

Cisterna de seguridad de 34.44.00 m³ de agua con las siguientes medidas: planta 3.64 x 4.72 metros y altura de 2.00 metros. Este recinto es subterráneo, construido con concreto armado y cuentan con acceso de personas de 0.70 x 0.70 metros, su llenado se implementa a base de pipas.

La capacidad mínima de la cisterna o tanque de agua debe ser la que resulte de sumar 21,000 litros a la requerida de acuerdo al cálculo hidráulico para la operación del sistema de enfriamiento durante 30 minutos, tomando como base el recipiente de almacenamiento de mayor superficie en la planta de distribución, calculada de acuerdo con el numeral 4.2.4.2.6.1.3.

b) Equipos de bombeo

Cuarto de máquinas que está construido a un encima de la cisterna con dimensiones de planta 3.64 x 4.72 metros y una altura de 2.50 metros y cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal.

Este cuarto de máquinas está equipado con los siguientes elementos:

Bomba con motor de combustión de 75 HP y gasto de 3,900 LPM a 6 kg/cm².

Bomba con motor eléctrico de 50 HP y gasto de 3,900 LPM a 6 kg/cm².

Existe una red distribuidora, construida con tubo PVC y de acero cédula 40 y accesorios y conexiones de fierro fundido clase 8.5 kg/cm². Esta tubería se instala subterránea a una profundidad de 1.00 metros, la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 152 mm de diámetro.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

Cuatro hidrantes y el riego de un tanque de almacenamiento de Gas L.P.

Para el enfriamiento el tanque se cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro.

La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

- c) Caudal y presiones de bombeo.
(Presión de bombeo mínima y presión máxima de bombeo)

Gasto requerido para el sistema contra incendio:

$$Gr = Sm \times 10$$

$$Gr = (142.82 \times 10) + 2,800 = 4,228.20 \text{ LPM}$$

- d) Hidrantes y monitores

Se cuenta con 4 hidrantes.

- e) Sistema de enfriamiento por aspersión de agua

El tanque cuenta con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicado simétricamente por arriba.

Estas tuberías son de 51 mm de diámetro. Los tubos se instalaron a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda la longitud.

Las tuberías son soportadas mecánicamente en su parte central con soportes apoyados sobre el tanque a una distancia de 5.00 metros entre ellos, formando dos conjuntos de soportes hacia cada lado de la tubería central.

Estos soportes son construidos de solera de fierro de 4" x 5/16" en forma de una semicircunferencia, el anillo de solera formado tiene por su cara interior un separador de asbesto de 1/16" de espesor y lleva por su cara exterior dos tramos de canal de acero de 3" con longitud de 85 cm, soldados radialmente a 90° C y serán reforzados cada uno con dos cartabones triangulares de placa de acero soldados sobre canal y solera y en el extremo libre se colocó una abrazadera "u" de 2" que soportará a los tubos de distribución de rociado, el rociado se hace colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, las boquillas de rociado son marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno a razón de 80 piezas por cada tanque, modelo 1/2"-HH-40 y a una presión de 3 Kg/cm².

- f) Extintores manuales clase ABC.

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se encuentran instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno en los lugares siguientes a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor:

UBICACIÓN	CANTIDAD
Tomas de recepción	2
Tomas de carburación de autoconsumo	No aplica
Tomas de suministro	2
Muelle de llenado para recipientes transportables	3
Fuente de calor del sistema de llenado	No aplica
Zona de almacenamiento	4
Bombas y compresores para Gas L.P.	3
Bombas para agua contra incendio	1
Generador de energía eléctrica	No aplica
Talleres	2
Almacenes	1
Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	2
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	1
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Patín de recepción	No aplica
Caseta del patín de recepción	No aplica
Caseta de Vigilancia	1
Tablero eléctrico	1 (CO ₂)

f) Extintores de carretilla.

Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, localizado fuera de la oficina de la Planta.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA COMBATE DE INCENDIO

En la entrada de la Planta se tiene instalado en anaquel con suficientes artefactos mata-chispas, los que son adaptados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma, se cuentan además con trajes de bombero para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, se cuenta también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada esta solo en casos de emergencia.

SISTEMA DE SEGURIDAD

a) Sistema de alarmas

La alarma instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, con apoyo visual de confirmación, los elementos operan con corriente eléctrica CA 127V.

RÓTULOS DE SEGURIDAD Y PINTURA

a) El tanques de almacenamiento se pinta de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que lo contiene, también tiene inscrito con caracteres no menores de 15 cm la capacidad.

- b) El murete de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la planta, se tienen pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.
- c) Todas las tuberías se pintan anti-corrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: blanco las conductoras de gas-líquido, blanco con banda verde las que retornan gas-líquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul las de aire.
- d) Instalación de letreros
- e) Prohibiciones:

Se prohíbe el uso en la planta de lo siguiente:
Fuego.
Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego.
Protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines, excepto los de aluminio.
Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispas.
Toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas, para atmósfera de gas inflamable.

I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

En la Planta no se realizará ningún proceso industrial, solo se almacena y transvasa Gas L.P., por lo que no existen líneas de producción, ni reacción principal o secundaria, por tanto este apartado no aplica, ya en la Planta no se realiza ningún proceso industrial de transformación.

Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso:

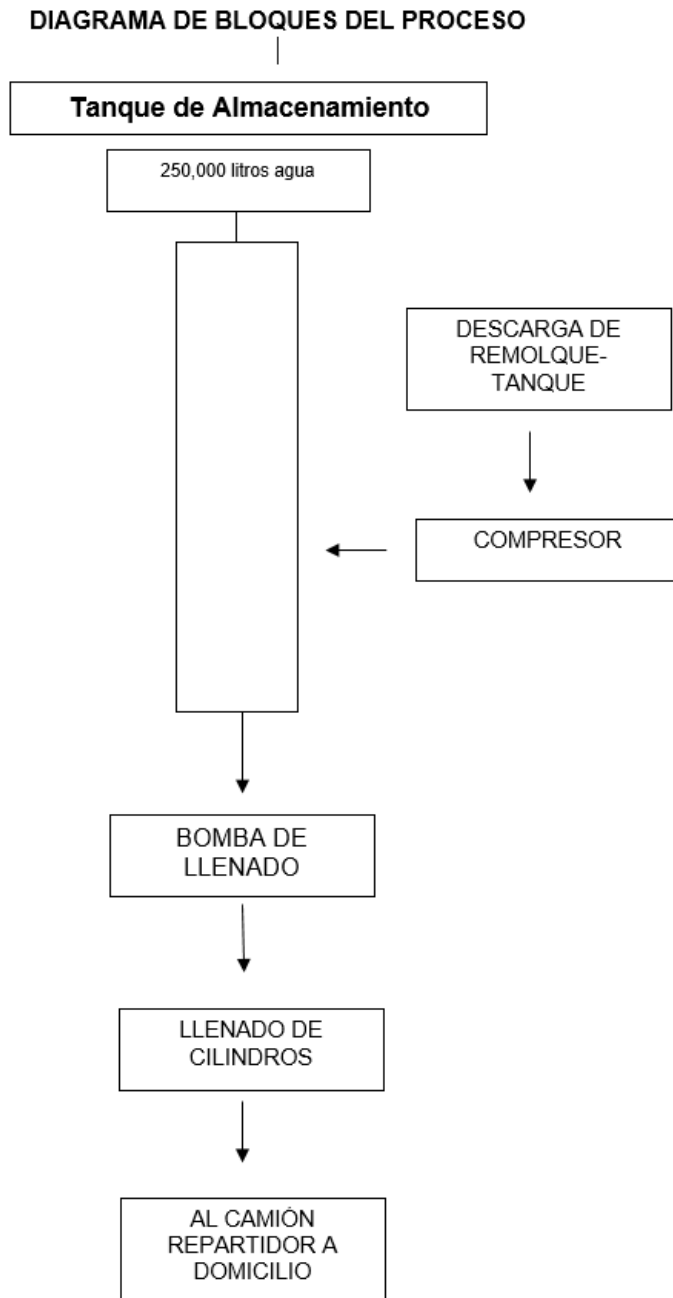
La única materia prima que se utiliza es el Gas L.P., debido a que se realiza únicamente operaciones de transvase, no se generan subproductos, siendo el producto final la misma materia.

Descripción del proceso.

En las instalaciones del presente estudio, corresponden a una Planta de Almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 250,000 litros base agua, en un solo tanque de almacenamiento especialmente diseñado y construido para el manejo de Gas L.P. de la marca CYTSA.

El gas se surtirá a la Planta mediante remolques tanque propiedad de la empresa Petróleos Mexicanos, del tanque estacionario se cargan pipas (autotanques) para el abastecimiento de tanques domiciliarios, en un área diseñada para el efecto, se llenan cilindros portátiles de 20 y 30 kg para reparto domiciliario.

A continuación se muestra el diagrama del proceso:



I.2.1 Hoja de Seguridad

En la Planta el único producto químico empleado será el gas L.P. (gas licuado del petróleo).

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Conforme al Reglamento CE N° 1907/2006 - REACH y Reglamento CE N° 1272/2008 - CLP

GAS LICUADO DE PETRÓLEO

SECCIÓN 1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA

1.1 Identificador del producto

Nombre comercial	GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Nombre Químico	Mezclas de propanos y butanos
Sinónimos	GLP (Gas Licuado de Petróleo).
N° CAS	68512-91-4
N° CE (EINECS)	270-990-9
N° Índice (Anexo VI Reglamento CE N° 1272/2008)	649-083-00-0
N° Registro	NP
N° Autorización	NP

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Combustible.
Propelente.

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto: Gas licuado.
Olor: Característico, reforzado por compuestos de azufre.
Umbral olfativo: NP
Color: Incoloro.
Valor pH: 6,0-8,0
Punto fusión/Punto de congelación: NP
Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición: (-26.48 °C) - (-0.34 °C)
Punto de inflamación: (-96.8 °C) - (-75.9 °C)
Tasa de evaporación: NP
Inflamabilidad (sólido, gas): Extremadamente inflamable.
Límites superior/inferior de inflamabilidad o de explosividad: Límite inferior explosivo: 1.50 - 1.59% Límite superior explosivo: 8.99 - 9.37%
Presión de vapor: 7.5 kg/cm² máx. a 50 °C (ASTM D2598)
Densidad de vapor: 1.5 - 2 (aire: 1)
Densidad: 0.560 g/cm³ mín. a 15 °C (ASTM D1657)
Solubilidad(es): Hidrosolubilidad: En disolventes orgánicos.
Coeficiente de reparto n-octanol/agua: log Kow: 2.36 - 2.89
Temperatura de auto-inflamación: > 400 °C
Temperatura de descomposición: NP
Viscosidad: NP
Propiedades explosivas: NP
Propiedades comburentes: NP

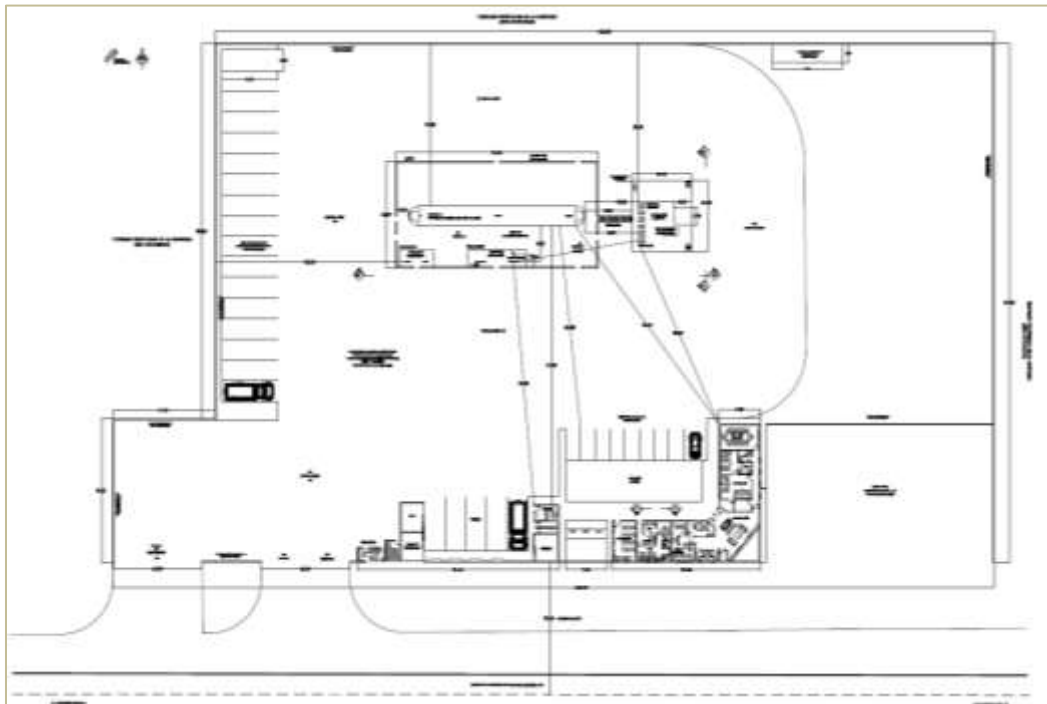
Se anexa la hoja de seguridad.

I.2.2 Almacenamiento

En la Planta, únicamente se contará un tanque de 250,000 litros agua para el almacenamiento del gas L.P., por lo que a continuación se señalan sus características:

Tanque No.	I
Fabricado por:	CYTSA
Según Norma:	NOM-009-SESH-2011
Capacidad litros agua:	250,000
Año de fabricación:	En fabricación
Diámetro exterior:	337.80 cm.
Longitud total:	2,989.4 cm.
Presión de trabajo:	14.00 Kg/cm ²
Factor de seguridad:	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas
Eficiencia:	100 %
Espesor láminas cabezas:	9.52 mm
Material lámina cabezas:	SA-612-A
Espesor lámina cuerpo:	16.50 mm
Material lámina cuerpo:	SA-612-A
Coples:	210 Kg/cm ²
No. de serie:	En fabricación
Tara:	41,100 kg

El tanque de almacenamiento para el gas L.P. se encuentra ubicado dentro de la Plana, de acuerdo al siguiente plano:



Plano Civil

Dispositivos de seguridad instalados:

Zona de Almacenamiento (tanque de almacenamiento del gas L.P.)

La protección de la zona de almacenamiento es de murete de concreto armado y de malla ciclónica en postes de fierro de 2.00 metros de altura, las bombas y el compresor, se encuentran dentro de la misma zona de almacenamiento y además cumple con las distancias mínimas reglamentarias.

Protección Contra Impacto Vehicular

- a) Bases de sustentación y recipientes de almacenamiento.
Protegidos mediante murete de concreto armado con altura de 0.60 m y espesor de 0.20 m. sobre NPT (no se localiza tránsito vehicular en zona de almacenamiento).
- b) Compresores y bombas.
Las bombas y los compresores se encuentran protegidos dentro de la zona de almacenamiento.
- c) Soportes de toma de recepción.
Se protege mediante murete de concreto armado con altura de 0.60 m y espesor de 0.20 m. sobre NPT.
- d) Soportes de toma de suministro.
Se protege mediante murete de concreto armado con altura de 0.60 m y espesor de 0.20 m. sobre NPT.

Muelle de Llenado para Recipientes Transportables

El muelle de llenado se localiza por el lado Este del tanque de almacenamiento y a una distancia de 15.00 metros del lindero Norte de la planta. Está construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre estructura metálica soportado por columnas de concreto; su piso es relleno de tierra con terminación de concreto, cortando este en sus bordes con protecciones de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tiene accesos al mismo.

Área de Carga y Descarga de Recipientes Transportables

El área de carga y descarga se localiza dentro del muelle de llenado, siendo una plataforma rellena con piso revestido de concreto, contando este en sus bordes con protecciones de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tiene accesos al mismo.

Zona de Revisión de Recipientes Transportables

La zona de revisión de recipientes transportables se localiza dentro del muelle de llenado en un área de 9 m², siendo una plataforma rellena con piso revestido de concreto y no colinda con zonas de circulación vehicular.

Zona de Almacenamiento de Recipientes Transportables Rechazados

La zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados se encuentra localizada en el lindero Norte del predio, en un área de 36 m² y cuenta con piso de material incombustible, evitando el contacto directo de los recipientes con la tierra.

Sistema Contra Incendios

La planta de distribución cuenta con extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre el recipiente de almacenamiento y un sistema de hidrantes.

La activación de las bombas de alimentación a los sistemas de agua contra incendio se efectúa por medio de operación manual, los controles de arranque del sistema de agua contra incendio se encuentran instalados directamente en el cuarto de máquinas.

I.2.3 Equipos de proceso y auxiliares

EQUIPO	NOMENCLATURA DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	VIDA ÚTIL	TIEMPO USO	LOCALIZACIÓN
Tanque	Tanque I	250,000 litros agua	CY TSA NOM009-SESH-2011	30 años	30 años	Zona de Almacenamiento
Bomba	Bomba 1	120 GPM 454 L	Blackmer	3 años	3 años	Zona de Almacenamiento
Bomba	Bomba 2	120 GPM 454 L	Blackmer	3 años	3 años	Zona de Almacenamiento
Compresor	Compresor 1	194 GPM (734 L)	Blackmer	3 años	3 años	Zona de Almacenamiento

Se recomienda el mantenimiento a las bombas y compresor, para un buen funcionamiento del mismo equipo. Y también se recomienda la prueba de ultrasonido para el tanque de almacenamiento cada 5 años, una vez que haya terminado su vida útil.

I.2.4 Pruebas de verificación

Descripción de las condiciones en las que se realizan las pruebas hidrostáticas, radiografiado, medición de espesores, protección mecánica, protección anticorrosiva, de los tanques de almacenamiento, equipo de proceso, entre otros.

El tanque de almacenamiento es comprado con certificación de fabricación según la Norma NOM-009-SESH-2011, de las cuales se llevan a cabo con pruebas hidrostáticas, radiografiado, medición de espesores.

Ya instalado el tanque se pinta de los colores en base a lo que la Norma NOM-001-SESH-2014 requiere.

En cuanto a las tuberías aéreas estas se recubren también con pintura que especifica la Norma para dar cumplimiento y a su vez para completar las medidas de seguridad y de igual manera ya instaladas se les hace las pruebas hidrostáticas y radiografiado.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Balance de materia.

En la Planta de gas L.P. no se realizara proceso alguno, ya que la operación de la planta puede resumirse en almacenaje, trasiego a autotanques y recepción de semirremolques, dentro de la cual no existe reacción química, aunque si, cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. Por lo que este punto no aplica para el presente estudio.

Temperaturas y Presiones de diseño y operación:

Durante la operación de la instalación, no se generan temperaturas ni presiones extremas, ya que se trabaja a temperatura ambiente. Al no existir un verdadero proceso químico en el sentido estricto de la palabra (no existen cambios químicos en el material manejado que es el Gas L.P., por lo que se considera que las temperaturas extremas en las cuales se trabaja corresponden a las mismas del medio ambiente, registrándose en la zona una temperatura promedio de 25 °C. y una temperatura que nunca excederá de 37 °C. Las presiones máximas son las presiones de trabajo del tanque de almacenamiento que es de 14.06 kg/cm².

Temperatura extrema: la única operación que se realiza es el trasiego de Gas L.P., manteniéndolo en estado líquido, por lo que se considera una temperatura de 25 °C durante el proceso de trasvase, aunque la temperatura en el interior del tanque oscila en un rango de 15 a 19 °C. La temperatura máxima que soporta cada tanque de almacenamiento es de 37.8 °C y se controla por medio de un sistema de enfriamiento a base de agua, como se indica en el apartado correspondiente a recipientes de almacenamiento. El gas se encuentra almacenado a 15^a 17°C.

Presión extrema: La presión de trabajo de los tanques es de 14.06 kg/cm² con un factor de seguridad de 4.

La presión máxima de descarga del líquido con la bomba operando en condiciones normales, nunca deberá exceder de 240 MPa (24.61 Kgf/cm).

Los medidores de líquido deberán ser para presión de trabajo de 240 MPa (24.61 Kgf/cm').

Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

En la Planta de almacenamiento de gas L.P., el trasiego de dicho gas involucra únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión y temperatura en el proceso.

El gas L.P., es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas (6–9 kg/cm²) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando

se libera a presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas.

El gas que se encuentra “encerrado” en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 Kg/cm². Cuando el número de moléculas que se libera del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa, están en equilibrio.

Los impactos que ejercen fuerzas sobre las paredes del recipiente y expresadas por unidad de área reciben el nombre de presión de vapor. Un aumento de temperatura sube la presión de vapor de un líquido, debido a que la velocidad de las moléculas aumenta con la temperatura, pasando con rapidez al estado gaseoso.

La operación de la Planta de almacenamiento de gas L.P., es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, solamente el trasiego y almacenamiento de dicho gas, por lo que este punto no aplica para el presente estudio.

El gas L.P. se maneja en estado líquido por efecto de la presión. El tanque de almacenamiento se llena hasta un valor límite del 85% máximo de su capacidad y forma un espacio vacío que es ocupado por el gas vaporizado.

En todas las operaciones que se realizan en la planta se produce este mismo principio, por lo que podemos decir que la fase que prevalece es la de líquido.

Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

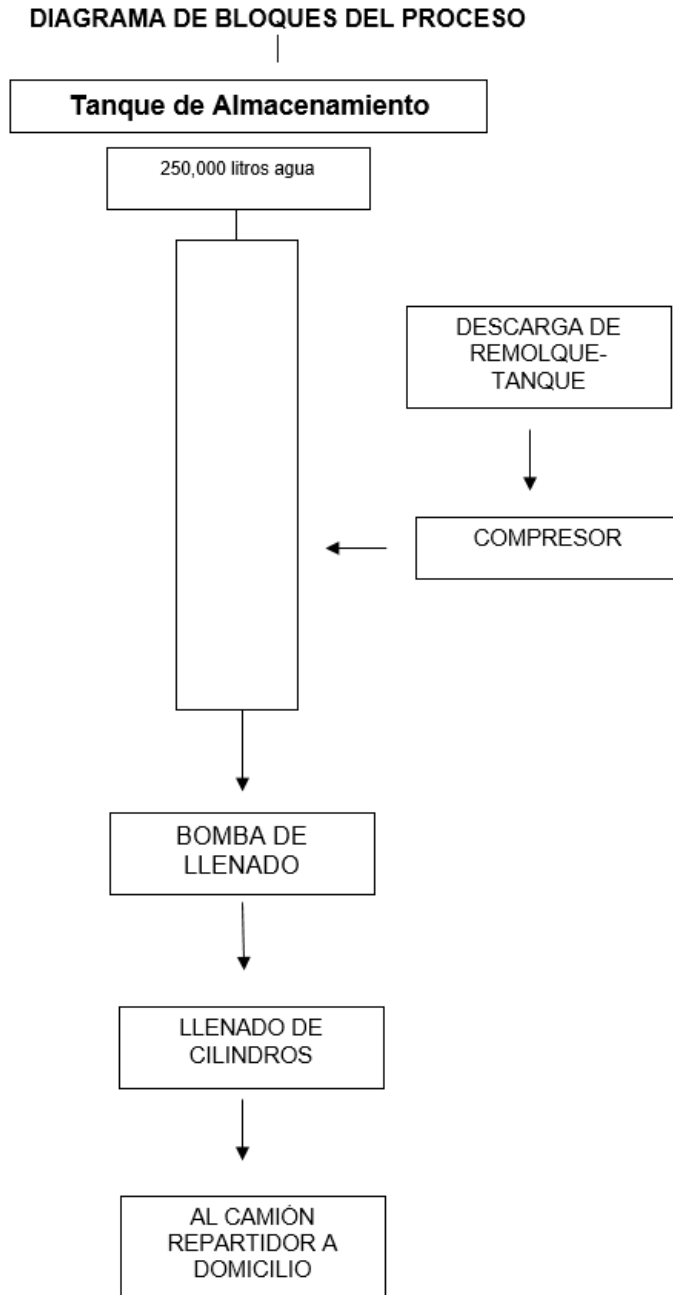
El **régimen operativo** de la planta es de un turno de trabajo de 8 horas cada uno, durante los 345 días hábiles del año.

Los movimientos de transferencia que sufre el Gas L.P. dentro de las instalaciones de la planta se pueden representar de manera simple mediante los siguientes diagramas de bloques

Cabe aclarar que en este tipo de plantas no se maneja diagrama de tubería e instrumentación y en cambio se utilizan los siguientes planos:

Plano métrico, Plano civil, Plano mecánico, Plano eléctrico y Plano contraincendios y seguridad.

A continuación se muestra un diagrama de operación:



Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

En el plano mecánico se puede observar el plano isométrico de flujo.

I.3.1 Especificación del cuarto de control

Control de Motores.

Todos los motores se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión ubicados según indica el plano. Los conductores de estas botoneras, son llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de andenes.

I.3.2 Sistemas de aislamiento

Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos.

Para estas instalaciones no hay contención, todos los equipos están aterrizados con tierras físicas, para evitar riesgos y accidentes, cabe mencionar que esto se lleva a cabo por cumplimiento y diseño de la misma Norma NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGO

La evaluación de riesgos es una parte muy importante para mantener la seguridad de una planta. Sobre el particular, la SEMARNAT tiene establecido un procedimiento de evaluación de riesgos cuya aplicación es el objeto del presente documento.

El análisis y evaluación de riesgos es una de las secciones más importantes del Estudio de Riesgo Ambiental ya que permite determinar los probables radios de afectación a causa de un accidente para establecer medidas de prevención o aplicar procedimientos de atención en caso de que se presente el evento.

El objetivo fundamental de dicho procedimiento, entonces, es estar preparado para impedir la ocurrencia de accidentes, minimizar sus afectaciones para la propia instalación y las actividades en su entorno mediante la instrumentación de medidas de seguridad acordes a los daños que representa la amenaza.

A continuación, se presenta el desarrollo de dicho procedimiento el cual culminara con la evaluación por parte de la instancia reguladora de la SEMARNAT, que en este caso es la ASEA.

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

Mencionar accidentes e incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso acciones realizadas para su atención.

Cabe mencionar que en general, en las plantas de almacenamiento de gas L.P. son muy contados los accidentes y que con la atención correcta se ven minimizadas sus afectaciones.

El uso del Gas Licuado del petróleo en nuestro país fue popularizándose a finales de los años cuarenta y principios de los cincuenta, fechas que coinciden con el desarrollo definitivo de los centros urbanos más importantes de nuestro país. Antes de esas épocas, se solía cocinar y calentar los hogares a base de petróleo y leña, y los procesos industriales utilizaban combustibles líquidos y carbón, mientras que los vehículos utilizaban únicamente combustible líquido.

Las innegables ventajas que ofrece el gas LP, aunado a su mayor disponibilidad, así como al desarrollo de aparatos domésticos e industriales que lo pueden utilizar como fuente de calor, ha permitido que su uso haya registrado un crecimiento extraordinario y que, en un porcentaje cercano al 100%, la mayor parte de los procesos de calentamiento doméstico tengan como base el gas LP. Como consecuencia de su utilización, el transporte e inventarios de este energético tiene hoy en día enormes dimensiones, siendo el riesgo proporcional a tales dimensiones.

El antecedente más dramático de los riesgos asociados al gas LP que existen en el ámbito mundial, es el accidente ocurrido en la localidad conocida como San Juan Ixhuatepec, Estado de México en la zona conurbana de la Ciudad de México, en las primeras horas del día 18 de noviembre de 1984. En este accidente de vieron involucrados millones de litros de gas LP que ocasionaron una zona de destrucción con un radio de aproximadamente 500 metros. En esa ocasión varios tanques sufrieron el fenómeno BLEVE, incluidas las esferas de alto volumen.

La opinión más aceptada es que el accidente se originó por la fuga masiva en el gasoducto que alimentaba la instalación. La nube formada se expandió y alcanzó un punto de ignición; la explosión resultante dañó los equipos adyacentes que a su vez derramaron sus respectivos contenidos agravando el fuego. Este accidente, el mayor a nivel mundial donde se haya involucrado gas LP, ha sido ejemplo de lo que se debe evitar al manejar este producto. Como resultado de una toma de conciencia sobre el riesgo en el manejo de los materiales peligrosos, se han emitido una serie de reglamentos y normas tendientes a una prevención efectiva de accidentes en la industria del gas LP, mismas reglamentaciones que han regido el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la instalación.

Otro accidente que tuvo serias repercusiones fue el ocurrido el jueves 1 de febrero de 2015. La explosión ocurrió en la sede central de Petróleos Mexicanos (Pemex), que causó 33 muertos y 121 heridos, es la peor

tragedia que sufren instalaciones de la empresa pública en los últimos veinte años tras la sufrida en 1992 cuando fallecieron 210 personas. Aún no se han establecido las causas, aunque las hipótesis apuntan hacia un accidente de origen todavía desconocido.

El uso del gas LP representa alrededor del 10% del requerimiento energético de México; entre los principales usos a los cuáles se destina este hidrocarburo se encuentran los mostrados en la tabla siguiente:

Tipos de accidentes por Gas L.P. Los riesgos ligados al Gas Licuado del Petróleo pueden presentarse como una de las siguientes manifestaciones:

La más común de todas las manifestaciones es la conocida como **chorro de fuego** o **dardo de fuego** la cual es la liberación de gas por un orificio y su subsiguiente incendio al encontrar una fuente de calor.

Ocurrencia de un **Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (BLEVE)**: nombre con el que se designa una liberación brutal hacia la atmósfera de gas licuado que se evapora e inflama por una fuente externa de ignición, tras la ruptura de un tanque de almacenamiento, resultado de la fusión o perforación de la cubierta de metal. Los efectos son preponderantemente térmicos y resultado de las ondas de choque por la presión generada, manifestándose en áreas circulares en torno a las instalaciones y son independientes de las condiciones meteorológicas.

Ocurrencia de **Unconfined Vapor Cloud Explosion (UVCE)**: término aplicado a la explosión de una nube o capa de gas combustible o vapores, tras la ruptura de un ducto. Los efectos serán esencialmente resultado de las ondas de choque por la presión generada.

Pérdida total e instantánea de confinamiento del gas. Aunque el Gas L.P. está catalogado como no tóxico, la inhalación puede provocar daños severos o irreversibles, e incluso la muerte, en el área hacia donde se dirige la pluma de gas movida por el viento, este efecto es provocado básicamente por la característica que tiene el gas de desplazar el oxígeno del aire.

En forma particular, los accidentes ocasionados en México por gas LP, van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias. Otro registro de dichos accidentes se encuentra en las bases de datos ACQUIM (Accidentes Químicos), que recopila los accidentes ocurridos en fuentes fijas y tuberías, y ACARMEX (Accidentes Carreteros en México); que contiene información sobre accidentes ocurridos en el transporte. Estos sistemas computacionales han sido elaborados en el Área de Riesgos Químicos de CENAPRED-SEGOB.

Los accidentes que involucran gas LP en México afectan tanto zonas industriales como habitacionales. El accidente puede consistir en fuga, incendio, explosión o la combinación de ellos. De acuerdo a los resultados de la base de datos ACQUIM (2000), los accidentes se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Tipo de eventos en donde se involucra gas LP (ACQUIM, 2000).

Evento	%
Fuga	42.5
Combinaciones	23.5
Explosión	21.5
Incendio	6.0
Otros	6.5

Nota: Información de enero de 1995 a diciembre de 1999.

En cuanto a la distribución de accidentes por estados se ha encontrado que Michoacán presenta el mayor porcentaje de eventos (25.5%), seguido por el Estado de México y el Distrito Federal con 19% y 14% respectivamente.

Datos estadísticos de accidentes por Gas L.P. en el transporte

Durante el año de 1990 en todo el país las empresas distribuidoras de Gas L.P. realizaron más de 174 millones de servicios, utilizando para ello 2,756 auto-tanques y 7,458 camiones repartidores de cilindros de gas. Se estima que en todo el país existen 16.3 millones de cilindros portátiles y 2.8 millones de tanques domésticos estacionarios.

Datos estadísticos del CENAPRED para los años 1990 - 1993 sobre accidentes con Gas L.P. reportan las siguientes cifras:

Derrames	38
Fugas	18
Incendios	2
Explosiones	4
Fuego y explosión	1
Fuego e Incendio	1
Explosión e Incendio	1
Derrame e Incendio	1

Las causas principales que dieron origen a los accidentes reportados en el país, fueron provocadas por la falta de mantenimiento en mangueras de servicio y que ocasionaron la fuga, adicionándose la de gas por la ruptura de tuberías y mangueras; otras causas fueron el mal estado de las válvulas de control por la falta de mantenimiento.

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Con base en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), identificar los riesgos en cada una de las áreas que conforman el proyecto, mediante la utilización de alguna metodología, por ejemplo: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HazOp); Análisis de Modo Falla y efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente. Bajo el mismo contexto, deberá indicar los criterios de la selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; así mismo anexar la aplicación de la(s) metodología(s) empleada(s) y los puntos probables de riesgo. En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s) no sólo deberá considerarse todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación o proyecto, sino también las áreas identificadas como vulnerables (Susceptibles a terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros) que interactúen con el proyecto.

Para la jerarquización de riesgos se podrá utilizar: Matriz de Riesgos, o metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los gastos, condiciones de operación y/o características CRETI, o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización. En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), deberán tomarse en cuenta todos los aspectos de riesgo de cada uno de los nodos que conforman las instalaciones, además, en los casos donde se manejen sustancias peligrosas a través de alguna tubería, se deberá considerar la fuga a través de un orificio del 20% del diámetro nominal y la ruptura total de la misma. Por otra parte, para el caso de los equipos de proceso y tanques de almacenamiento, deberá considerar los casos de liberación masiva de toda la sustancia manejada.

Identificación de Riesgos.

La instalación objeto de estudio, corresponde a una planta que almacena Gas L.P. para su venta al público mediante la carga de cilindros de uso doméstico que son repartidos con pipas. La instalación tiene una capacidad total de almacenamiento de 250,000 litros, pero por recomendación de la paraestatal Petróleos Mexicanos, solo se llena al 85% máximo de su capacidad que son 212,500 litros o 112,625 kg. A excepción del Gas L.P., en la planta no se manejan otras sustancias riesgosas ni altas presiones o temperaturas.

De acuerdo con lo anterior, la instalación corresponde a una *Actividad Altamente Riesgosa* por manejar Gas L.P. en cantidad mayor a la consignada (50,000 kg) dentro del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas que agrupa las sustancias con criterios de inflamabilidad y explosividad y que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992.

$$\begin{array}{lclcl}
 212,500 \text{ lts (0.53)} = 112,625 \text{ kg} & \geq & 50,000 \text{ kg} & \therefore & = \text{AAR} \\
 \text{Almacenamiento} & \geq & \text{Cantidad de Reporte} & = & \text{Act. Alt. Riesgosa}
 \end{array}$$

De esta manera, el presente reporte tiene por objeto identificar los riesgos asociados a esta instalación y cuantificarlos para conocer su grado de afectación. Estos aspectos se analizan en los siguientes apartados.

En un primer acercamiento, para darnos una idea del índice de peligrosidad que tienen las instalaciones de la planta de almacenamiento, podemos acudir a la clasificación de riesgos de la **NFPA (Nacional Fire Protection Agency)** de los Estados Unidos de América.

La clasificación de áreas correspondiente al **grupo D, clase I división 1**, incluye áreas donde los líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables son transportados de un recipiente a otro y sus características son las siguientes:

- Áreas donde la concentración de gases o vapores existe en forma continua o intermitentemente en el ambiente, bajo condiciones normales de operación.
- Áreas donde la concentración de gases o vapores pueden existir, por reparaciones de mantenimiento o bien por fugas.
- Áreas en las que falla el equipo de operación y se fugan gases o vapores inflamables hasta alcanzar concentraciones peligrosas y simultáneamente ocurren fallas del equipo eléctrico.

Las áreas clasificadas en el **grupo D, clase 1, división 2**, corresponden a los sitios donde se usan líquidos volátiles, gases o vapores inflamables los cuales pueden ser peligrosos en caso de accidente u operación anormal del equipo, teniendo las siguientes características:

- a. Áreas donde se manejan estos líquidos volátiles o gases inflamables, dentro de recipientes o sistemas cerrados, los cuales pueden escaparse solo en caso de ruptura accidental o en caso de operación anormal del equipo.
- b. Áreas adyacentes a una clase 1 división 1, en la cual las concentraciones peligrosas de gases o vapores puedan comunicarse.

De acuerdo con esta clasificación, las áreas de las instalaciones objeto de estudio corresponden a la siguiente clasificación: **Grupo D, Clase 1 y División 2**.

Por otra parte, la experiencia que se tiene en el manejo de Gas L.P, en este tipo de instalaciones en general arroja como resultado que los riesgos más concurrentes se presentan en las siguientes secciones de la planta:

Líneas de transferencia. De los riesgos potenciales que tiene la planta, el de mayor importancia en transvase, transferencia y almacenamiento del Gas L.P. proviene principalmente de fugas, originadas en las áreas de llenado de los tanques estacionarios, autotanques y cilindros (pero recordemos que en esta planta no se llenan tanques de carburación y que los cilindros de uso doméstico solo se venden en las casas habitación).

Estas fugas son generalmente causadas por fallas en las válvulas del sistema, tales como las de llenado, de seguridad, de exceso de flujo, de retorno automático, válvulas globo, de 4 vías, etc. Otra causa potencial de fugas en los tanques de almacenamiento son los tapones de seguridad (capuchones) de los mismos.

En virtud del mantenimiento cuidadoso y el cumplimiento a la normatividad aplicable que sigue la empresa, la fuga de gas es una posibilidad remota a través de las líneas de transferencia. No obstante lo anterior, las fugas se llegan a presentar ocasionalmente, aunque si bien es cierto se trata de liberaciones de baja magnitud que corresponden a la liberación del contenido de un tramo pequeño de tubería, generalmente.

Transporte. - En el transporte, el factor de mayor potencial es el de accidente vehicular, aunque también existe riesgo potencial por fugas de Gas. Para nuestro caso, en virtud del ámbito de competencia, consideramos que el evento mayor y más probable ocurre durante el vaciado o en el llenado de los tanques fijos en carburación de auto consumo y en las pipas de reparto.

Almacenamiento. - El tanque de almacenamiento se encuentra protegido perimetralmente por un muro de concreto de 60 cm de altura, lo que impide una posible colisión. Adicionalmente se cuenta con dispositivos de medición y control y válvulas de relevo para descargar la presión excedente que se pudiera llegar a presentar.

En concordancia con estos criterios, la planta se dividió en tres distintas secciones donde se utiliza el Gas L.P., a efecto de llevar a cabo la identificación de riesgos:

- 1) La carga del tanque de 250,000 litros y su almacenamiento de gas L.P.
- 2) La carga de auto tanques o pipas de suministro a tanques estacionarios.
- 3) El área de llenado de cilindros de uso doméstico para reparto a domicilio.

Criterios para seleccionar la metodología de análisis de riesgos a utilizar.

Actualmente existe una gran variedad de técnicas para identificar los riesgos que generan las sustancias peligrosas. El objetivo de cada una de estas técnicas metodológicas es el poder identificar las posibles desviaciones a las intenciones de trabajo durante la realización de una etapa productiva industrial, la transferencia de los materiales en una negociación o el almacenamiento y manejo de sustancias en una actividad de servicios.

Para poder detectar los puntos críticos de la instalación en análisis debemos utilizar la, o las, metodologías que nos proporcionen las bases técnicas y científicas que sustenten dichas determinaciones.

En la siguiente tabla se puede observar para qué casos se hace más recomendable utilizar cada una de las técnicas de identificación de riesgos más comúnmente utilizadas.

sistema dado y en una etapa determinada. De esta manera, el análisis **Hazop** es una herramienta bastante confiable para la identificación de riesgos en instalaciones industriales, comerciales y de servicios, tanto si se aplica en la etapa de diseño como si se realiza sobre una instalación ya construida, la sistemática consiste en evaluar las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de un proceso continuo, o en todas las operaciones. La condición básica es que se deben seleccionar unidades o partes del proceso que se encuentren interrelacionadas entre sí.

Carácter sistemático del análisis HAZOP.

Se realiza un examen basado en la aplicación sucesiva de una serie de palabras guía, que tienen por objeto proporcionar una estructura de razonamiento, capaz de facilitar la identificación de desviaciones. La palabra guía se aplica tanto a acciones (almacenamiento, transferencia, etc.), como a parámetros específicos (presión, temperatura, flujo, etc.). Cada vez que una desviación razonable es identificada, se analizan sus causas, consecuencias y posibles acciones correctoras, llevándose un registro ordenado de todo ello. Aunque evidentemente no existe garantía de que todas las desviaciones posibles queden identificadas.

Causas y consecuencias de las desviaciones.

El siguiente paso del procedimiento Hazop, es determinar las causas de las desviaciones. Es necesario incluir todas y cada una de las causas que pueden provocar cada desviación, así como listar las respuestas que se espera por cada desviación. La respuesta incluye alarmas de proceso, respuestas automáticas del sistema y respuesta de operadores, así como los dispositivos de atención a emergencias con los que contará la instalación analizada.

Para determinar todas las desviaciones significativas para un estudio específico, se deben considerar combinaciones diferentes de palabras clave y parámetros, lo cual se logra seleccionando un parámetro, aplicando la primera palabra clave y determinando entonces las causas y consecuencias de la desviación. A continuación, otra palabra clave es seleccionada y aplicando al mismo parámetro, examinando las causas y consecuencias de la segunda desviación. Este proceso se repite hasta que el primer parámetro ha sido combinado con todas las palabras claves que producen desviaciones significativas.

TERMINOLOGIA UTILIZADA EN EL ANÁLISIS HAZOP.

NODO: Es un punto o sección del proceso que cumple con una función específica de diseño. Normalmente son tramos de tubería, recipientes o equipos, representa una unidad individual lo más aislada posible del sistema para que los posibles riesgos no trasciendan.

PARAMETRO: Es un aspecto del proceso que lo describe físicamente, químicamente o en términos que describa que está sucediendo.

INTENCIÓN: Define qué es lo que se espera que suceda normalmente. Es el punto de referencia para determinar las posibles desviaciones.

PALABRA CLAVE: Es una palabra o frase que se utiliza para cualificar o cuantificar la intención y asociada a parámetros para descubrir desviaciones.

DESVIACIÓN: Es la pérdida de la intención de diseño y es descubierta aplicando sistemáticamente las palabras guía a cada parámetro en cada nodo. Se representa con la palabra guía y añadiendo el parámetro que se analiza, por ejemplo, No Flujo, Más Presión, Corrosión, etc.

CAUSAS: Son las razones o situaciones por las cuales las desviaciones pueden ocurrir. Dado que no todas las desviaciones posibles son relevantes el equipo de trabajo debe identificar las que sean las más significativas.

CONSECUENCIAS: Son los resultados que pueden presentarse en caso de que ocurran las desviaciones; por ejemplo, una liberación de material. Nótese que las consecuencias de una desviación frecuentemente difieren para cada causa de la desviación.

SALVAGUARDAS: Son los mecanismos y controles con los que cuenta la instalación para evitar o minimizar las consecuencias de cada desviación.

RECOMENDACIONES: Son las acciones sugeridas por el equipo de trabajo HazOp para prevenir o aminorar las consecuencias establecidas. Note que habrá recomendaciones siempre que las salvaguardas sean insuficientes o poco confiables, así como también cuando se requiera mayor información o ejecución de estudios.

PALABRAS GUÍA.

La siguiente tabla nos ilustra sobre cuáles son las principales palabras guía que se utilizan (aunque la lista no es limitativa) así como sobre su intención:

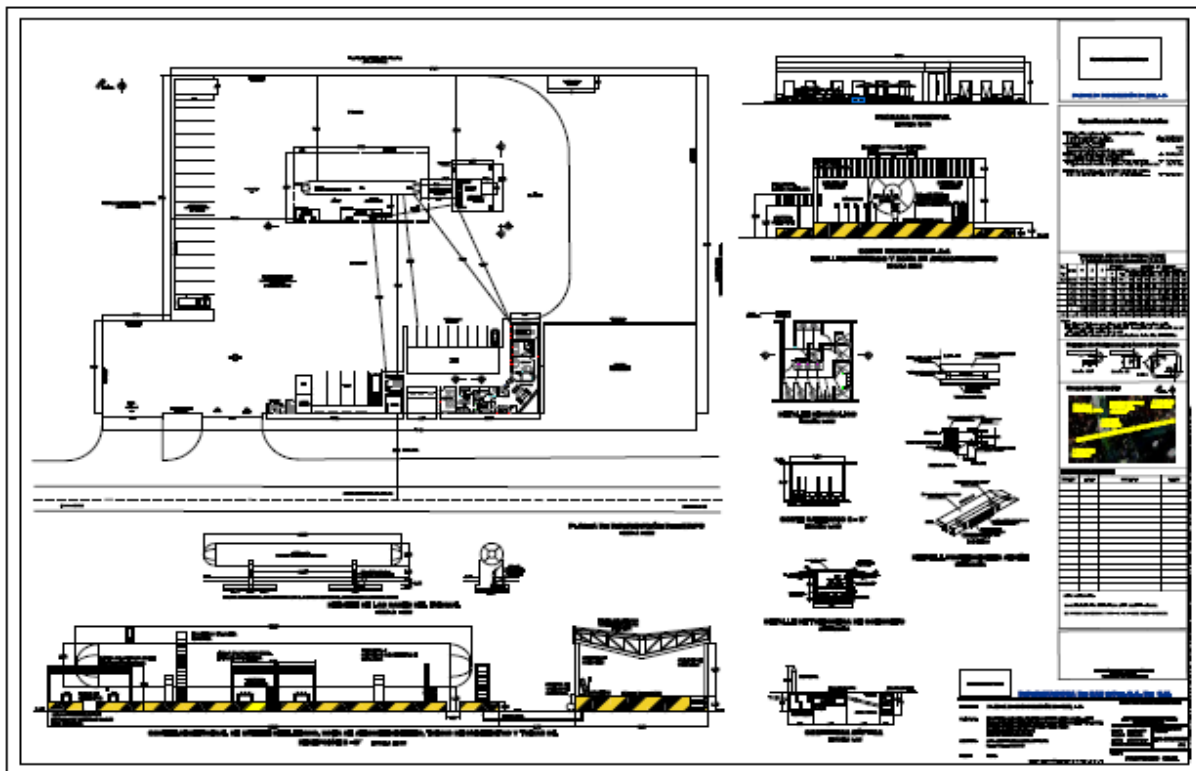
PALABRA CLAVE	SIGNIFICADO
NO	No se consiguen las intenciones previstas en el diseño.
MÁS /MENOS,	Aumento o disminuciones cuantitativas sobre la intención de diseño
ADEMAS DE	Aumento cualitativo. Se consiguen las intenciones de diseño y ocurre algo más.
APARTE DE, ASÍ COMO	Disminución cualitativa. Solo parte de los hechos transcurren según lo provisto.
INVERSION, AL CONTRARIO	Se obtiene el efecto contrario al deseado.
EN VEZ DE,	No se obtiene el efecto deseado. En su lugar ocurre algo completamente distinto.
OTRAS PALABRAS	Pueden ser con el mismo efecto de las antes descritas o presentar otras alternativas.

Los principales parámetros de proceso sobre los que se aplican las palabras guía para nuestro caso de estudio, son los siguientes: presión, flujo, corrosión, agentes externos, errores humanos y cualquier otro que pueda influir en la actividad.

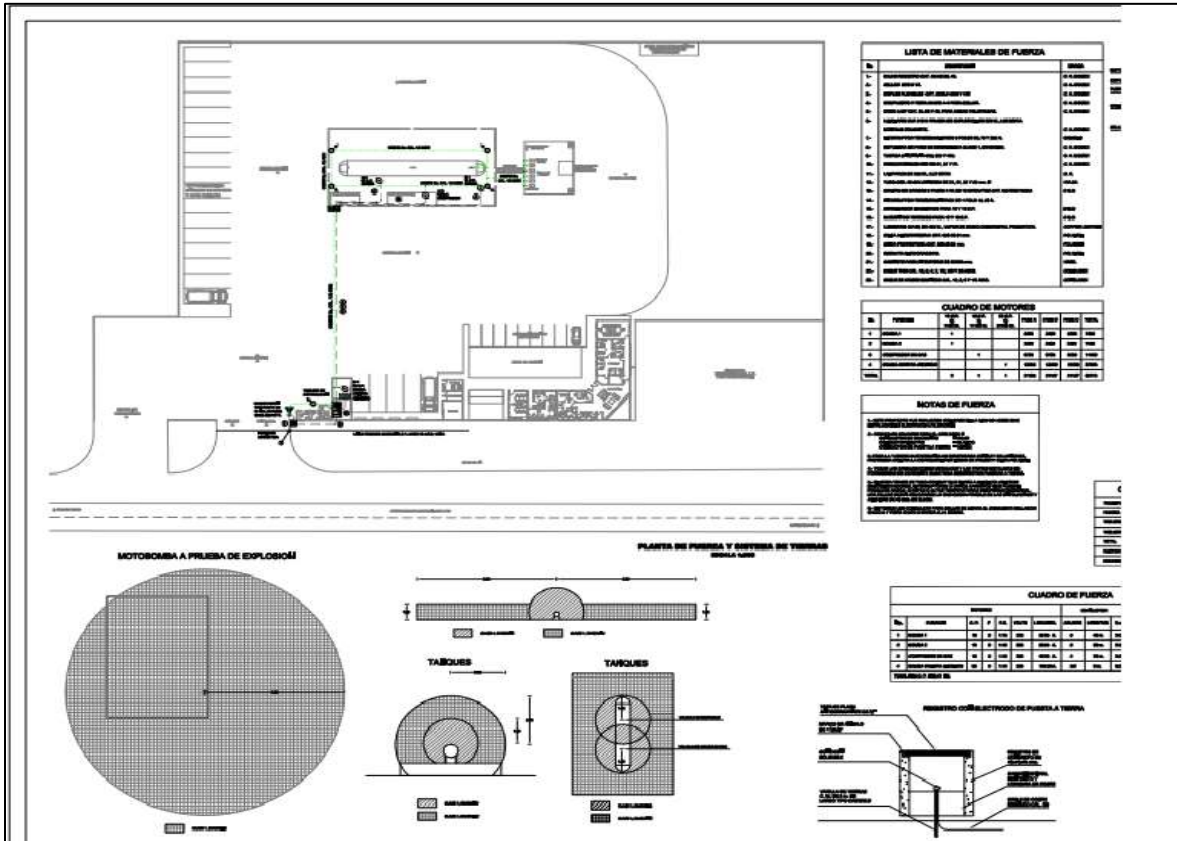
Como agentes externos se engloban todos aquellos factores que pueden producir un accidente en las instalaciones y en los cuales no se puede intervenir para prevenirlo o evitarlo. Este concepto, engloba a todos los fenómenos naturales como: terremotos, granizadas, tormentas eléctricas, golpes con maquinaria y/o equipo pesado a las líneas, corrimientos de tierra, entre otros, así como eventos de sabotaje. En anexo se presenta el reporte de la aplicación de la técnica de identificación de riesgos Hazop.

Asimismo, se señala que en este tipo de instalaciones no se utilizan Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) por no ser necesario, en su lugar, se utilizan una Memoria Técnica descriptiva y justificativa de la planta que está conformada por el plano civil, plano mecánico, plano eléctrico y plano del sistema de contra incendios complementados con el planométrico de la instalación.

En anexo a esta información se vuelve a presentar la Memoria Técnica de la planta con los planos mencionados. Allí se puede observar que existen áreas perfectamente definidas como la recepción del gas, el área de almacenamiento (un solo tanque de 250,000 litros de capacidad base agua, lleno al m100%), área de llenado de cilindros de reparto a domicilio y área de llenado de pipas de reparto. No se cuenta con área de carburación.



Plano Proyecto civil



Plano proyecto mecánico

En el presente estudio se consideraron estas áreas las cuales comprenden los siguientes elementos:

1. Área de recepción del gas. En este nodo se toma en cuenta el carro tanque o pipa, el compresor de descarga y mangueras, así como todos los accesorios.

Como resultado de la aplicación de las técnicas de identificación de riesgos que fueron utilizadas (Hazop y Lista de verificaciones) se encontró que el evento máximo probable identificado corresponde a una fuga de gas por rotura de la manguera que descarga de la pipa al tanque de almacenamiento de la planta.

- 2 El nodo 2 corresponde al área de llenado de pipas de reparto y aquí el evento máximo probable es la fuga de gas por rotura de la manguera que carga del tanque de almacenamiento de 250,000 litros al auto tanque o pipa de reparto domiciliario.

Igual que en el caso anterior, en este nodo se involucra el tanque de almacenamiento, la pipa de reparto, la bomba No. 2, de trasiego de 120 GPM o 454 L, y todos los accesorios como mangueras, dispositivos de seguridad y equipos auxiliares.

- 3 El nodo 3 se ubica en el área de llenado de cilindros de abastecimiento domiciliario y lo compone la bomba de trasiego No. 1 de 120 GPM 454 L, los cilindros de 30 kg y sistema de llenado con todos los accesorios como tubería, dispositivos de seguridad y equipos auxiliares.

4. Como complemento de los eventos antes referidos también se simuló la ocurrencia de una BLEVE. La BLEVE se puede presentar por el calentamiento excesivo del tanque de almacenamiento debido a la presencia de una fuente de radiación intensa incidiendo sobre el tanque por un periodo de tiempo prolongado y sin que se dé ninguna medida de atención.

Para evitar esta eventualidad, se cuenta con sistema de diluvio sobre el tanque de almacenamiento que tiene como propósito contrarrestar un eventual incremento de la temperatura interna provocado por una fuente de calor como la que se menciona líneas arriba.

Con esto podemos concluir que los temores de la evaluación de que no estén considerados todos los elementos que conforman el sistema quedan disipados, ya que todas las áreas fueron consideradas ya sea dentro del Hazop o de la Lista de Verificación. No obstante, y para dar mayor certeza a esta aseveración, en el punto siguiente se atienden los requerimientos solicitados con lo que se complementa la certeza de cubrir todas las áreas de la planta.

Aplicar la metodología HAZOP a:

A continuación, hacemos una extensión de la identificación de riesgos mediante la utilización de la técnica **Qué pasa si...** en lugar de utilizar la metodología **Hazop**. La razón de dicha sustitución es que se trata de áreas donde no existen movimientos frecuentes de equipos y que las condiciones de operación son muy estables, además de la simplicidad de las operaciones.

- a) A la falla de servicios
- b) A las bombas de llenado o carga
- c) Al compresor de descarga
- d) Al escenario de riesgo de fuga por corrosión del tanque de almacenamiento, y todas sus salvaguardas a aplicar.
- e) Al tanque de 300 litros, presente en el Plano Mecánico, del sistema de vaciado de recipientes.

REPORTE DE LA METODOLOGIA WHAT IF O ¿QUE PASA SI...?

SECCION I: Falla de servicios			PLANTA DOLORES
INTENSION: Analizar que las operaciones de la planta de gas no presenten condiciones inseguras ante la falla de servicios.			
Falla supuesta	Causas Probables	Consecuencias	Medidas de Prevención o mitigación
<p>Qué pasa si...?</p> <p>1. Existen fallas en las conexiones del sistema de "tierra".</p>	Falta de mantenimiento	Puede generarse energía estática, que podría ser la fuente de ignición para los vapores de gas, en caso de que una fuga de gas se presente simultáneamente.	Supervisar que todas las instalaciones de la planta que así lo requieran, estén conectadas a "tierra".
<p>Qué pasa si...?</p> <p>2. Si durante una tormenta eléctrica cae un rayo en la instalación.</p>	<p>Falla pararrayos.</p> <p>Falla el sistema de tierra.</p>	<p>Existe la posibilidad de una sobre carga de energía eléctrica.</p> <p>Puede generarse un incendio si coinciden la existencia de una fuga con la sobrecarga eléctrica</p>	<p>Mantener en forma adecuada el sistema de tierra.</p> <p>Suspender actividades y evaluar daños.</p> <p>En caso de fuego, controlar la fuga de gas y atacar el incendio.</p>
<p>Qué pasa si...?</p> <p>3. Ocurre un sismo de cualquier magnitud, principalmente superior a 6 grados en la escala de Ritche</p>		Existe una ligera posibilidad de que ocurra la ruptura de tuberías, que puedan generar fugas de Gas L.P.	<p>Realizar y supervisar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de todas las tuberías, válvulas y mangueras.</p> <p>Posteriormente a este tipo de eventos, deberá realizarse una exhaustiva evaluación del estado físico de las instalaciones, antes de reiniciar la operación de la planta.</p>
<p>Qué pasa si...?</p> <p>4. No se verifica que exista un nivel mínimo del 60% en la cisterna del agua almacenada que alimenta al sistema de diluvio para enfriamiento del tanque de almacén de gas L.P.</p>	Falta supervisión del responsable de seguridad	existe el riesgo de que ocurra sobrecalentamiento del tanque y se produzca la BLEVE al no funcionar el sistema de diluvio	Supervisar que no se realicen operaciones del tanque de almacenamiento mientras no se cumpla lo indicado.
<p>Qué pasa si...?</p> <p>5. Falla la válvula de relevo hidrostático de seguridad ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento o auto tanque</p>	No cierra la válvula por falta de calibración.	Válvulas automáticas reguladoras de presión, así como indicadores y controles de temperatura y de flujo.	<p>Mantener estas válvulas protegidas de la intemperie.</p> <p>Realizar la calibración periódica y verificar su funcionamiento.</p> <p>Cerrar las válvulas cercanas para bloquear el área problema.</p>
<p>Qué pasa si...?</p> <p>6. Se presenta Inundación de la planta.</p>	<p>Precipitación pluvial excesiva.</p> <p>Taponamiento de drenajes.</p>	<p>Acumulación de agua en las trincheras de tuberías.</p> <p>Dificultad o imposibilidad para la circulación de vehículos.</p>	<p>Suspender el suministro de energía eléctrica.</p> <p>Cerrar las válvulas de control de flujo de gas.</p>

		Afectación a motores eléctricos y maquinaria. Generación de cortos circuitos.	Desconectar mangueras de recepción y suministro. Mantener limpio el drenaje pluvial y desalojar el agua acumulada.
<p><i>Qué pasa si...?</i></p> <p>7. Se genera una chispa derivada de alguna actividad de mantenimiento (reparación) o carga de energía estática en áreas que pueden contener atmósferas con vapores combustibles.</p>	<p>Por no usar herramientas antichispas en las áreas.</p> <p>La tierra física presenta una alta resistencia o no está conectada.</p>	<p>Incendio o explosión en áreas donde se encuentran atmósferas combustibles.</p> <p>Se cuenta con procedimiento de trabajos riesgosos.</p>	<p>Usar herramientas antichispas en las áreas clasificadas conforme a la ANSI/ISA-512.13 parte 1.</p> <p>Tener un programa de mantenimiento y capacitación del personal.</p>

SECCION II: BOMBAS			PLANTA DOLORES
2.INTENSION: Trasegar el gas del tanque de almacenamiento a pipas y a cilindros de uso doméstico.			
Falla supuesta	Causas Probables	Consecuencias	Medidas de Prevención o mitigación
<p><i>Qué pasa si...?</i></p> <p>8.Las mangueras mediante las cuales se realizan las operaciones de carga de gas a pipas de reparto se desacoplan durante el llenado o se rompen.</p>	<p>No se revisaron antes de la operación.</p> <p>Falta de mantenimiento o mantenimiento mal aplicado.</p> <p>No se sustituyeron al término de su vida útil</p>	<p>Es posible que se pueda generar una fuga de Gas L.P.</p>	<p>Realizar y supervisar el programa de mantenimiento preventivo y correctivo para la sustitución de mangueras.</p> <p>Evitar que los vehículos circulen sobre las mangueras.</p> <p>Evitar el manejo inadecuado de las mangueras (arrastre).</p> <p>En caso de presentarse la ruptura de alguna manguera, suspender inmediatamente la operación de suministro de gas a los auto tanques.</p>
<p><i>Qué pasa si...?</i></p> <p>9.La válvula de exceso de flujo no cierra oportunamente a la súbita ruptura de manguera o tubería.</p>	<p>Falla de un componente</p> <p>Falta de mantenimiento</p> <p>Falta supervisión del responsable de seguridad</p>	<p>Puede presentarse una fuga de gas considerable, hasta que se accionen las válvulas de control manuales</p>	<p>Supervisar que realice el mantenimiento preventivo y correctivo periódicamente a las válvulas de esta sección.</p> <p>Asegurarse que tanto los operadores como el supervisor se encuentren siempre presentes durante las operaciones de descarga.</p>
<p><i>Qué pasa si...?</i></p> <p>10. Se presenta el sobre llenado de algún cilindro portátil de Gas L.P.</p>	<p>Errores humanos</p> <p>Fallas en la lectura</p>	<p>Se cuenta con sistema de recuperación de vapores.</p> <p>Se activa la válvula de cierre manual.</p>	<p>El personal encargado de supervisar el llenado de cilindros y de la báscula de reposo, debidamente capacitado, siempre estará al pendiente de que las operaciones se hagan de una forma segura</p>
<p><i>Qué pasa si...?</i></p>	<p>No se revisó el cilindro antes de su llenado</p>	<p>Se fuga gas por la válvula o el cuerpo del cilindro.</p>	<p>Suspender el llenado cerrando las válvulas.</p> <p>Apagar bomba de carga.</p>

11. Se empieza a llenar un cilindro que presenta fuga.		Se cuenta con sistema de recuperación de vapores.	Desconectar mangueras de llenado.
Qué pasa si...?	No se almacena adecuadamente	Fuga de gas por daño de válvulas	Recuperar el gas conectando las mangueras para llenar otro cilindro.
12. Se cae un cilindro lleno de gas.	El asiento del tanque esta defectuoso.		

SECCION III: COMPRESOR			PLANTA DOLORES
INTENSION: Carga del tanque de almacenamiento			
Falla supuesta	Causas Probables	Consecuencias	Medidas de Prevención o mitigación
Qué pasa si...?	Falla del relevador o señal de paro.	Posible disparo de las válvulas de seguridad.	Parar la operación del compresor
13. Existe un funcionamiento incorrecto del compresor.		Sobrepresión en el tanque de almacenamiento.	Calibrar y dar mantenimiento a los instrumentos de control.
Qué pasa si...?	Falla imprevista	Descontrol de flujo que puede nivelarse mediante el cierre de las válvulas de bloqueo de gas.	Supervisar que se realice el mantenimiento preventivo y correctivo periódicamente a las válvulas de esta sección.
14. Las válvulas de cierre rápido de los tanques de Gas L.P. no funcionan.	Falta supervisión del responsable de seguridad		
15. No hay flujo de gas	Piezas en mal estado o dañadas	No descarga el Gas LP al tanque	Activar el Programa para la Prevención de Accidentes, parar el servicio y corregir la falla

SECCION IV: ESCENARIO DE RIESGO DE FUGA POR CORROSIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO, Y TODAS SUS SALVAGUARDAS A APLICAR.			PLANTA DOLORES
INTENSION: Carga del tanque de almacenamiento			
Falla supuesta	Causas Probables	Consecuencias	Medidas de Prevención o mitigación
Qué pasa si...?	No se siguieron las especificaciones en la construcción del tanque.	Formación de un poro en la placa y fuga de gas.	Se cuenta con 9.52 mm de Espesor láminas cabezas y 16.50 mm del material lámina cuerpo para evitar la presencia de la corrosión y soportar la alta presión del gas.
16. Se presenta corrosión en el tanque de almacenamiento de gas		Este evento tiene baja probabilidad de presentarse	Por otra parte, el gas L.P. no está catalogado como corrosivo. El tanque se encuentra pintado anticorrosivamente con un primario inorganico Los cordones de soldadura se radiografían antes de su puesta en operación.

SECCION IV: tanque de 300 litros, presente en el Plano Mecánico, del sistema de vaciado de recipientes			PLANTA DOLORES
INTENSION: Conocer posibles afectaciones en esta operación			
<i>Falla supuesta</i>	<i>Causas Probables</i>	<i>Consecuencias</i>	<i>Medidas de Prevención o mitigación</i>
<p>Qué pasa si...?</p> <p>17. Se presenta fuga/derrame del contenido de un cilindro por mal acoplamiento.</p>	<p>Liberación de compuestos pesados remanentes en el fondo del cilindro (isobutano, e HC pesados, Rebaba metálica, polvo, etc)</p>	<p>Se genera una mezcla semi sólida que puede caer al piso.</p>	<p>Mantener un programa activo de capacitación a todo el personal para que sepa que hacer en caso de cualquier emergencia, por insignificante que ésta sea.</p> <p>Mantener en todo momento, en buen estado las instalaciones mecánicas, eléctricas y maquinaria.</p> <p>Dado el caso de una emergencia, suspender totalmente las operaciones y dejar en automático las válvulas de control.</p> <p>Se cuenta con procedimiento de vaciado de cilindros</p>
<p>Qué pasa si...?</p> <p>18. Se presenta fuga/derrame del contenido de un cilindro por una perforación debida a un golpe</p>		<p>Existe un supervisor en la planta para vigilar y supervisar todas las operaciones de la planta.</p>	

JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

El análisis simplificado de riesgos de las instalaciones (FRR, Facility Risk Review) consiste en la combinación de los aspectos cualitativos del análisis de riesgos – identificación y evaluación de peligros, con los aspectos cuantitativos – evaluación de consecuencias y estimación de frecuencias.

La técnica FRR, es una técnica semicuantitativa, simplificada del análisis de riesgos en los procesos, que utiliza los escenarios de accidentes potenciales ya identificados y evaluados para luego clasificarlos y jerarquizarlos. Se ha comprobado que esta técnica es una herramienta efectiva para el análisis cuantitativo de riesgos en muchas instalaciones de la industria del petróleo y del gas; además, el uso apropiado de esta técnica permitirá disponer de sus recursos de manera efectiva en la prevención de los riesgos más importantes (los riesgos inaceptables), que amenazan la seguridad del personal, la población, el medio ambiente, la producción y la propia instalación.

La herramienta FRR se debe utilizar para: 1) enfocar la atención en aquellos accidentes potenciales que deben ser tratados con prioridad durante las actividades de prevención de accidentes e, 2) identificar aquellos accidentes potenciales para los cuales es necesario conducir un análisis detallado de riesgo.

En la mayoría de las ocasiones no hace falta obtener una estimación puntual de la frecuencia y de la consecuencia, por esta razón la técnica FRR es más eficiente y permite concentrar los recursos en los escenarios más peligrosos que necesiten una caracterización más precisa, es decir un análisis cualitativo de frecuencia vs consecuencia. Las categorías de órdenes de magnitud de las frecuencias y consecuencias utilizadas para el presente estudio de riesgo han sido desarrolladas por PEMEX Exploración y Producción.

Basándose en los resultados del análisis de riesgo cualitativo, el equipo seleccionó casos de accidentes (escenarios) que representan el mayor riesgo, para efectuar el FRR.

La selección de estos escenarios se hace con base en las consecuencias de interés de la desviación “fuga o ruptura” de cada una de las secciones del proceso en cuestión. Es decir, cada una de las consecuencias de interés listadas en la columna de consecuencias de la tabla HAZOP, de la desviación correspondiente a “fuga o ruptura” de cada una de las secciones, representa los escenarios que deben ser seleccionados para ser utilizados en el FRR.

Para asignar los valores de las variables de frecuencia y consecuencia se tomaron como base las dos siguientes tablas (Clasificación de Frecuencias y Clasificación de Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos); y para la ponderación de las consecuencias se tomó la tabla Clasificación de Consecuencias que forman parte de la jerarquización de riesgos relacionados con la operación de la planta de almacenamiento de gas.

Matriz de Jerarquización de Riesgo.

La matriz de jerarquización de riesgos relaciona la severidad de los escenarios mediante el uso de índices ponderados de la severidad de las consecuencias (o afectación) y de la probabilidad de ocurrencia del incidente. El índice de evaluación de la consecuencia permite identificar la magnitud de las consecuencias en relación con los daños probables tanto a la salud como a la economía de la instalación. Por otro lado, la probabilidad de ocurrencia de un incidente, depende directamente del nivel de protección del equipo, así como del historial de la frecuencia de fallas que funjan como eventos iniciantes en el desarrollo de los escenarios evaluados.

La matriz de riesgo representa en forma gráfica la ponderación de riesgo que pueden tomar cada uno de los escenarios, para lo cual, se definen tres regiones que indican el tipo de riesgo que tiene el escenario y las acciones que deben ser tomadas.

Matriz de riesgos.

FRECUENCIA	ALTA (F4)	B	B	A	A
	MEDIA (F3)	C	B	B	A
	BAJA (F2)	D	C	B	A
	REMOTA(F1)	D	D	C	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
	CONSECUENCIA				

Frecuencia de cada escenario. Se definen 4 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos, en función de las frecuencias con que se estima que puedan presentarse.

Clasificación de Frecuencia

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
Categoría	Tipo	Cuantitativo		Cualitativo
Alta	F4	$> 10^{-1}$	> 1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
Media	F3	10^{-1} - 10^{-2}	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos 1 vez en la vida de las instalaciones
Baja	F2	10^{-2} - 10^{-3}	1 en 100 años a 1 en 1000 años	Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
Remota	F1	$< 10^{-3}$	< 1 en 1000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra

Referencia: procedimiento para realizar análisis de riesgos de procesos en PEMEX Exploración y Producción PG-SS-TC-003-2007 y NRF-018-PEMEX-2007.

Clasificación de Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos

Factores de	Categoría			
	Remota F1	Baja F2	Media F3	Alta F4
Controles de Ingeniería Barrera de Protección (a)	Dos o más sistemas pasivos de seguridad independientes entre sí. Los sistemas son confiables; no requieren intervención del personal o de fuentes de energía.	Dos o más sistemas, al menos uno de ellos pasivo. Todos son confiables	Uno o dos sistemas activos y complejos. La confiabilidad de los sistemas puede tener fallas de causa común; que de ocurrir pueden afectar a los sistemas.	Ningún sistema o uno activo y complejo; poco confiable
Pruebas (interruptor, integridad mecánica y sistemas de emergencia)	Protocolos de prueba bien documentados; función verificada completamente; buenos resultados; fallas raras	Pruebas regulares; la verificación de funcionamiento puede estar incompleta; los problemas no son comunes	No se prueban a menudo; se registran problemas, algunas pruebas programadas no son realizadas.	No están definidas; no se realizan o no se aprecia su importancia
Antecedentes de accidentes e incidentes	No se registran accidentes graves, muy pocos incidentes y todos menores. Cuando se presentan, la respuesta es con acciones correctivas rápidas	No se presentan accidentes o incidentes graves. Se dan algunos accidentes/incidentes menores. Las causas raíz han sido identificadas y las lecciones son capitalizadas	Un accidente o incidente menor. Sus causas no fueron totalmente entendidas. Hay dudas de si las medidas correctivas fueron las correctas	Muchos incidentes y/o accidentes. No se investigan y registran. Las lecciones no son aprendidas.
Experiencia operacional	Los procesos son bien entendidos. Rara vez se rebasan los límites de operación y cuando esto ocurre, se toman acciones inmediatas para volver a condiciones normales.	Rara vez se rebasan los límites de operación. Cuando esto ocurre, las causas son entendidas. Las acciones correctivas resultan efectivas.	Transitorios operacionales menores, no son analizados o no se toman acciones para su control. Transitorios serios, son atendidos y eventualmente resueltos	Transitorios rutinarios, no son analizados ni explicados. Sus causas no son bien entendidas

Clasificación de Consecuencias

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia.			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y a la salud pública	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad pública	Evacuación: lesiones menores o afectación a la seguridad pública moderada; costos por afectación y daños entre 5 y 10 millones de pesos.	Evacuación de lesionados; una o más fatalidades afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos.
Seguridad y salud del personal y contratistas	Sin afectación lesiones; primeros auxilios	Atención médica; lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal, efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades, lesionados graves con daños irreversibles, incapacidad parcial o total permanente
Al ambiente				
Efectos en el centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; partículas y polvos en el aire	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas, evacuación del personal
Efectos fuera del centro de trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas vecinales	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores quemadores operando continuamente; ruidos presentes y presencia de humo	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo, presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos daño significativo a largo plazo de la flora y la fauna o repetición de eventos mayores.
Descargas y derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar muerte a peces.	Remediación requerida; fuego y humo que afectan las áreas de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere gran esfuerzo para remediación. Efectos sobre la flora y la fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua
Al negocio.				
Pérdida de producción daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la	MS de un mes de paro. Daños a las instalaciones y propiedades; pérdida

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia.			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
	pérdida de la producción, menos de 5 millones de pesos	producción, hasta 10 millones de pesos	producción, hasta 20 millones de pesos	mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da alerta por parte de las autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor proceso judicial
Daños en propiedad a terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total a los bienes o de la funcionalidad de los bienes, posibilidad de lesiones fatales	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
A la imagen				
Atención de los medios del evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros

Referencia: procedimiento para realizar análisis de riesgos de procesos en PEMEX Exploración y Producción PG-SS-TC-003-2007 y NRF-018-PEMEX-2007

Aplicación de la Jerarquización de riesgos: En anexo se presenta el reporte de la aplicación de la metodología Hazop mientras que en la tabla siguiente se presenta los resultados obtenidos de la aplicación de la jerarquización de riesgos.

En anexo se puede consultar las secciones HAZOP de identificación de riesgos realizado para cada una de estas secciones, de donde se toman los eventos de riesgo identificados para someterlos a la técnica de jerarquización antes descrita y cuyos resultados se muestran a continuación:

En dicha aplicación de la técnica se hace la jerarquización de riesgos, la cual básicamente reporta los siguientes resultados:

Nodo 1: Descarga de gas LP de auto tanque de PEMEX al tanque de almacenamiento de la planta de 250,000 litros.							
EVENTO	Frec.	AP	AA	AN	AI	MR	Tipo de riesgo.
1	2	1	1	1	1	D	Aceptable
2	1	1	1	1	1	D	Aceptable
3	1	1	1	1	1	D	Aceptable
4	2	2	1	1	1	C	Aceptable con controles
5	1	2	1	1	2	C	Aceptable con controles
6	1	1	1	1	1	D	Aceptable
7	1	1	1	1	1	D	Aceptable
8	1	1	1	1	1	D	Aceptable
9	1	1	1	1	1	D	Aceptable
10	2	1	1	1	1	D	Aceptable
11	3	3	2	1	2	B	Riesgo Indeseable
12	1	2	3	1	1	C	Aceptable con controles
13	1	1	1	1	1	D	Aceptable
14	1	2	2	1	1	D	Aceptable

Nodo 2: Almacenamiento en el tanque de 250,000 litros de capacidad, base agua, lleno al 100%.							
EVENTO	Frec.	AP	AA	AN	AI	MR	Tipo de riesgo.
15	1	1	1	1	1	D	Aceptable
16	1	1	1	1	1	D	Aceptable
17	1	1	1	1	1	D	Aceptable
18	1	1	1	1	1	D	Aceptable
19	2	3	3	3	1	B	Indeseable
20	2	2	3	2	1	C	Aceptable con controles
21	1	1	1	1	1	D	Aceptable
22	1	2	2	1	1	D	Aceptable
23	2	1	1	2	1	C	Aceptable con controles
24	1	1	1	1	1	D	Aceptable
25	1	1	1	1	1	D	Aceptable

Nodo 3: Suministro de gas LP a pipas de reparto domiciliario.							
EVENTO	Frec.	AP	AA	AN	AI	MR	Tipo de riesgo.
26	1	1	1	1	1	D	Aceptable
27	1	1	1	1	1	D	Aceptable
28	1	1	1	1	1	D	Aceptable
29	1	2	2	2	2	C	Aceptable
30	1	1	1	1	1	D	Aceptable
31	2	1	1	1	1	C	Aceptable con controles
32	2	3	2	1	1	C	Aceptable
33	1	1	1	1	1	D	Aceptable
34	1	1	1	1	1	D	Aceptable
35	2	1	1	1	1	D	Aceptable
36	1	1	1	1	1	D	Aceptable
37	2	3	2	1	2	B	Indeseable
38	1	1	1	1	1	D	Aceptable
39	1	2	2	1	1	D	Aceptable

Nodo 4: Llenado de cilindros de uso doméstico.							
EVENTO	Frec.	DP	DA	DN	DI	MR	Tipo de riesgo.
40	1	2	2	2	2	C	Aceptable con controles
41	1	2	2	1	1	D	Aceptable
42	2	3	3	3	2	B	Riesgo Indeseable

En esta planta no se cuenta con estación de carburación.

En resumen la tabla anterior nos indican que con la aplicación de la metodología **Hazop** se identificaron 4 escenarios con un Índice de Riesgo del Tipo "B" "**Riesgo Indeseable**", 7 escenarios con Índice de Riesgo Tipo "C" "**Riesgo Aceptable con controles**"; y 31 escenarios con Índice de Riesgo Tipo "D" "**Riesgo Razonablemente Aceptable**"

En los casos “B” y “C”, podemos concluir que estos escenarios, están asociados con la presencia de hidrocarburos y su posterior deflagración o inflamación, en caso de encontrar una fuente de ignición, y que son ocasionados por diversos agentes como son: fallas de equipos, o de sistemas de seguridad, fallas mecánicas de materiales o equipos, golpes por agentes externos y que ponen en riesgo la vida humana y la integridad de las instalaciones.

Escenarios con un Índice de Riesgo del Tipo “B”

- No. 11: Se rompe la manguera de carga al tanque de almacenamiento por exceso de presión
- No. 19 probable ocurrencia de una BLEVE por incremento de temperatura debido a causas externas.
- No. 37: Alimentación de gas no controlada a la pipa de reparto
- No. 42: Se rompe la manguera de carga a cilindros de uso domestico

Los factores que podrían contribuir a la presencia de un accidente son los siguientes:

- La falta de mantenimiento preventivo en los tanques de almacenamiento, accesorios y líneas de conducción del gas, lo que podría ocasionar fallas en los equipos de control (válvulas)
- Errores humanos ocasionados por personal que desconoce la operación y las medidas de seguridad con que se cuenta para el manejo seguro del combustible, entre los cuales podemos citar los siguientes:
- Instalaciones inadecuadas de las mangueras.
- No apagar los vehículos ni el sistema eléctrico durante las operaciones de carga y trasiego
- El sobrellenado del tanque de almacenamiento y el de las unidades de carburación.
- No seguir los procedimientos de operación.

A continuación, se hace una descripción de los riesgos potenciales que pueden producir afectaciones en las áreas de la instalación en caso de llegar a manifestarse. La descripción corresponde a los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia y mayores consecuencias. Es importante aclarar que para esta planta únicamente se seleccionaron los eventos con calificación máxima.

Almacenamiento. En este tipo de instalaciones, los riesgos potenciales se presentan principalmente en almacenamiento y trasvase del Gas L. P.; los riesgos máximo probables de mayor importancia provienen principalmente de fugas originadas en las áreas de descarga de vehículos de suministro, en tanques de almacenamiento y durante la carga de vehículos de reparto.

Estas fugas son generalmente causadas por fallas en las válvulas del sistema, tales como las de llenado, de seguridad, de exceso de flujo, de retorno automático, válvulas globo, de 4 vías, etc. La magnitud de dichas fugas es equivalente a un orificio pequeño (0.5 a 1 cm de diámetro en promedio y un tamaño máximo que equivale al diámetro de la línea donde se encuentran instalados estos elementos), y su duración depende de las medidas de atención que se tengan instrumentadas.

Una causa potencial de fugas en los tanques de almacenamiento es la presencia de corrosión, así como la sobrepresión, aunque la experiencia nos muestra que estos eventos son de muy baja probabilidad. Al respecto, podemos mencionar que eventualmente podrían existir descargas por las válvulas de alivio cuando se presenta una sobrepresión en los tanques de almacenamiento, situación que podría durar desde unos pocos segundos hasta que se libera el exceso de presión que se forma en el interior del tanque, dicha situación es también de baja probabilidad de ocurrencia.

Transporte. En el transporte, el factor de mayor potencial es el de accidente vial, aunque también existe riesgo potencial de fugas de Gas por otras causas. Estos riesgos no son analizados dentro del presente estudio por ser materia competencia de la SCT.

Los riesgos máximo-probables identificados dentro de las instalaciones, están asociados con la carga de vehículos donde la fuga puede ser debida a mal acoplamiento de manguera, rotura o fuga de manguera y corrosión en depósito, principalmente. Otro factor sería por las mismas causas en áreas de carburación.

El riesgo de las fugas de Gas L. P. antes mencionadas, consiste en que el gas puede liberarse del recipiente que lo contiene y luego puede incendiarse o explotar, con sus correspondientes consecuencias.

- a. **Fuga o Derrama de productos tóxicos:** El Gas L. P. puede llegar a derramarse en estado líquido, pero debido a su bajo punto de ebullición (-42.22 °C.), al ser liberado a la atmósfera, se evapora inmediatamente. El riesgo que tienen las fugas de este producto proviene de su potencialidad incendiaria y explosiva, más que de su carácter de toxicidad.
- b. **Incendio/Explosión:** Como se menciona en los puntos anteriores, el riesgo potencial del Gas L. P. proviene de su capacidad incendiaria y explosiva. Después de una liberación de gas existe la probabilidad de que encuentre una fuente de calor y, en consecuencia, se produzca una explosión si se acumula el gas en ambientes cerrados, o bien si está presente una cantidad muy alta de gas en una nube formada en espacios abiertos.

Después de la prevención, el factor de mayor importancia con relación al ataque a contingencias producidas por los incendios y/o explosiones es el factor tiempo.

Todos los incendios se originan en pequeña escala, propagándose posteriormente conforme a las características del producto y a las condiciones del medio, las cuales pueden ser adversas o favorables para la propagación del mismo. De ahí, la gran importancia de detectar el incendio en cuanto se inicie, lo que permite que puedan ser extinguidos de manera sencilla y rápida, si se cuenta con los equipos de extinción adecuados en los lugares apropiados y con el debido conocimiento y entrenamiento para su combate.

La clave es la rapidez en el combate del fuego, siendo los primeros minutos los de mayor importancia: lo que se haga o se deje de hacer en ese corto lapso, puede ser la diferencia entre el control o la propagación

del incendio. Un factor determinante en el combate de incendios es la comprensión de sus causas, su comportamiento y las medidas para su control.

La explosión es una reacción de combustión de la mezcla Aire-Gas (vapor) que se propaga a gran velocidad, liberando de manera repentina una gran cantidad de energía, lo cual produce ondas de sobrepresión. Para que exista combustión (fuego o explosión), se requieren los siguientes elementos en proporciones adecuadas:

- **Combustible.** - Cualquier sustancia o material capaz de arder, de quemarse.
- **Calor.** - Suficiente para que el material alcance su temperatura de ignición.
- **Oxígeno.** - Elemento indispensable para la reacción de combustión.

Si alguno de estos elementos falta, o es insuficiente, la combustión se extinguirá.

Existen distintas clases de combustiones, dependiendo del material o sustancia que las origine, por lo que los medios y métodos para combatir el fuego deberán ser los apropiados para el tipo de combustión de que se trate. En el caso de Gas L. P., el fuego sería de la **CLASE B**; originados por líquidos, grasas y gases inflamables.

En caso de incendio y/o explosión, el personal de la planta deberá detonar el sistema de alarma que pone en marcha el programa de atención de contingencias, e iniciar de inmediato el combate al incendio para evitar su propagación, poniendo especial énfasis en la identificación y corrección de las causas del siniestro. De juzgarse necesario, habrá de iniciarse la evacuación ordenada y expedita del personal, y en su caso, de los vecinos del lugar hasta la llegada de las autoridades, quienes se harán cargo del siniestro.

MODELACION DE LOS EVENTOS CONSIDERADOS DE RIESGO.

Bajo condiciones normales de operación, la ocurrencia de eventos accidentales en las distintas áreas de las instalaciones que conforman la Planta de Almacenamiento y Suministro de Gas L.P., es poco probable debido a los procedimientos de manejo de Gas L.P. que se tienen establecidos, los cuales se presentan en el capítulo anterior del presente documento.

Por otra parte, los datos estadísticos con que se cuenta en la actualidad demuestran que el manejo de Gas L.P. es uno de los más seguros siempre y cuando se sigan las reglas y procedimientos de seguridad establecidas.

La planta en sus distintas secciones, cuentan con válvulas de cierre para impedir el paso del gas cuando las circunstancias lo requieran. Para evitar problemas de sobrepresión y flujo excesivo o bajo flujo, de acuerdo al diseño, se instalaron válvulas automáticas reguladoras de presión, así como indicadores y controles de

temperatura y de flujo. En caso de una falla en el sistema se acciona el interlock y de inmediato se suspende el abastecimiento de combustible.

DESCRIPCION DE LOS EVENTOS MAXIMO PROBABLES DE RIESGO

1). Fuga de gas por rotura de la manguera de descarga de autos tanque al tanque de almacenamiento de la planta.

La descarga de los autos tanque para cargar al tanque de almacenamiento se realiza mediante el compresor que tiene las siguientes características:

Compresor:

Número	1
Operación Básica:	Descarga de Semirremolques
Marca:	Blackmer
Modelo:	LB-361
Motor Eléctrico:	15 HP
R.P.M.:	780
Capacidad nominal:	194 GPM (734 LPM)
Desplazamiento:	57 m ³ /hr
Ratio de compresión:	1.49
Tubería gas-líquido	4" de diámetro
Tubería gas-vapor:	3" de diámetro

La manguera de descarga esta construida con hule de neopreno y doble malla de acero, resistente al calor y a la acción del Gas L.P. diseñada para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm².

Se considera que el material que fuga es el que está contenido en el tramo de manguera total (aproximadamente 7 metros), ya que al momento de producirse la fuga se acciona la válvula de corte automática. No obstante, para nuestro caso el modelo considera que el material fuga de manera constante a una tasa de 734 lt/min o bien, $(734 \times 0.53 / 60) = 6.48$ kg/s por un tiempo de 5 minutos.

2). Fuga de gas por rotura de la manguera de descarga del tanque de almacenamiento al auto tanque o pipa de reparto domiciliario.

Para la descarga del tanque de almacenamiento al auto tanque o pipa de reparto domiciliario se utiliza la bomba No. 2 que tiene una capacidad nominal de 454 LPM (120 GPM). Para efectos del cálculo utilizaremos la capacidad de dicha bomba a fin de determinar la mayor área de afectación en esta sección de la planta.

Bombas:

Número	2
Operación Básica:	Llenado de pipas
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL-3E
Motor Eléctrico:	10 HP
R.P.M.:	640
Capacidad nominal:	120 GPM 454 L
Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 kg/cm ²
Tubería a la entrada:	3" de diámetro
Tubería a la descarga:	3" de diámetro

Para este caso, se considera que el material que fuga es el que está contenido en el tramo de manguera total (aproximadamente 7 metros), ya que al momento de producirse la fuga se acciona la válvula de corte automática. No obstante, para nuestro caso el modelo considera que el material fuga de manera constante a una tasa de 454 lt/min ($454 \times 0.53 / 60$) = 4 kg/seg durante un periodo de tiempo de 5 minutos.

3). Fuga de gas en el área de llenado de cilindros de uso doméstico.

Para el llenado de cilindros de uso doméstico se utiliza una bomba No. 1 que tiene una capacidad nominal de 454 LPM (120 GPM). Para efectos del cálculo utilizaremos la capacidad de dicha bomba a fin de determinar la mayor área de afectación en esta sección de la planta.

Bomba No. 1:

Número	1
Operación Básica:	Llenado de cilindros
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL-3E
Motor Eléctrico:	10 HP
R.P.M.:	640
Capacidad nominal:	120 GPM 454 L
Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 Kg/cm ²
Tubería a la entrada:	3" de diámetro
Tubería a la descarga:	3" de diámetro

Para este caso, se considera que el material que fuga es el que está contenido en el tramo de manguera total (aproximadamente 7 metros), ya que al momento de producirse la fuga se acciona la válvula de corte automática. No obstante, para nuestro caso el modelo considera que el material fuga de manera constante a una tasa de 454 lt/min ($454 \times 0.53 / 60$) = 4 kg/seg durante un periodo de tiempo de 5 minutos.

La bomba estará instalada sobre bases de concreto de dimensiones apropiadas, quedando dicha maquina con su conexión a tierra, logrando con esto la descarga de corriente por falla.

4). Como evento adicional (Evento Máximo Catastrófico), se simula la posibilidad de la presencia de una BLEVE cuando el tanque se encuentra lleno al 85% de su capacidad, que es el nivel de máximo llenado de cada tanque de almacenamiento por recomendación expresa de PEMEX.

La capacidad total de almacenamiento es de 250,000 litros base agua, misma que se tiene en un recipiente especial para contener Gas LP., tipo intemperie cilíndrico-horizontal; la suposición implica que por una fuente de calor externa el gas se calienta y entra en ebullición produciendo una BLEVE.

Volumen fugado: 250,000 lts x 85% = 212,500 litros

$V = 212,500 \text{ lts.} = (212,500 \times 0.53) = 112,625 \text{ kg}$

EVENTOS MÁXIMO PROBABLES	MATERIAL FUGADO
Planta de Almacenamiento	Kilos/min
1) Fuga de gas por rotura de la manguera de descarga de auto tanques al tanque de almacenamiento de la planta.	6.48 kg/seg por 5 minutos
2) Fuga de gas por rotura de la manguera de descarga del tanque de almacenamiento al auto tanque o pipa de reparto domiciliario.	4 kg/seg por 5 minutos
3) Fuga de gas en el área de llenado de cilindros de uso doméstico.	4 kg/seg por 5 minutos

Evento máximo catastrófico o Peor Caso Creíble.	MATERIAL FUGADO
Tanque de Almacenamiento de 250,000 litros	
3) Se presenta una BLEVE en un tanque de almacenamiento lleno al 85% de su capacidad.	112.,625 kg

SIMULACION DE ÉL O LOS EVENTOS MAXIMOS DE RIESGO.

Como se mencionó anteriormente, el evento de riesgo está representado por la fuga de gas y su consecuente explosión, o el incendio de la masa liberada.

Para que suceda una explosión, se requiere que existan tres factores muy importantes, como son: una fuga considerable, que la concentración del gas en el aire se encuentre entre los valores límite inferior y superior de explosividad (1.8 y 9.6% de gas) y que exista una fuente de ignición en el sitio. Si se dan estas condiciones, entonces podemos tener una manifestación como las que se mencionan a continuación.

Riesgos ligados al Gas Licuado del Petróleo:

Ocurrencia de **UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion)**: término aplicado a la explosión de una nube o capa de gas combustible o vapores, tras la ruptura de un ducto o liberación de un recipiente. Los efectos serán esencialmente resultado de las ondas de choque por la presión generada.

Ocurrencia de un chorro de fuego que se manifiesta como el incendio del gas liberado tras la ruptura de una línea a presión o la formación de un orificio.

Una variante es que la inhalación del gas también puede provocar daños severos o irreversibles, e incluso la muerte, en el área hacia donde se dirige la pluma de gas movida por el viento cuando está presente una gran cantidad de gas en la liberación.

A fin de contar con los elementos de juicio para regular los futuros posibles asentamiento en las inmediaciones del sitio de ubicación de la planta, también se simuló el evento catastrófico máximo creíble el cual corresponde a la liberación de todo el contenido de gas que se encuentra en el tanque de almacenamiento manifestándose como una BLEVE.

Ocurrencia de un **BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)**: nombre con el que se designa una liberación brutal hacia la atmósfera de gas licuado que se evapora e inflama por una fuente externa de ignición, tras la ruptura de un tanque de almacenamiento, resultado de la fusión o perforación de la cubierta de metal. Los efectos son preponderantemente térmicos y resultado de las ondas de choque por la presión generada, manifestándose en áreas circulares en torno a las instalaciones y son independientes de las condiciones meteorológicas.

La determinación de la zona potencialmente afectable originada por un incendio/explosión, se determinó aplicando el Modelo de Simulación del Programa ARCHIE, mismo que se considera que cumple con las necesidades de la SEMARNAT de acuerdo a los criterios establecidos para simular eventos de riesgo de sustancias inflamables/explosivas y/o con características de toxicidad.

En el presente capítulo, párrafos subsecuentes, se muestran los resultados de estas corridas.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA COMPUTARIZADO DE SIMULACIÓN DE RIESGOS ARCHIE

La opción "f" en el menú de selección de modelo de descarga de ARCHIE proporciona acceso a un procedimiento de estimación para la velocidad de descarga y la duración asociada con el flujo de salida de un líquido presurizado desde un punto a más de 4 pulgadas de la superficie del tanque u otro recipiente en el que se almacena. El procedimiento está diseñado para usarse cuando la temperatura del líquido excede su punto de ebullición normal y su presión de vapor excede una atmósfera. Por lo general, se aplica a casos en los que una tubería u otro elemento del equipo conectado a un contenedor de transporte o almacenamiento se rompe o se rompe de otra manera y sirve como una ruta para escapar del líquido. En tales casos, se ha encontrado que una distancia de aproximadamente cuatro pulgadas es suficiente para permitir el desarrollo del flujo de dos fases, una condición de flujo en la que la corriente de descarga contiene tanto líquido como vapor y que da como resultado una velocidad de descarga máxima (en un peso por unidad de tiempo base) generalmente menor que el asociado con casos en los que solo se descarga líquido. El último escenario se aborda en ARCHIE mediante la Opción "e" en el Menú de selección del modelo de descarga para descargas desde salidas directamente en la superficie del contenedor o a menos de o igual a cuatro pulgadas de dicha superficie.

Debido a una falta de comunicación durante el desarrollo del programa y un error de programación resultante, la tasa calculada por ARCHIE se divide actualmente por 0.62 y, por lo tanto, está siendo sobrevalorado por un factor de 1.613. La nueva versión de MODCON.EXE proporcionada en este documento se ha modificado para resolver el problema. Simplemente copie la nueva versión a la ubicación en la que la versión anterior de MODCON.EXE con fecha 3/21/89 se puede encontrar actualmente en el disco duro de su computadora o disquetes. La nueva versión está fechada el 5/23/90. Los usuarios que han evaluado escenarios de accidentes utilizando este procedimiento de tasa de descarga pueden considerar volver a ejecutar todos los modelos en los archivos ASF creados para corregir los resultados del análisis. La mayoría de los modelos que usan directa o indirectamente la tasa de descarga para fines de evaluación de riesgos predecirán un riesgo menor que antes.

Los resultados de la investigación identificados después del desarrollo de la porción de ARCHIE en cuestión permiten que se brinde orientación adicional a los usuarios de ARCHIE en este momento sobre la mejor manera de seleccionar un valor para el "coeficiente de descarga para el agujero" que es un valor de entrada requerido. Este valor puede manipularse si se desea para mejorar en gran medida la precisión del modelo de flujo de dos fases. Deben abordarse dos temas, estos son: 1) selección de un coeficiente de descarga basado en las características de la unión interna en la cual la tubería de otro elemento del equipo está unida al contenedor; y 2) ajuste del coeficiente de descarga para mejorar la precisión del modelo en casos en que la "ruptura" esperada es una distancia significativa de la superficie del contenedor.

Para este modelo, la selección de un coeficiente de descarga depende de si el accesorio que pasa a través de la pared del recipiente entra de tal manera que haya un borde afilado en la superficie interna de la pared alrededor de la abertura, o si la conexión es redondeada o no. conformado para suavizar y facilitar el flujo de líquido en el accesorio o tubería. En primera instancia, el valor apropiado para el coeficiente de descarga de un "orificio afilado" es 0.62. El valor adecuado para este último caso depende de qué tan bien se alise la entrada de líquido por las características de diseño del accesorio, pero en todos los casos será mayor que 0.62 pero no mayor que 1.0. Donde tal redondeo o forma está presente, es conservador y no irrazonable en ausencia de un análisis riguroso de ingeniería para simplemente seleccionar un valor de 1.0 para el coeficiente de descarga.

Durante el desarrollo de ARCHIE, el objetivo principal era desarrollar un sistema que sea simple de usar y diseñado para propósitos de planificación de emergencia. Por lo tanto, una suposición inherente del modelo en cuestión no expresada explícitamente era que cualquier ruptura o ruptura de línea tendría lugar en un punto relativamente cercano al recipiente de líquido. En tales casos, la velocidad de descarga será mayor que si la ruptura o ruptura de la línea ocurre a una distancia significativa del contenedor, y la diferencia es atribuible a una "desaceleración" en el flujo causada por la fricción dentro de la línea o tubería. Esto sigue siendo una buena suposición para fines de planificación y debe mantenerse. Sin embargo, parece que muchos usuarios de ARCHIE están aplicando el programa para fines que se beneficiarían de una mayor precisión a costa de una mayor complejidad. Lo que sigue está dirigido a estos individuos. Otros pueden saltar al último párrafo si lo desean.

En un artículo titulado "Nueva técnica experimental para caracterizar reacciones químicas fuera de control", publicado en la edición de agosto de 1985 de Chemical Engineering Progress (una publicación del Instituto Americano de Ingenieros Químicos), investigadores conocidos en el campo, Hans Fauske y Joseph Leung, presente sus hallazgos sobre cómo la tasa de descarga disminuirá a medida que aumente la relación longitud / diámetro interno de la línea o tubería. Por lo tanto, para una línea o tubería de diámetro fijo, una mayor longitud conducirá a una menor tasa de descarga (consulte la Figura 9 en el documento y su discusión relacionada). Esencialmente, los autores definen un "factor de reducción de flujo" que puede multiplicarse por el coeficiente de descarga seleccionado antes de su entrada en ARCHIE para tener en cuenta mejor las líneas o tuberías largas. Los valores de este factor se enumeran a continuación para un rango de relaciones de longitud a diámetro (L / D), y después de haber sido leídos de un gráfico, son algo aproximados. (Nota: estos valores particulares suponen que solo una pequeña fracción del líquido se vaporiza en la línea y, por lo tanto, son conservadores. Los factores de reducción de flujo para casos en los que grandes cantidades de líquido se vaporizan generalmente son de menor magnitud).

L/D	Factor de Reducción de flujo
20	0.93
40	0.88
60	0.84
80	0.81
100	0.78
200	0.69
300	0.62
400	0.57

Por ejemplo, consideremos una tubería que tiene un diámetro de seis pulgadas y un escenario de accidente que requiere un corte de línea a 100 pies de un tanque de almacenamiento grande. Dado que hay 12 pulgadas en un pie, podemos calcular fácilmente que la relación longitud / diámetro para este caso es 200 y que el factor de reducción de flujo tiene un valor de aproximadamente 0,69. Si hubiéramos seleccionado un coeficiente de descarga de 0.62, podríamos ingresar un valor de 0.428 ($0.62 \times 0.69 = 0.428$) en ARCHIE para obtener un resultado más preciso.

Todos los usuarios deben ser informados del hecho de que el sistema informatizado de Intercambio de Información de Materiales Peligrosos (HMIX) operado conjuntamente por FEMA y el USDOT tiene un nuevo código de área. El número para llamar para acceder al sistema ahora es 1-708-972-3275. Un manual de usuario HMIX y asistencia técnica pueden se puede obtener llamando al 1-800-PLAN-FOR (1-800-367-9592 en Illinois). El tema 21 en el tablón de anuncios está dedicado a preguntas y comentarios sobre ARCHIE y su Manual asociado de procedimientos de análisis de riesgos químicos. Se puede acceder escribiendo "J 21" (sin las comillas) en el indicador del menú principal. La estabilidad seleccionada está basada en la siguiente clasificación:

Clasificación de Estabilidad de Pasquill.

Velocidad de viento en m/s	Día			Noche	
	Radiación Solar Incidente			Nubosidad mayor o igual a 4/8	Nubosidad menor a 4/8
	Fuerte	Moderada	Ligera		
+ Nota para los números	(1) +	(2) +	(3) +	(4) +	(5) +
< 2	A	A-B	B	F	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Nota: Radiación solar fuerte significa: $\geq 600 \text{ W/m}^2$

Radiación solar moderada significa entre: $300 \text{ y } 600 \text{ W/m}^2$

Radiación solar ligera significa: $< 300 \text{ W/m}^2$

(1) Cielos despejados, una altura solar mayor de 60 grados sobre el horizonte, típicos de una tarde soleada de verano. Una atmósfera muy convectiva.

(2) Un día de verano con algunas nubes dispersas.

(3) Típico de una soleada tarde de otoño, un día de verano con bajas nubes dispersas, un día de verano con cielos despejados y una altura del sol de 15 a 35 grados sobre el horizonte.

(4) Se puede usar también para un día de invierno.

(Fuente: Modelos Atmosféricos para Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias)

Las consideraciones que se tomarán para definir la zona de alto riesgo y de seguridad, e interpretar los resultados de la simulación, tanto por incendio como por explosión, son las siguientes:

NIVELES DE RADIACIÓN POR INCENDIO

CRITERIO	EQUIVALENCIA
1.4 kW/m² (440 BTU/h/ft²).	Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. No causará incomodidad durante exposición prolongada. Este límite se considera como zona de amortiguamiento.
5.0 kW/m² (1,500 BTU/h/ft²)	Nivel de radiación térmica suficiente para causar dolor al personal si no se protege adecuadamente en 8 segundos, sufriendo quemaduras hasta de 2º grado, sin protección adecuada. Esta radiación será considerada como límite de zona de alto riesgo.

NIVELES DE RADIACIÓN POR EXPLOSIVIDAD

CRITERIO	EQUIVALENCIA
Zona de Riesgo: 1.00 lb/in²	Es la onda de sobrepresión capaz de causar daños irreversibles y aun la muerte a una persona.
Zona de amortiguamiento: 0.5 lb/in²	Es la onda de sobrepresión capaz de causar daños semejantes a rompimiento de ventanas, por lo que sirve como valor de protección a las personas.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la aplicación del modelo ARCHIE, los radios de afectación son las zonas de influencia por el incendio y la explosión de la materia prima riesgosa que se maneja en la planta.

Toda el área que corresponde a los eventos de alto riesgo se conoce como Poligonal de Riesgo de la Planta; y asimismo, toda el área que corresponde a los eventos de amortiguamiento, se conoce como Poligonal de Amortiguamiento.

La poligonal de riesgo y la poligonal de amortiguamiento corresponde, a la zona de protección de la planta y es la base del Programa para la Prevención de Accidentes. Estas zonas de riesgo y amortiguamiento están

representadas en **Anexo**, considerando los criterios emitidos por la SEMARNAT y como ya se ha venido mencionando en los párrafos anteriores.

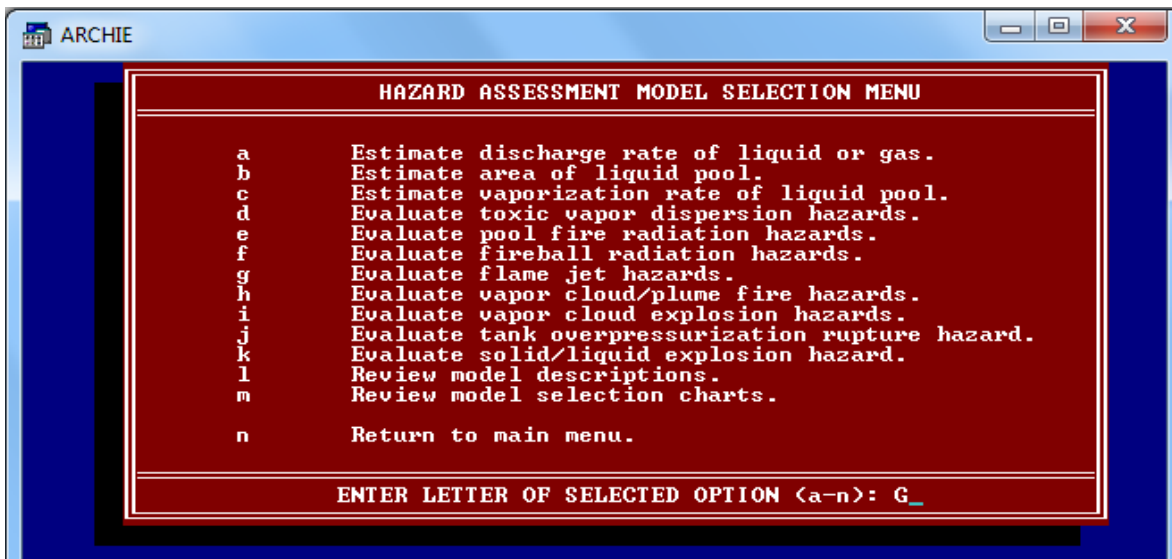
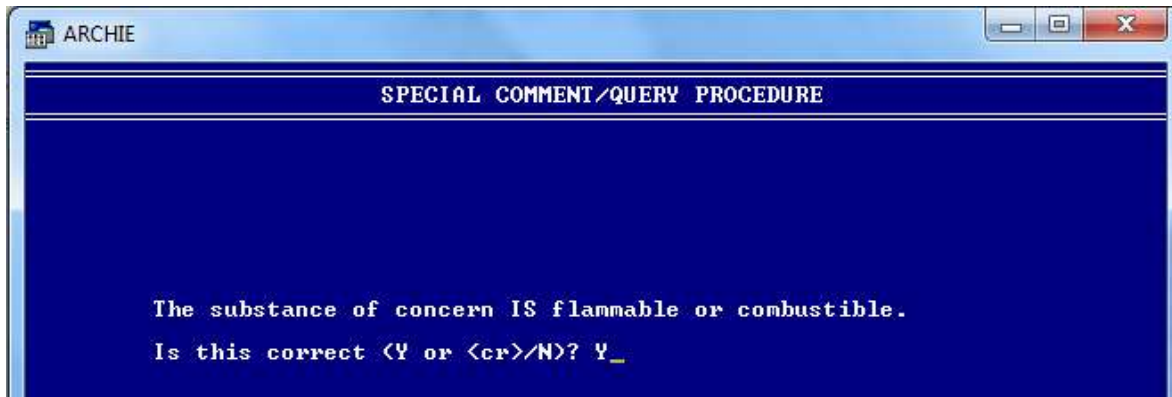
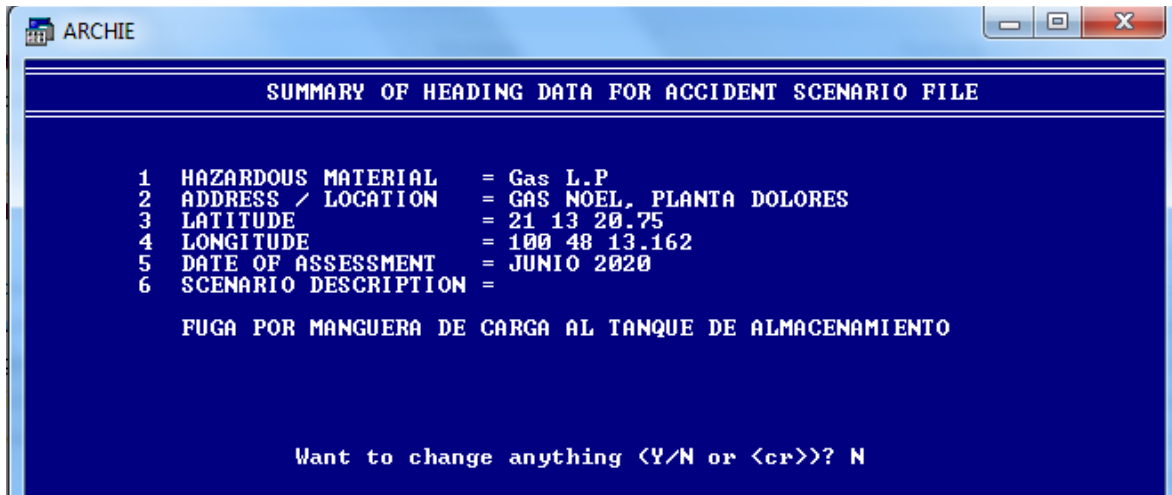
A efecto de **identificar y evaluar** los **daños potenciales** que pudieran presentarse en caso de ocurrir él o los Eventos Máximos Probables de Riesgo, se realizaron las simulaciones utilizando el Modelo Matemático de Evaluación de Daños Provocados Por Nubes Inflamables y el de Nubes Explosivas arriba descrito.

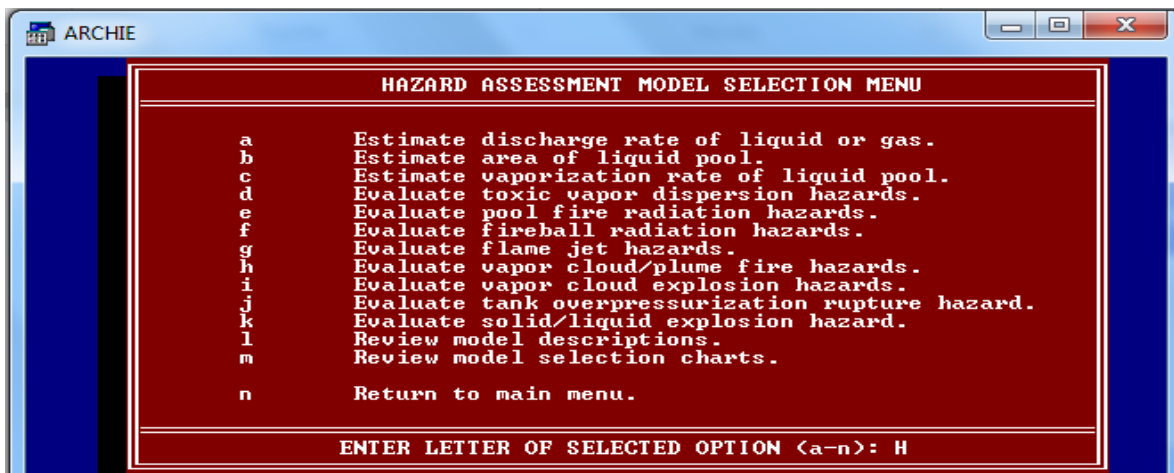
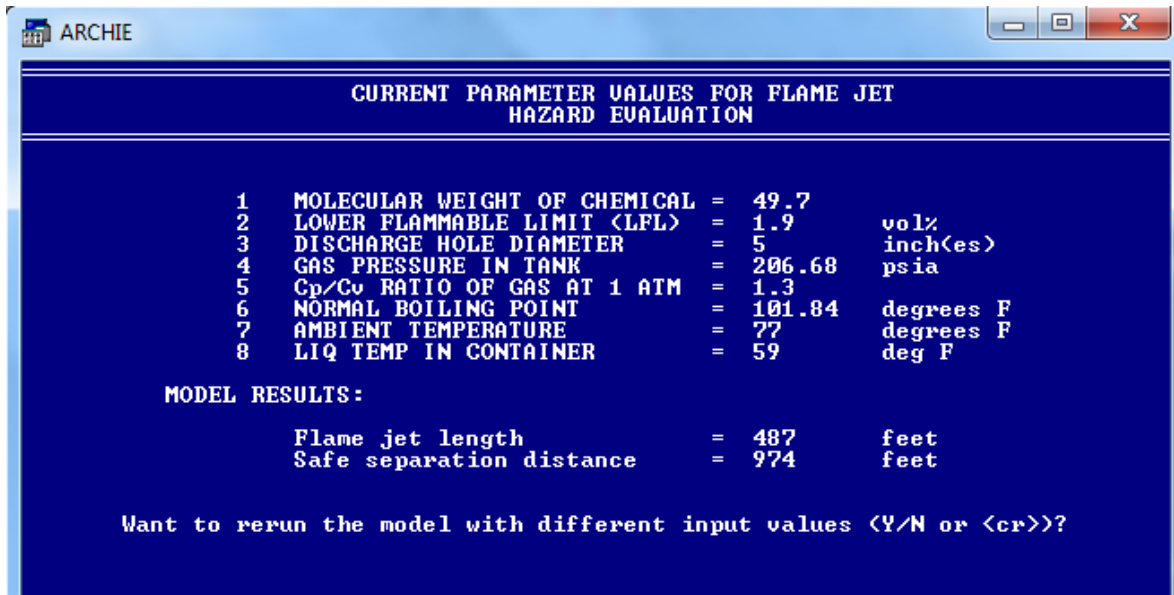
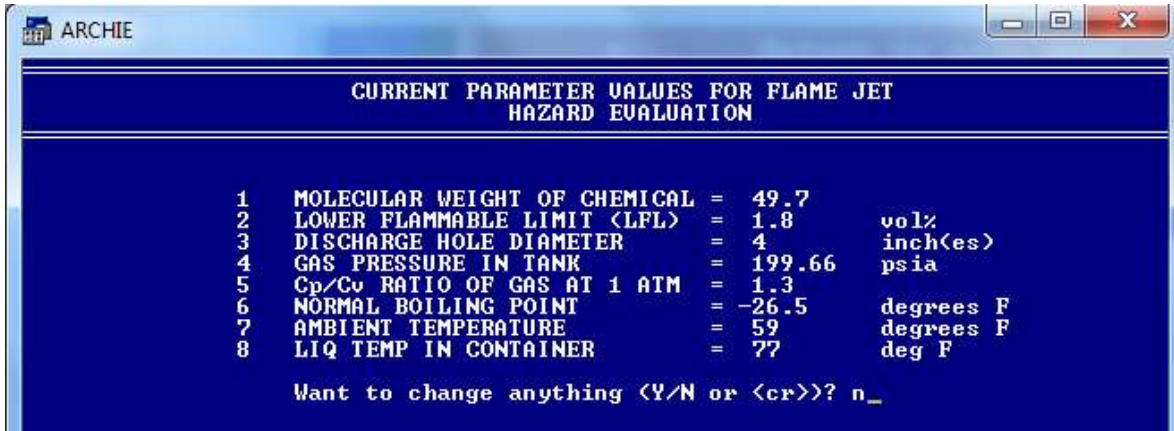
Para llevar a cabo las simulaciones de riesgo de los eventos de riesgo seleccionados se tomaron en cuenta los siguientes datos.

Datos alimentados al modelo:

Peso molecular del gas	44 lb/lb-mol
Calor de combustión	21,490 btu/lb
Límite inferior de explosividad	1.8%
Límite superior de inflamabilidad	9.6%
Altura de la nube	10 ft
Factor de explosividad DMP	2.0
Factor de explosividad DCP	10.0
Tipo de sustancia	Gas en estado líquido por efecto de alta presión.
Densidad a temperatura del proceso	0.53 gr/ml
Temperatura de ebullición	-42.1 °C
Temperatura del proceso	25 °C
Altitud	2,270 msnm
Latitud Norte	19°44'40.71"
Longitud Oeste	99°12'56.76"

- 1). Fuga de gas por rotura de la manguera de descarga de autos tanque de suministro al tanque de almacenamiento de la planta.





```

ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR VAPOR CLOUD
FIRE HAZARD EVALUATION

1 MOLECULAR WEIGHT           = 49.7
2 NORMAL BOILING POINT       = 101.84    degrees F
3 CHEM VAPOR PRESSURE OUTDOORS = 595      mm Hg
4 LOWER FLAMMABLE LIMIT      = 1.9      vol %
5 AMBIENT TEMPERATURE        = 77       degrees F
6 LIQ TEMP IN TANK           = 59       degrees F
7 ATMOSPHERIC STABILITY CLASS = F
8 WIND VELOCITY               = 3.375    mph
9 VAPOR/GAS EMISSION RATE    = 856.9    lbs/min
10 EMISSION DURATION         = 5        minutes

Want to change anything (Y/N or <cr>)?
    
```

```

ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR FIREBALL
RADIATION ESTIMATION METHOD

TANK CONTENTS DURING FIREBALL = 248225.5    lbs
Want to change the weight (Y/N or <cr>)? _
    
```

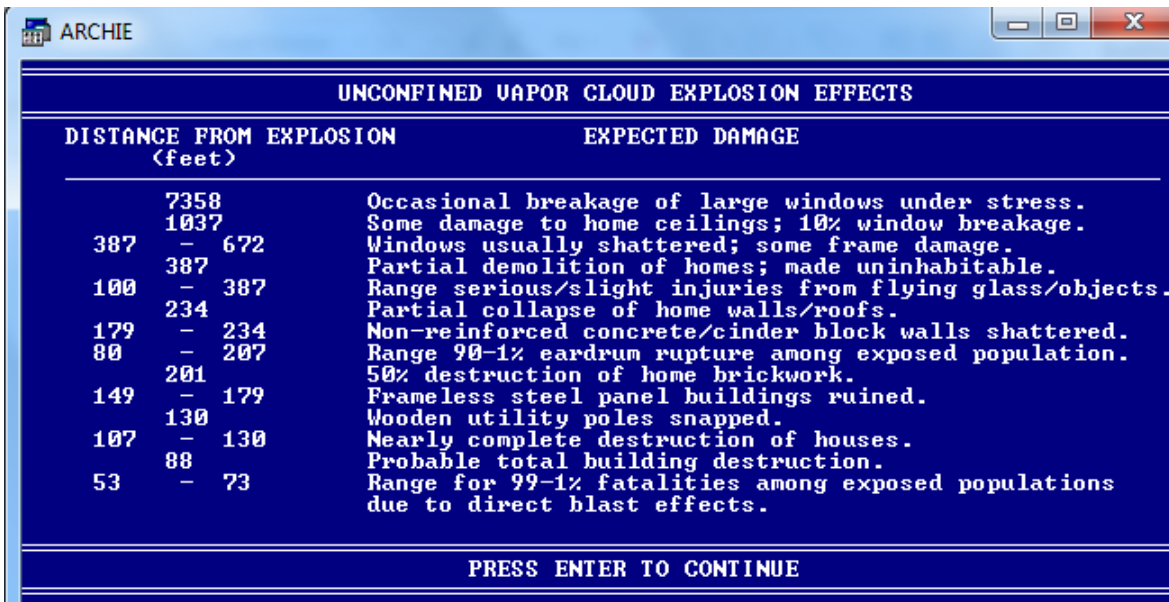
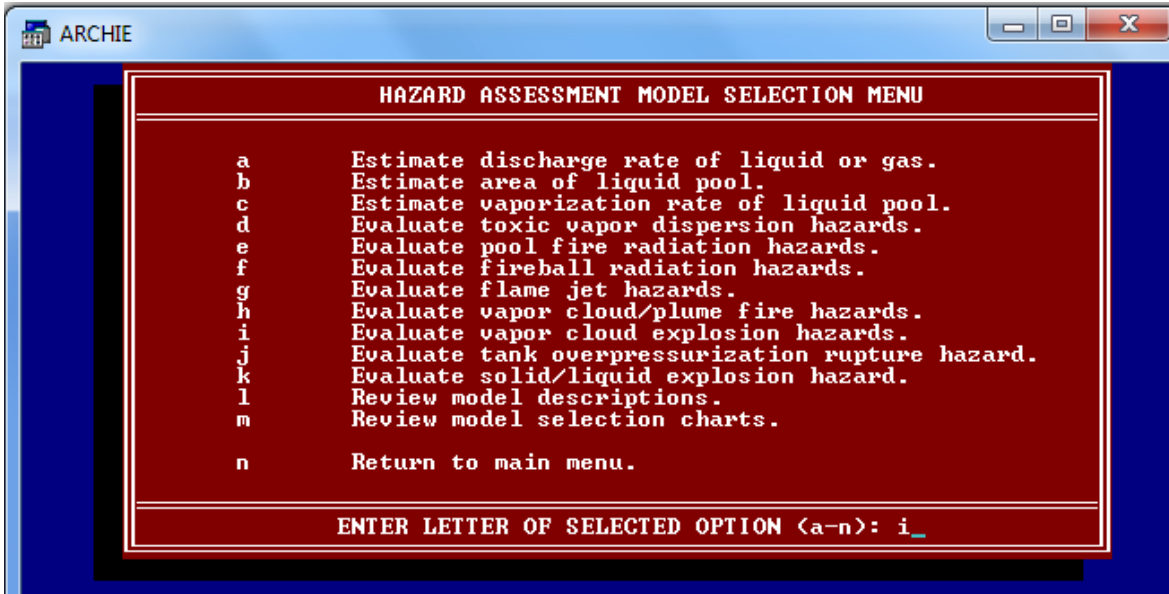
```

ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR VAPOR CLOUD
FIRE HAZARD EVALUATION

1 MOLECULAR WEIGHT           = 49.7
2 NORMAL BOILING POINT       = 101.84    degrees F
3 CHEM VAPOR PRESSURE OUTDOORS = 595      mm Hg
4 LOWER FLAMMABLE LIMIT      = 1.9      vol %
5 AMBIENT TEMPERATURE        = 77       degrees F
6 LIQ TEMP IN TANK           = 59       degrees F
7 ATMOSPHERIC STABILITY CLASS = F
8 WIND VELOCITY               = 3.375    mph
9 VAPOR/GAS EMISSION RATE    = 856.9    lbs/min
10 EMISSION DURATION         = 5        minutes

MODEL RESULTS: For concentrations of      1/2 LFL      LFL
Downwind hazard distance in feet         = 818          543
Max downwind hazard width in feet         = 654          489
Weight airborne gas in lbs                = 2359         1567
Initial relative vapor/air density         = 1.57         1.57
Model type used for analyses              = Heavy gas

Want to rerun the model with different input values (Y/N or <cr>)?
    
```

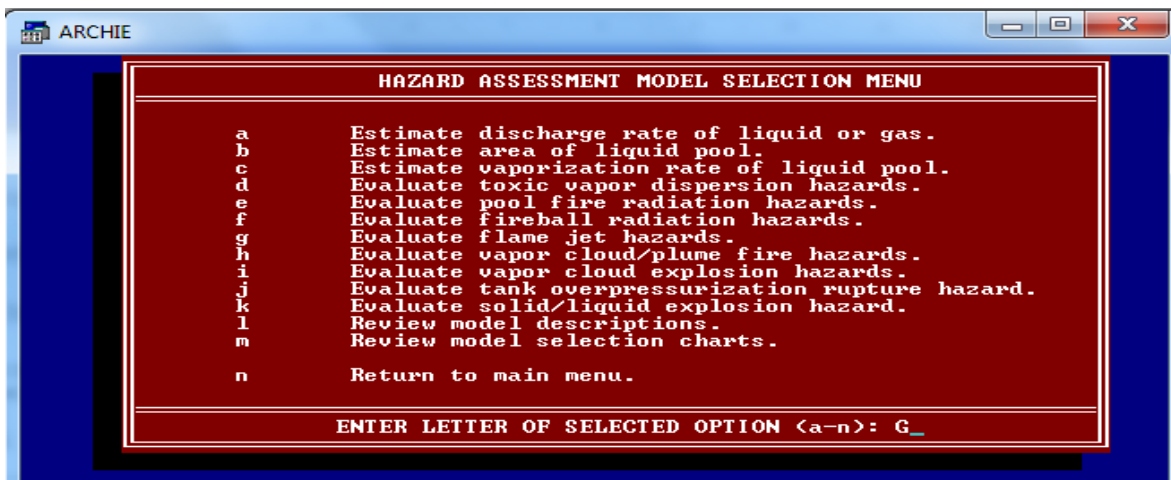
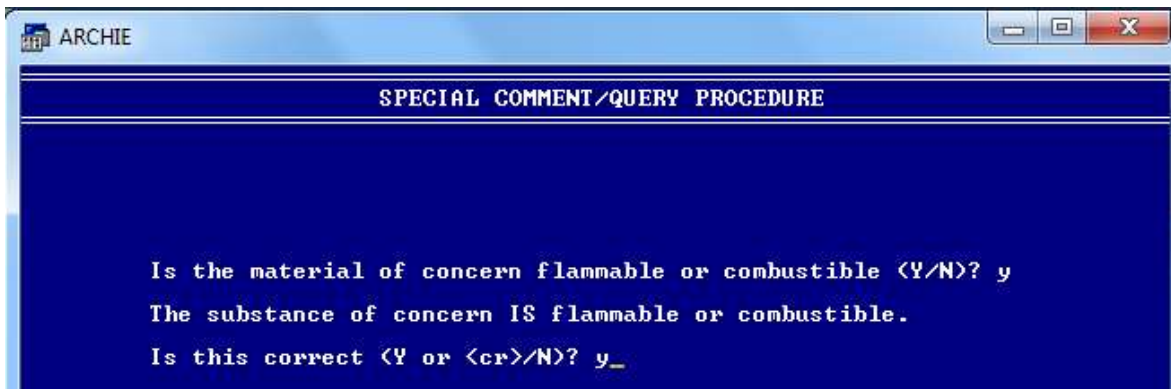
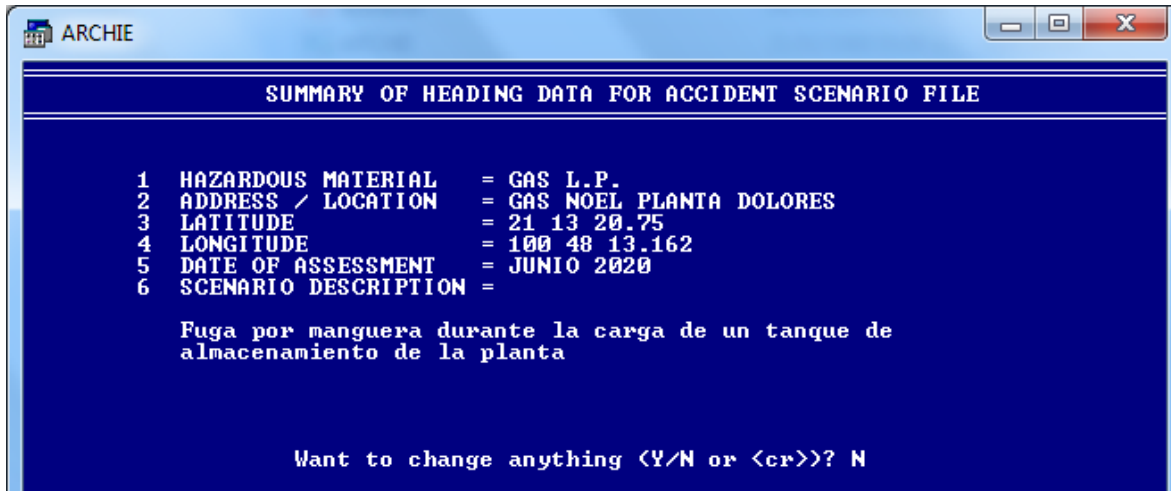


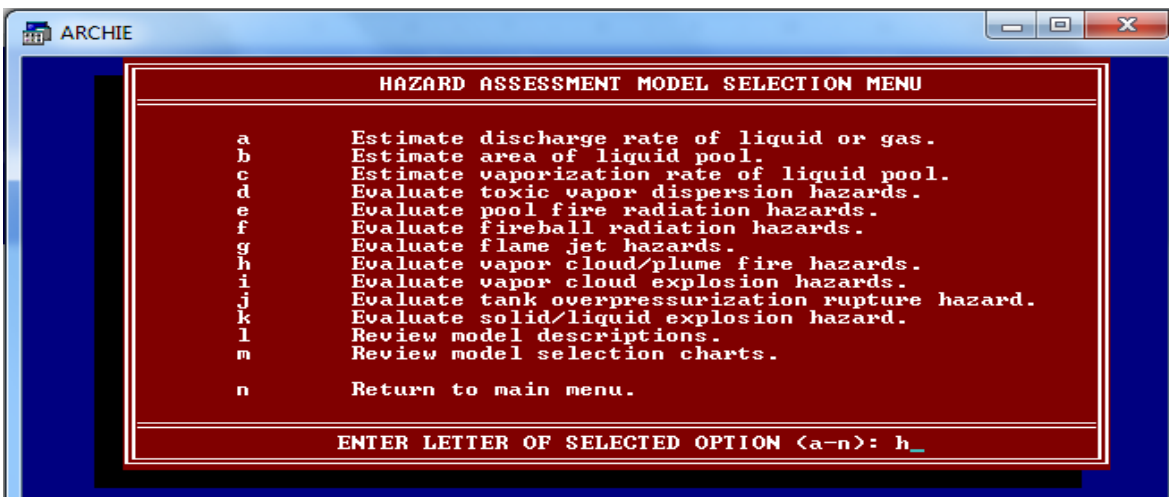
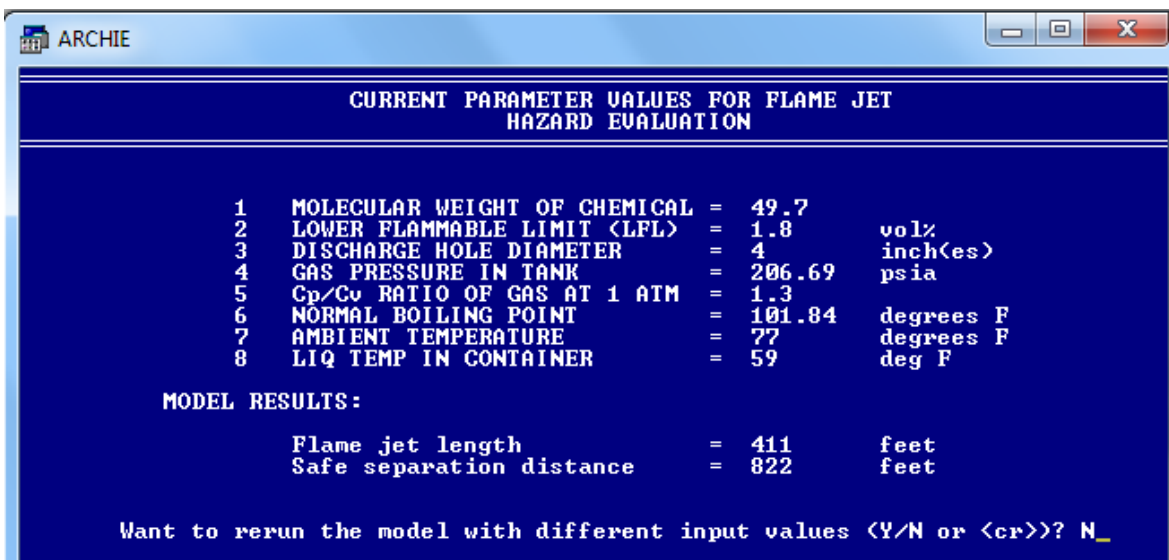
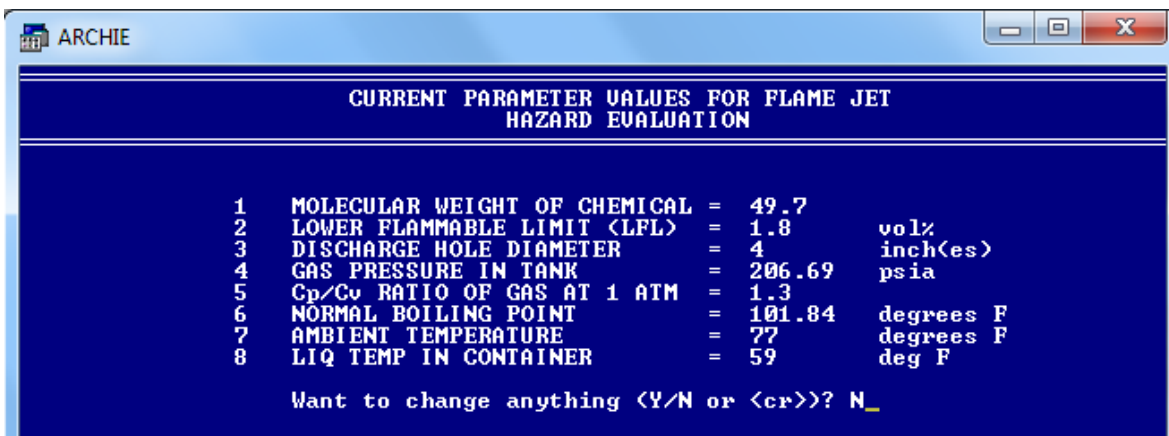


```
ARCHIE
-----
CURRENT PARAMETER VALUES FOR UNCONFINED
VAPOR CLOUD EXPLOSION HAZARD EVALUATION
-----
1 LOWER HEAT OF COMBUSTION      = 20400  Btu/lb
2 EXPLOSION YIELD FACTOR        = .1
3 WEIGHT AIRBORNE EXPLOSIVE GAS  = 1567   lbs
4 LOCATION OF EXPLOSION         = Free air (elevated)

Want to rerun the model with different input values (Y/N or <cr>)? _
```

2). Fuga de gas por rotura de la manguera de descarga del tanque de almacenamiento al auto tanque o pipa de reparto domiciliario.





```

ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR VAPOR CLOUD
FIRE HAZARD EVALUATION

1 MOLECULAR WEIGHT = 49.7
2 NORMAL BOILING POINT = 101.84 degrees F
3 CHEM VAPOR PRESSURE OUTDOORS = 595 mm Hg
4 LOWER FLAMMABLE LIMIT = 1.8 vol %
5 AMBIENT TEMPERATURE = 77 degrees F
6 LIQ TEMP IN TANK = 59 degrees F
7 ATMOSPHERIC STABILITY CLASS = F
8 WIND VELOCITY = 3.37 mph
9 VAPOR/GAS EMISSION RATE = 528.96 lbs/min
10 EMISSION DURATION = 5 minutes

Want to change anything (Y/N or <cr>)? n_
    
```

```

ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR VAPOR CLOUD
FIRE HAZARD EVALUATION

1 MOLECULAR WEIGHT = 49.7
2 NORMAL BOILING POINT = 101.84 degrees F
3 CHEM VAPOR PRESSURE OUTDOORS = 595 mm Hg
4 LOWER FLAMMABLE LIMIT = 1.8 vol %
5 AMBIENT TEMPERATURE = 77 degrees F
6 LIQ TEMP IN TANK = 59 degrees F
7 ATMOSPHERIC STABILITY CLASS = F
8 WIND VELOCITY = 3.37 mph
9 VAPOR/GAS EMISSION RATE = 528.96 lbs/min
10 EMISSION DURATION = 5 minutes

MODEL RESULTS: For concentrations of 1/2 LFL LFL
-----
Downwind hazard distance in feet = 627 431
Max downwind hazard width in feet = 564 388
Weight airborne gas in lbs = 1118 769
Initial relative vapor/air density = 1.57 1.57
Model type used for analyses = Heavy gas

Want to rerun the model with different input values (Y/N or <cr>)? _
    
```

```

ARCHIE
HAZARD ASSESSMENT MODEL SELECTION MENU

a Estimate discharge rate of liquid or gas.
b Estimate area of liquid pool.
c Estimate vaporization rate of liquid pool.
d Evaluate toxic vapor dispersion hazards.
e Evaluate pool fire radiation hazards.
f Evaluate fireball radiation hazards.
g Evaluate flame jet hazards.
h Evaluate vapor cloud/plume fire hazards.
i Evaluate vapor cloud explosion hazards.
j Evaluate tank overpressurization rupture hazard.
k Evaluate solid/liquid explosion hazard.
l Review model descriptions.
m Review model selection charts.

n Return to main menu.

ENTER LETTER OF SELECTED OPTION (a-n): i_
    
```

```

ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR UNCONFINED
VAPOR CLOUD EXPLOSION HAZARD EVALUATION

1 LOWER HEAT OF COMBUSTION      = 20490  Btu/lb
2 EXPLOSION YIELD FACTOR        = .03
3 WEIGHT AIRBORNE EXPLOSIVE GAS = 769    lbs
4 LOCATION OF EXPLOSION         = Free air (elevated)

WARNING: Clouds or plumes containing less than 1000 pounds
of vapor or gas are very unlikely to explode when
completely unconfined, except when one of a cer-
tain few materials have been discharged.

Want to change anything (Y/N or <cr>)? n_
    
```

```

ARCHIE
UNCONFINED VAPOR CLOUD EXPLOSION EFFECTS

DISTANCE FROM EXPLOSION      EXPECTED DAMAGE
(feet)

3891 Occasional breakage of large windows under stress.
549  Some damage to home ceilings; 10% window breakage.
205 - 355 Windows usually shattered; some frame damage.
205 Partial demolition of homes; made uninhabitable.
53 - 205 Range serious/slight injuries from flying glass/objects.
124 Partial collapse of home walls/roofs.
95 - 124 Non-reinforced concrete/cinder block walls shattered.
42 - 110 Range 90-1% eardrum rupture among exposed population.
107 50% destruction of home brickwork.
79 - 95 Frameless steel panel buildings ruined.
69 Wooden utility poles snapped.
57 - 69 Nearly complete destruction of houses.
47 Probable total building destruction.
28 - 39 Range for 99-1% fatalities among exposed populations
due to direct blast effects.

PRESS ENTER TO CONTINUE
    
```

```

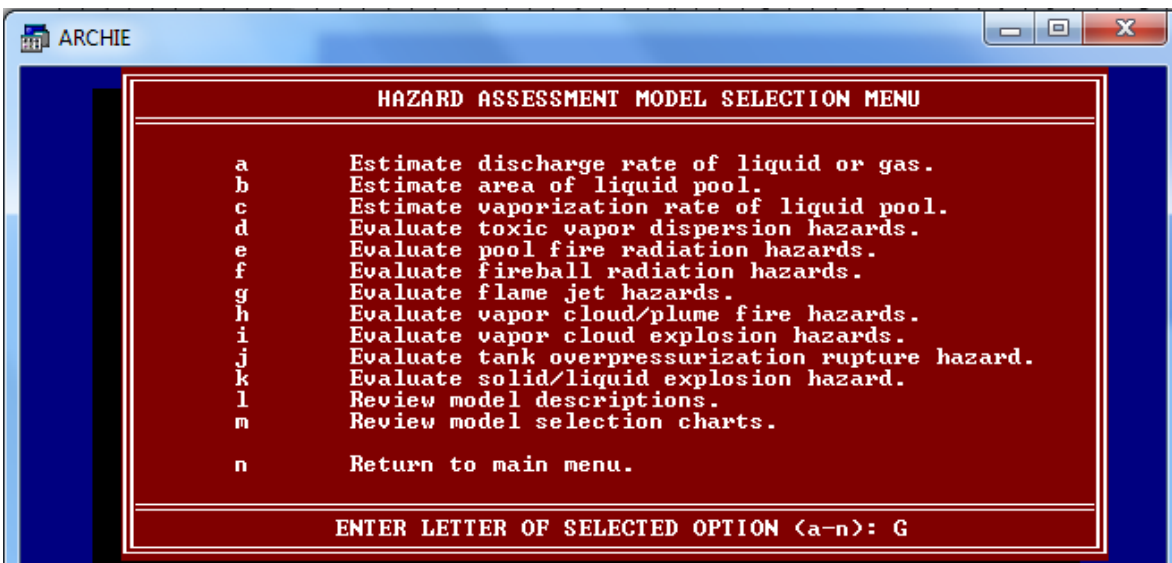
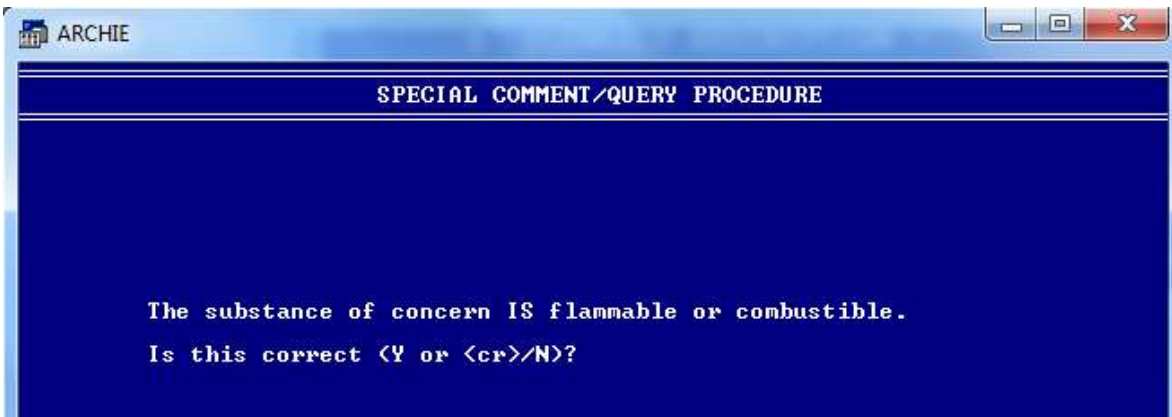
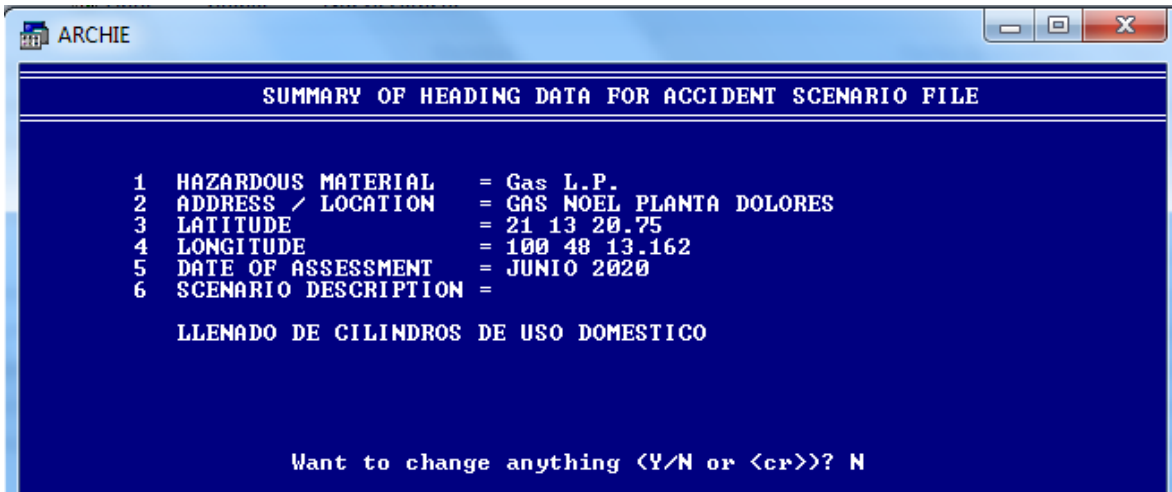
ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR UNCONFINED
VAPOR CLOUD EXPLOSION HAZARD EVALUATION

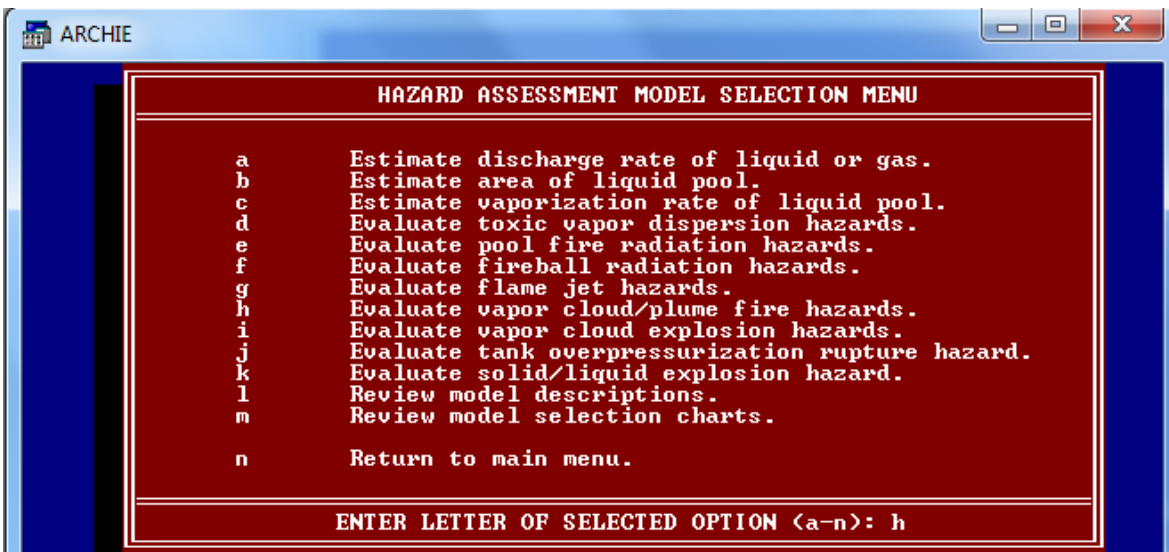
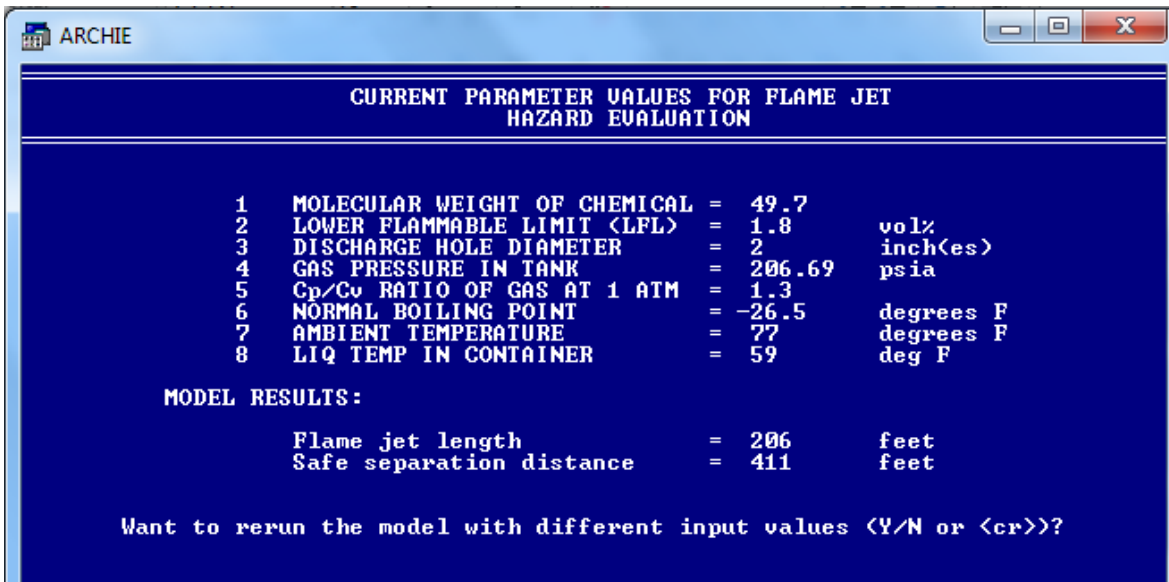
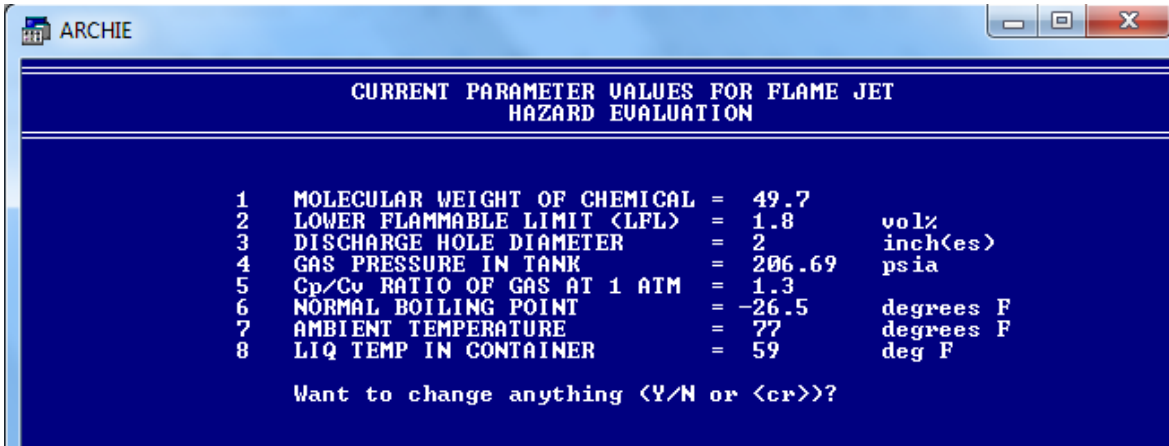
1 LOWER HEAT OF COMBUSTION      = 20490  Btu/lb
2 EXPLOSION YIELD FACTOR        = .03
3 WEIGHT AIRBORNE EXPLOSIVE GAS = 769    lbs
4 LOCATION OF EXPLOSION         = Free air (elevated)

WARNING: Clouds or plumes containing less than 1000 pounds
of vapor or gas are very unlikely to explode when
completely unconfined, except when one of a cer-
tain few materials have been discharged.

Want to rerun the model with different input values (Y/N or <cr>)?
    
```

EVENTO 3. FUGA DURANTE EL LLENADO DE RECIPIENTES DE USO DOMESTICO





```

ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR VAPOR CLOUD
FIRE HAZARD EVALUATION

1 MOLECULAR WEIGHT = 49.7
2 NORMAL BOILING POINT = -26.5 degrees F
4 LOWER FLAMMABLE LIMIT = 1.8 vol %
5 AMBIENT TEMPERATURE = 77 degrees F
6 LIQ TEMP IN TANK = 59 degrees F
7 ATMOSPHERIC STABILITY CLASS = F
8 WIND VELOCITY = 3.37 mph
9 VAPOR/GAS EMISSION RATE = 528.48 lbs/min
10 EMISSION DURATION = 5 minutes

Want to change anything (Y/N or <cr>)? n
    
```

```

ARCHIE
CURRENT PARAMETER VALUES FOR VAPOR CLOUD
FIRE HAZARD EVALUATION

1 MOLECULAR WEIGHT = 49.7
2 NORMAL BOILING POINT = -26.5 degrees F
4 LOWER FLAMMABLE LIMIT = 1.8 vol %
5 AMBIENT TEMPERATURE = 77 degrees F
6 LIQ TEMP IN TANK = 59 degrees F
7 ATMOSPHERIC STABILITY CLASS = F
8 WIND VELOCITY = 3.37 mph
9 VAPOR/GAS EMISSION RATE = 528.48 lbs/min
10 EMISSION DURATION = 5 minutes

MODEL RESULTS: For concentrations of 1/2 LFL LFL
Downwind hazard distance in feet = 627 431
Max downwind hazard width in feet = 564 388
Weight airborne gas in lbs = 1116 768
Initial relative vapor/air density = 2.14 2.14
Model type used for analyses = Heavy gas

Want to rerun the model with different input values (Y/N or <cr>)?
    
```

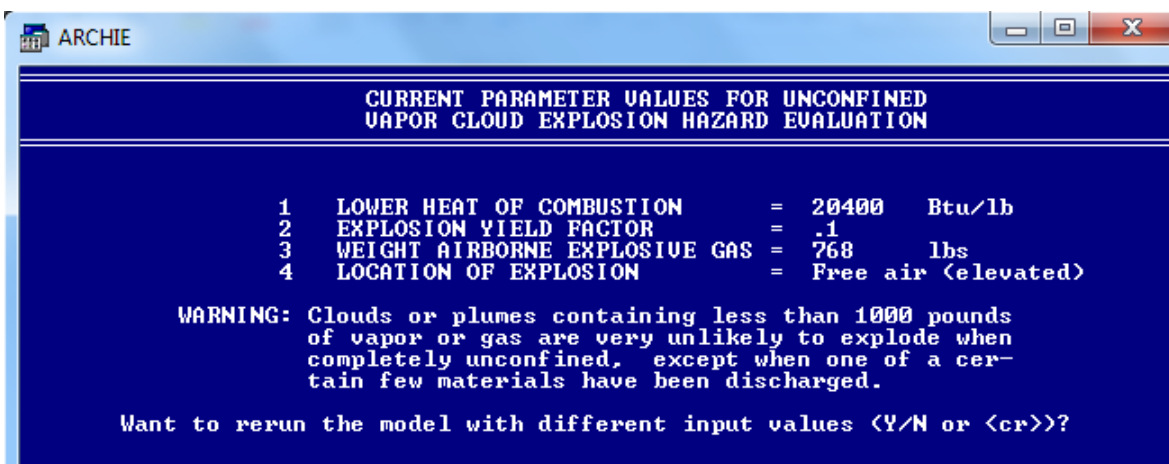
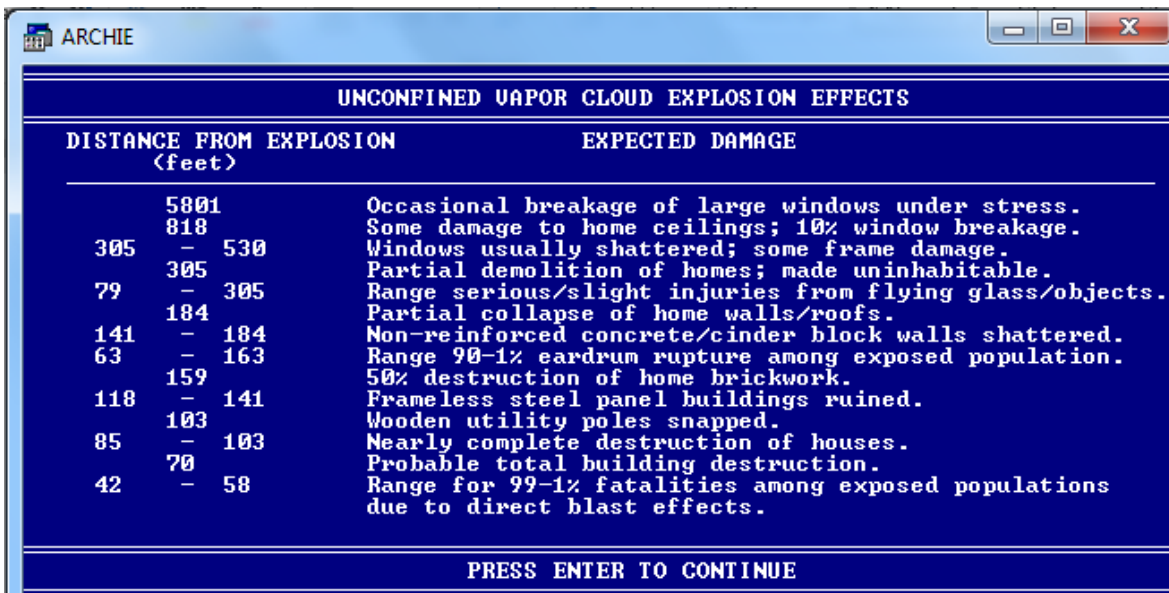
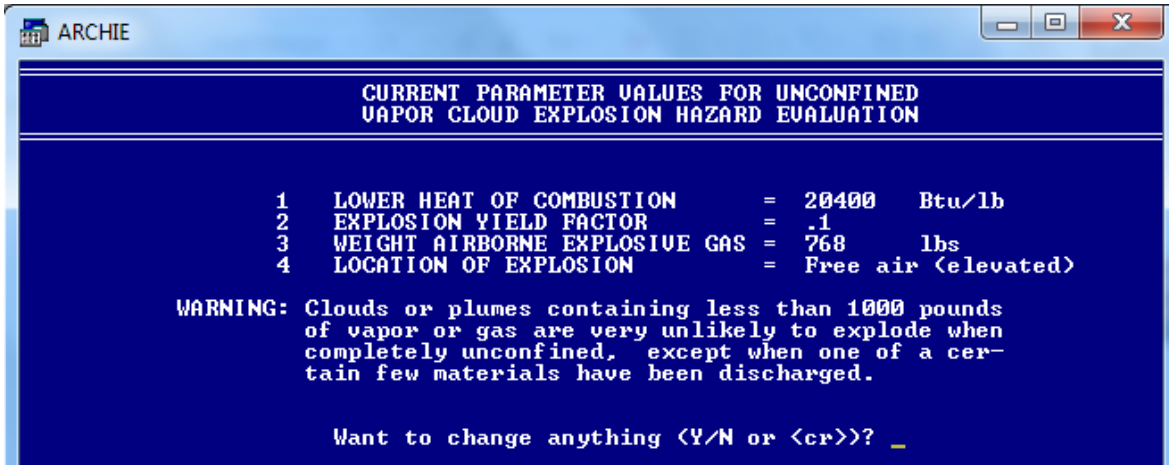
```

ARCHIE
HAZARD ASSESSMENT MODEL SELECTION MENU

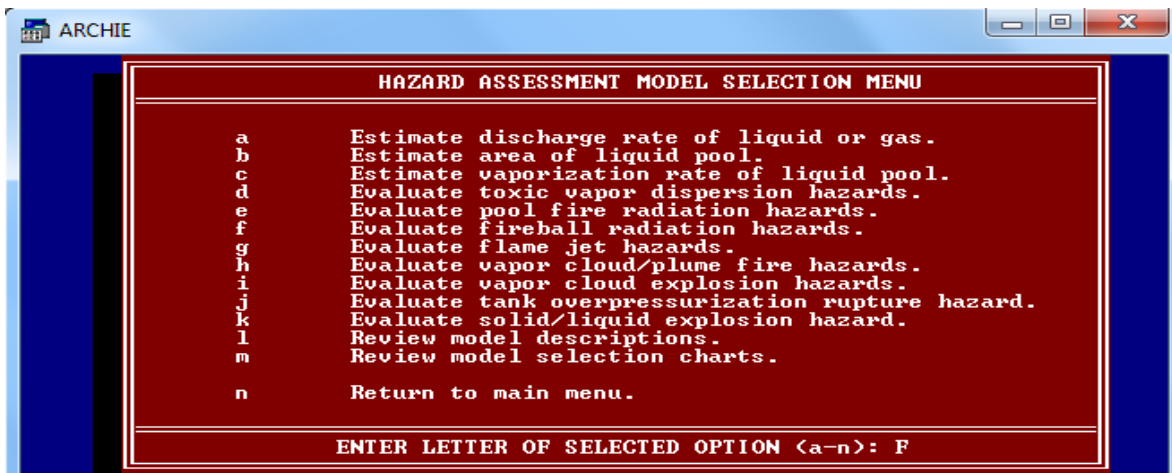
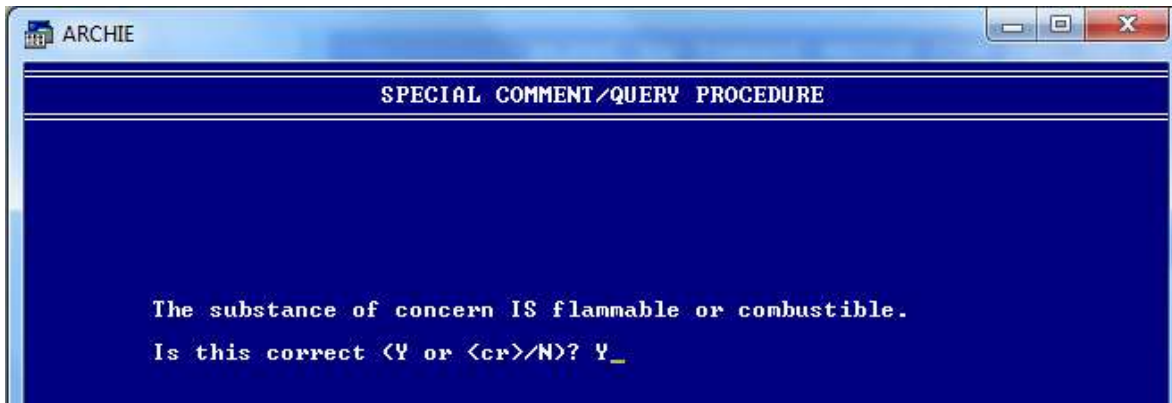
a Estimate discharge rate of liquid or gas.
b Estimate area of liquid pool.
c Estimate vaporization rate of liquid pool.
d Evaluate toxic vapor dispersion hazards.
e Evaluate pool fire radiation hazards.
f Evaluate fireball radiation hazards.
g Evaluate flame jet hazards.
h Evaluate vapor cloud/plume fire hazards.
i Evaluate vapor cloud explosion hazards.
j Evaluate tank overpressurization rupture hazard.
k Evaluate solid/liquid explosion hazard.
l Review model descriptions.
m Review model selection charts.

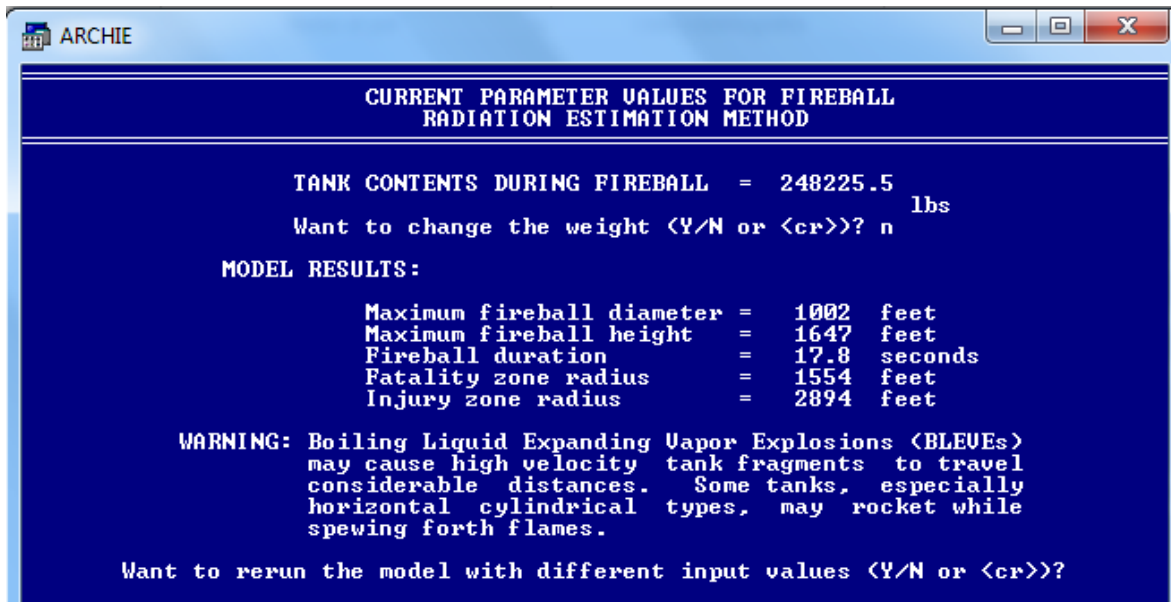
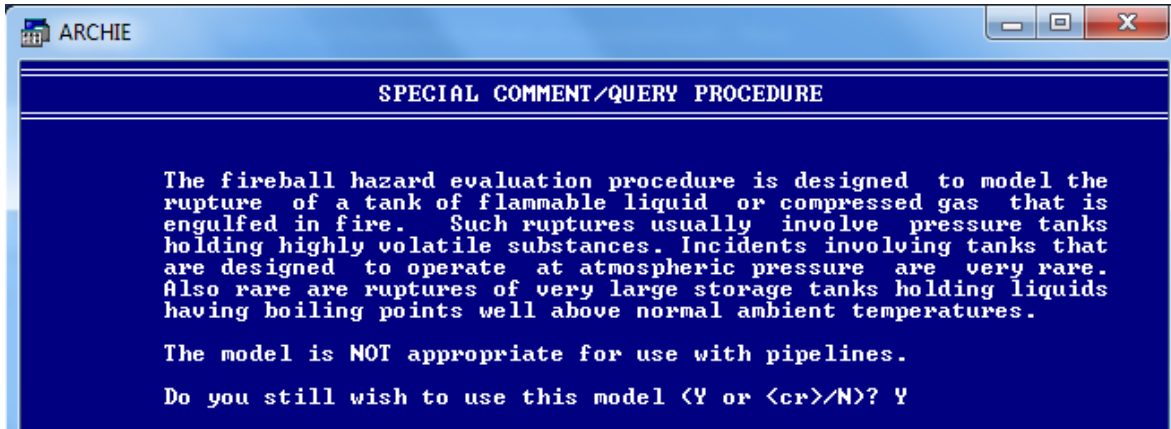
n Return to main menu.

ENTER LETTER OF SELECTED OPTION (a-n): I
    
```



EVENTO MÁXIMO CATASTRÓFICO: SE SIMULA LA POSIBILIDAD DE LA OCURRENCIA DE UNA BLEVE EN EL TANQUE DE 250,000 LITROS DE CAPACIDAD, LLENO AL 85%.





Las zonas de riesgo y de amortiguamiento por incendio que reporta el modelo para cada uno de los eventos mayores y más probables son las siguientes:

TABLAS DE RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE LOS EVENTOS MÁXIMOS PROBABLES DE RIESGO

EVALUAR LOS RIESGOS DE CHORRO DE LLAMA

	DISTANCIAS DE AFECTACION FLAMA JET		
	Evento 1 6.48 kg/seg	Evento 2 4 kg/seg	Evento 3 4 kg/seg
Zona de Riesgo	487 ft (148.47 m)	411 ft (125.30 m)	206 ft (62.8 m)
Zona de Amortiguamiento	974 ft (296.95 m)	822 ft (250.6 m)	411 ft (125.30 m)

EVALUAR LOS RIESGOS DE EXPLOSION DE NUBES DE VAPOR

	DISTANCIAS DE AFECTACION POR EXPLOSION		
	Cantidad de gas que se fuga		
	Evento 1 6.48 kg/seg	Evento 2 4 kg/seg	Evento 3 4 kg/seg
Zona de Riesgo 0.5 lb/pulg ²	387 ft 118 m	205 ft 62.5 m	305 ft 92.98 m
Zona de Amortiguamiento 1.0 lb/pulg ²	1037 ft 316 m	549 ft 167.38 m	818 ft 249.39 m

EVENTO MAXIMO CATASTROFICO

Tabla de Resultados de las Simulaciones de Riesgos del EMC BLEVE

GAS EN LA BLEVE: 112,625 kg 212,500 lt	DISTANCIAS DE AFECTACION
	FORMACION DE LA BOLA DE FUEGO
Diámetro máximo de la Bola de Fuego	1002 ft (305.48 m)
Altura máxima de la Bola de Fuego	1647 ft (502 m)
Duración de la Bola de Fuego	17.8 segundos
Radio de la Zona de fatalidad	1,554 ft (473.78 m)
Radio de la Zona de Daños	2,894 ft (882 m)

11. Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento obtenidas en fotomapas y planos a escala mínima de 1:50000, donde se puedan identificar los puntos de interés que se encuentren inmersos dentro de dichas zonas (componentes ambientales, áreas naturales protegidas, asentamientos humanos, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, entre otros). Esta información deberá ser acorde con lo manifestado en el Capítulo IV de la MIA-P (Descripción del Sistema Ambiental).

ÁREAS DE AFECTACIÓN DE LOS EVENTOS MÁXIMO PROBABLES DE RIESGO

1) Fuga de gas por rotura de la manguera de descarga de autos tanque al tanque de almacenamiento de la planta de 250,000 litros.

Si se llegara a presentar el evento 1, manifestándose como un incendio flama jet o incendio antorcha, la zona de riesgo cubriría un radio de 148.47 metros, los cuales se extienden a partir del muelle de descarga del área de almacenamiento de gas L.P. Las posibles afectaciones en este caso se darían principalmente sobre el propio tanque de almacenamiento y sus accesorios, requiriéndose una atención inmediata para evitar que el evento se transforme en un caso mayor; no se tendrían repercusiones sobre terceros, quedando fuera de su influencia tanto las personas, sus bienes o instalaciones.

Para esta misma manifestación de incendio, se genera una zona de amortiguamiento de 296.95 metros, que es una zona de seguridad, es decir que dentro de esta área no se tienen afectaciones mayores que las equivalentes a las que produce la rotura de vidrios en las ventanas.

En virtud de que la zona de amortiguamiento es una zona donde no hay afectaciones a ningún tipo de instalaciones o personas, no consideramos necesario incluirla dentro del análisis de nuestra descripción para los siguientes casos que se analizan.



Zona de Riesgo por incendio FLAMA JET del evento 1 (148.47 m)

Si se produce la explosión para el evento 1, la zona de riesgo resultante tiene un radio de 118 metros que puede afectar a la mayor parte de las instalaciones de la planta, y que requiere la activación inmediata del Programa para la Prevención de Accidentes.

Como en todos los casos que se analizan en el presente apartado, la atención se debe dar a través de los procedimientos que se anotan en el Programa para la Prevención de Accidentes elaborado para esta instalación como complemento del estudio de riesgo ambiental.



Zona de Riesgo por explosión del evento 1 (118 m).

Evento 2 Fuga de gas por rotura de la manguera de descarga del tanque de almacenamiento al auto tanque o pipa de reparto domiciliario.

Incendio FLAMA JET. Los 125.3 metros que involucra la zona de riesgo por incendio del evento 2 tienen las mismas posibles repercusiones que las mencionadas para el evento No. 1, es decir que las posibles afectaciones se manifestarían como un posible calentamiento del material de que están fabricados los tanques de almacenamiento o de sus accesorios, tales como línea de gas, válvulas, etc.



Zona de Riesgo por incendio flama jet del evento 2 (125.30 m).

Si el evento se manifiesta en la forma de nube explosiva, las repercusiones quedan inmersas dentro del radio de afectación del evento No. 1 y cubren 167.38 metros que un área que abarca la propia planta y fracciones de los terrenos colindantes. Por los cuatro costados. Norte, oeste, sur y este, se trata de terrenos baldíos que actualmente se encuentran pasivos y que se utilizan para la agricultura. En el sitio no existe ningún tipo de concentración de personas, es decir que las principales consecuencias pueden verse reflejadas en las propias instalaciones de la planta y su atención requiere de la activación del Programa para la Prevención de Accidentes.



Zona de Riesgo por explosión del evento 2 (62.5 m).

Evento No. 3 fuga de gas en el área de llenado de recipientes para reparto domiciliario.

En un caso de incendio del material fugado para el área de llenado de cilindros de uso doméstico, tenemos una zona de riesgo de menos de 62.8 metros, lo que implica que las afectaciones quedan muy localizadas y se circunscriben prácticamente al punto donde se produce la fuga de gas en el interior de la planta.



Zona de Riesgo por incendio FLAMA JET del evento 3 (62.8 m).

b) Explosión. Las zonas de afectación del evento 3 por explosividad tienen un radio de 99.98 metros.

Las repercusiones se manifestarían sobre el área de despacho de combustible donde las instalaciones y el personal presente puede ser afectado.



Zona de Riesgo por incendio del evento 3 (92.98 m).

Evento Máximo Catastrófico. Se presenta la BLEVE en el tanque de almacenamiento

Este es el peor caso y donde se tienen las mayores afectaciones posibles de la planta, pero también es el que tiene la menor probabilidad de llegar a presentarse pues tiene un valor menor a 1 en un millón de veces (1×10^{-6}) de acuerdo con los datos de la literatura especializada que se muestran en el apartado de antecedentes de accidentes dentro de este mismo capítulo.

Este es el evento que nunca debe presentarse y todos los esfuerzos deberán estar dirigidos hacia su control.



Radio de la bola de fuego (305.48 m) en 17.8 segundos.

3.- DESCRIBIR LOS RIESGOS POTENCIALES DE ACCIDENTES AMBIENTALES POR EXPLOSIÓN E INCENDIO.

En caso de que se llegara a presentar el incendio de cada uno de los eventos máximos probables considerados, no encontraremos personas, propiedades o sus bienes ajenos a la empresa Gas Noel que pudieran verse afectados.

El siguiente plano nos muestra las actividades que se realizan en las inmediaciones de la planta y como se puede observar se trata de terrenos baldíos que se dedican a la agricultura y donde no existe ninguna otra actividad a excepción de la agricultura de temporal.

Como se menciona al inicio del presente estudio las actividades que se realizan en el entorno de la planta son las siguientes:

ACTIVIDADES EN LAS COLINDANCIAS

Elemento Externo	NOM-001-SESH-2014		Actividades en un radio de 500 metros
	Distancia marcada (metros)	Distancia a la Planta	
a) Almacén de combustible externo	100	No existen	No existen
b) Almacén de explosivos	100	No existen	No existen
c) Casa habitación	100	No existen	340.00 Granja
d) Escuela	100	No existen	No existen
e) Hospital	100	No existen	No existen
f) Iglesia	100	No existen	No existen
g) Lugar de reunión	100	No existen	No existen

h) Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros	30	No existen	No existen
i) Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P., para carburación	15	No existen	No existen



Figura 2.6. Actividades que se realizan en las colindancias de la planta.

Tanto en los eventos de incendio como en los eventos de explosión se puede afectar equipos de la propia planta de almacenamiento de gas. Dado lo aislado que se encuentra la planta, la cantidad de personas que pudieran verse afectadas por cualquiera de los eventos es muy limitada y se reduce al propio personal que labora en la planta y los posibles visitantes.

Datos generales.

a) Riesgos de explosión: Cuando se escapa de su recipiente, el GLP presenta riesgos tanto de explosión por combustión como de incendio. Puesto que la mayor parte de sus aplicaciones se realizan en interiores, en actividades en general, el riesgo principal es el de explosión por combustión. Este riesgo se acentúa cuando el GLP se emplea en interiores en su fase líquida, ya que un litro de butano o propano líquido producen entre 245 y 275 litros de gas. Por esta razón, las normas y códigos de seguridad restringen muy severamente el empleo de GLP en interiores.

En el presente caso, la actividad se realiza a cielo abierto prácticamente, ya que no existen estructuras altas ni edificios.

Después de la prevención, el factor de mayor importancia con relación a los incendios y/o explosiones es el

factor de tiempo. Todos los incendios se originan a pequeña escala, propagándose posteriormente conforme a las características del producto y a las condiciones del medio, las cuales pueden ser adversas o favorables para la propagación del mismo. De ahí, la gran importancia de detectar los incendios en cuanto se inicien, lo que permite que puedan ser extinguidos de manera sencilla y rápida, si se cuenta con los equipos de extinción adecuados en los lugares apropiados y con el debido conocimiento y entrenamiento para su combate. La clave es la rapidez en el combate del fuego, siendo los primeros minutos los de mayor importancia, lo que se haga o se deje de hacer en ese corto lapso, puede ser la diferencia entre el control o la propagación del incendio.

Un factor determinante en el combate de incendios es la comprensión de sus causas, su comportamiento y las medidas para su control. La explosión es una reacción de combustión de la mezcla aire-gas (vapor) que se propaga a gran velocidad, liberando de manera repentina una gran cantidad de energía, lo cual produce ondas de sobrepresión.

En lo que respecta a la planta objeto del presente estudio, es conveniente mencionar que no tiene áreas cerradas por lo que la probabilidad de que se presente una explosión es muy remota y está supeditada a que ocurran varios factores de forma simultánea, como que se presente la fuga en presencia de fuego y que no exista dispersión del contaminante, caso que se nos antoja algo remoto.

b) Riesgos de Incendios: Para que exista combustión (fuego o explosión), se requieren los siguientes elementos en proporciones adecuadas:

- ▯ **Combustible.** - Cualquier sustancia o material capaz de arder, de quemarse.
- ▯ **Calor.** - Suficiente para que el material alcance su temperatura de ignición.
- ▯ **Oxígeno.** - Elemento indispensable para la reacción de combustión.

Si alguno de estos elementos falta, o es insuficiente, la combustión se extinguirá. Existen distintas clases de combustiones, dependiendo del material o sustancia que las origine, por lo que los medios y métodos para combatir el fuego deberán ser los apropiados para el tipo de combustión de que se trate. En el caso de Gas L. P., el fuego sería de la CLASE B; originados por líquidos, grasas y gases inflamables.

En caso de incendio y/o explosión, el personal de la planta deberá detonar el sistema de alarma, avisar a las autoridades competentes (Bomberos, Protección Civil, etc.), e iniciar de inmediato el combate al incendio para evitar su propagación, poniendo especial énfasis en la identificación y corrección de las causas del siniestro. De juzgarse necesario, habrá de iniciarse la evacuación ordenada y expedita del personal, y en su caso, de los vecinos del lugar hasta la llegada de las autoridades, quienes se harán cargo del siniestro.

Las áreas peligrosas se consideran divididas en las tres clases siguientes

Clase I: Áreas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire ambiente, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables o explosivas.

Clase II.- Áreas en las que están presentes polvos combustibles.

Clase III.- Áreas en las que están presentes fibras o materiales que floten en el aire y que son fácilmente inflamables; pero en las que no es probable que se encuentren en suspensión en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.

Cada una de estas clases se divide a su vez en **División 1**, que comprende las áreas normalmente peligrosas; y en **División 2** que agrupa las áreas que son peligrosas sólo bajo condiciones anormales. , Las áreas peligrosas serán los lugares en donde estén presentes gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para producir una mezcla inflamable o explosiva: y pertenecerán a la Clase I, Divisiones 1 y 2, que pueden definirse de la siguiente manera

a) Clase I, División 1. Son aquellas áreas en que existen continuamente o pueden existir con frecuencia, ambientes contaminados por gases o vapores inflamables bajo condiciones normales de operación, durante los trabajos de reparación o mantenimiento, o bien debido a fugas. También se clasifica en esta división, las áreas en las que la rotura o falla del equipo, o anomalías en los procesos, pueden provocar al mismo tiempo que la liberación de gases o vapores inflamables, averías en el sistema eléctrico.

b) Clase I, División 2. Son aquellas áreas en las que los gases o líquidos volátiles inflamables se manejan, almacenan y procesan en recipientes o sistemas cerrados, de los que sólo pueden escapar en el caso de roturas o averías accidentales de los recipientes. o sistemas, o en caso de una operación anormal del equipo.

En las instalaciones existen áreas en las que la liberación de gas ocurre tan raramente durante el manejo, transporte y almacenamiento, que no justifica el considerar como áreas peligrosas sus alrededores, por lo que deben, clasificarse como áreas no peligrosas las siguientes.

a) Áreas en las que se tengan gases o sustancias inflamables dentro de sistemas cerrados de tubería que no contengan válvulas, conexiones, bridas, ni accesorios similares; siempre y cuando se proporcione a estos sistemas un buen mantenimiento.

b) Áreas en las que los gases o sustancias inflamables se transportan únicamente en tanques o recipientes adecuados a lo establecido por la Norma Oficial respectiva (NOM), siempre que tales tanques o recipientes no estén expuestos a otras condiciones peligrosas.

c) Áreas donde existen permanentemente fuentes de ignición, tales como calentadores de fuego directo, quemadores, etc., siempre y cuando su localización esté de acuerdo con lo establecido en esta norma.

Clasificación de áreas.

Las áreas peligrosas de la empresa serán:

- 1) área de tanque de almacenamiento, son de Clase 1, División 1

- 2) área de llenado de tanques cilíndricos, Clase I, División 1
- 3) área de compresora, Clase 1, División 2.
- 4) área de las isletas, Clase 1, División 1.

DESCRIBIR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN PARA ABATIR LOS RIESGOS.

En ninguna de las colindancias mencionadas anteriormente se desarrollan actividades que pongan en peligro la operación normal de la planta, ya que por sus 4 linderos se colinda con terrenos dedicados a la agricultura.

La ubicación de esta planta, por no tener ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos a la operación normal de la planta, se considera técnicamente correcta.

Por otra parte, la instalación contempla medidas de seguridad en todos sus ámbitos, como se especifica en el Capítulo V.- Medidas de Seguridad y Contra Incendios, de la Memoria Técnico Descriptiva y Justificativa. Este capítulo considera los siguientes temas:

- Rótulos de Prevención, Pintura de Protección y Colores de Identificación.
- Sistema de Seguridad por Medio de Extintores.
- Equipos de Seguridad.
- Herramientas y Ropa de los Operarios.
- Sistema Contra Incendios a Base de Agua por Aspersión.
- Alarmas contra incendio y válvulas de cierre de emergencia automáticas.

Para el presente caso, no se espera que haya afectaciones al entorno; primero debido a que las instalaciones se localizan en medio de terrenos sin actividad que le sirven de barreras naturales para la protección de terceros ya que en caso de accidente por explosión las ondas de sobrepresión se disiparían antes de encontrarse con personas o actividades de terceros y en segundo lugar, dado que las medidas de seguridad que tiene implementada la planta hacen poco factible la ocurrencia de un evento de repercusiones severas.

Por otra parte, aun cuando la planta cuenta con las medidas de prevención y control suficientes de acuerdo con la legislación en vigor y las prácticas de ingeniería, se da cumplimiento a lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en el sentido de que las Actividades Altamente Riesgosas deben elaborar y mantener actualizado un **PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES**, el cual será elaborado cubriendo de manera detallada todos los aspectos señalados en la Guía para la Elaboración de Programas de Prevención de Accidentes que maneja la SEMARNAT que es la entidad reguladora en la materia.

Las acciones y medidas de seguridad que habrán de tomarse ante una contingencia, ya sea en un estado de alarma, una emergencia o una situación de desastre potencial, deberán estar contenidas en las

respectivas secciones del Programa para la Prevención de Accidentes en su Nivel Interno arriba especificado.

El diseño de la planta previó todas las medidas de seguridad en el sistema eléctrico, la implementación de guías de colores, cierre de válvulas automático, distancias mínimas, buena ubicación, urbanización, recipientes de almacenamiento de acuerdo a norma, tuberías, accesorios, medidores de suministro, maquinaria, rótulos de prevención, pintura y colores distintivos, certificados de capacitación de los empleados que laboran en la planta.

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN PARA ATENCION DE EMERGENCIAS

Dentro de los procedimientos de operación más específicos, podemos citar los siguientes:

I.- Procedimiento de acción en caso de contingencias:

a) Cuando hay una fuga de gas con ausencia de fuego se deberá:

- Dirigirse a la válvula de la línea que esté alimentando la fuga y cerrarla.
- Apagar todo tipo de motor tanto de las unidades como eléctricas, pilotos de la estufa del comedor y del calentador de agua doméstico (boiler) si se tienen, y en general cualquier fuente de ignición. Al mismo tiempo en esta operación notificar a vigilancia para que active la alarma y acuda todo el personal existente en esta operación, siendo el vigilante el encargado de notificarte al cuerpo de bomberos de así requerirse y de necesitarse pedir ayuda a los compañeros para acordonar el área de la planta no permitiendo la circulación en una área de 100 m a la redonda.
- Solicitar ayuda al departamento de mantenimiento, para que traten de controlar la fuga si esta continuase, y además corten la corriente eléctrica en toda el área de llenado y descarga. Al inicio de la fuga, se deberá desconectar el switch general de la planta.
- En el caso de cortar completamente la corriente eléctrica, notificar al departamento de mantenimiento automotriz, para que estén listos en caso de requerirse el motor de combustión interna del sistema de hidrantes contra incendio ellos deberán encenderlo en caso de así necesitarse).
- Como prevención, colocarse en los hidrantes más cercanos y sacar mangueras del gabinete, y sólo en caso de que se inicie algún fuego, hacer funcionar éstos, junto con los aspersores, para evitar un sobrecalentamiento en los tanques de almacenamiento.
- En caso de que lleguen los bomberos, permitir que ellos tomen las medidas que crean pertinentes, y no obstaculizar sus funciones, dándoles todas las facilidades para ello.

2).- Procedimiento de atención en caso de incendio:

- Dirigirse a la(s) válvula(s) de la(s) línea(s) que esté(n) alimentando a la fuga y cerrarlas).

- Solicitar ayuda al departamento de mantenimiento para que traten de controlar la fuga en caso de que ésta continuase, y al mismo tiempo, notificar al vigilante para que suene la alarma y notifique al cuerpo de bomberos de así requerirse.
- En caso de un fuego pequeño, auxiliarse de los extintores del área, para extinguir el fuego, pero si éste no es controlado y pasa a ser de proporciones mayores, accionar el sistema contra incendios en posición para que funcionen los aspersores (enfriando los tanques de almacenamiento), y dirigirse al hidrante más cercano, auxiliado siempre por otro compañero en el manejo de válvulas y posteriormente el manejo de la manguera.
- Siempre cumplir con los programas de mantenimiento y capacitación.

En cuanto a medidas de seguridad en la operación de la planta de Gas L. P., para disminuir el riesgo potencial se controla la cantidad almacenada de gas conforme a lo siguiente:

- El nivel máximo de llenado del tanque de almacenamiento será del 85% de su capacidad.

Descripción de las normas de transportación para el manejo de: materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.

La transportación, el almacenamiento y el manejo del Gas L. P., se realiza con estricto apego a la legislación vigente para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente y a la normatividad de seguridad y operación expedidas por la secretaria del Trabajo y Previsión Social para este tipo de establecimientos.

El transporte de gas a la planta se realiza mediante unidades de la Paraestatal Petróleos Mexicanos, la cual cuenta con su propio procedimiento hasta el punto de entrega que es el tanque de almacenamiento de la planta.

Descripción de rutas de traslado de sustancias que se consideran tóxicas, inflamables, explosivas, etc.

El Gas L. P. es abastecido por Petróleos Mexicanos mediante carros tanque especialmente diseñados para ello, siendo las rutas de traslado y acceso las carreteras federales y dentro de poblaciones por las avenidas con menos tráfico

Descripción del entrenamiento para capacitación de los operarios del transporte:

Los operadores de las unidades de transporte de Gas L. P., son entrenados por la paraestatal Petróleos Mexicanos y certificados, conforme a los lineamientos establecidos en el Reglamento para el manejo y transporte de sustancias peligrosas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación:

Mediante el Modelo de Simulación de riesgos detallado en el punto No. VI.5 del presente capítulo, se determinaron las **zonas de afectación** que pudieran generarse en casos de siniestros explosión, de donde se calcula la **Zona de Protección**, constituida por la zona en la cual se presentarían ondas de sobrepresión superiores a los límites máximos permisibles para la salud del hombre y para la conservación íntegra de sus bienes y el medio ambiente. Dicha zona de salvaguarda está conformada de la siguiente manera:

- **Zona de Riesgo.** - por el círculo de ondas de sobrepresión de 1.0 psi (lb/pulgada²), calculado para un evento de explosión y el círculo de 1.4 kW/m² (440 BTU/hr/ft²), para un evento de incendio En esa zona Determinada no debe permitirse ningún tipo de actividad, incluyendo asentamientos humanos, desarrollos industriales, etc. La actividad forestal es la única permisible, en caso de que las condiciones del medio natural lo permitan.
- **Zona de Amortiguamiento.** - Determinada por el círculo de ondas de sobrepresión de 0.50 psi (lb/pulgada²), calculado para un evento de explosión y el círculo de 5.0 kW/m² (1,500 BTU/hr/ft²), para un evento de incendio En esa zona Determinada no debe permitirse ningún tipo de actividad, incluyendo asentamientos humanos, desarrollos industriales, etc. La actividad forestal es la única permisible, en caso de que las condiciones del medio natural lo permitan.

Descripción de auditorías de seguridad.

En el Reglamento de Seguridad e Higiene se tiene contemplada la instalación de comisiones de prevención, seguridad e higiene, así como el establecimiento de programas de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las instalaciones de la planta.

La gerencia de la empresa lleva a cabo auditorías de seguridad dos veces por año. Se presenta en anexo el reporte correspondiente levantado en atención al presente documento

Planos de distribución de drenajes:

Debido a que las actividades no contemplan ningún tipo de proceso de transformación, la operación de la planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P. genera únicamente residuos provenientes de las funciones administrativas tales como oficinas, comedor y sanitarios, por lo que solo se generan descargas de agua residual doméstica, las cuales se vierten al sistema de drenaje sanitario municipal.

Diagrama de la instalación del sistema de segregación de drenajes:

Como se menciona en el punto anterior, la planta genera solamente residuos sanitarios domésticos, provenientes de las oficinas de la planta.

Frecuencias de monitoreo de la calidad fisicoquímica de los efluentes y parámetros analizados en los mismos:

Hasta el momento no se ha efectuado el monitoreo de las descargas sanitarias, se realizará conforme lo especifiquen las autoridades competentes y si es que se llegan a solicitar.

Registro y medición de los gastos volumétricos de los efluentes:

Debido a que el predio de la planta no cuenta con abastecimiento de agua potable y drenaje sanitario de la red municipal, la medición del gasto se hace por parte de la propia empresa.

Tratamiento o disposición actual de los efluentes:

No se tienen efluentes de ningún tipo. Como se menciona en los puntos anteriores, la instalación de manejo de Gas L. P. solamente genera agua residual proveniente de baños, comedor y oficinas, la cual es acarreada a la planta a través de pipas y descargada a una fosa después de su utilización.

Manifiesto y condiciones particulares de descarga de efluentes:

Por la naturaleza de las descargas no requieren manifiestos de descarga para drenaje sanitario del tipo doméstico.

Colectores o cuerpos de agua de descarga de sus efluentes:

La descarga de aguas negras se acumula en una fosa séptica la cual cumple con las especificaciones sanitarias en vigor.

Las descargas de baños de regadera y comedor también se hacen directamente a la fosa séptica que se localiza por un costado de la planta.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

II.1 RADIOS PONTENCIALES DE AFECTACIÓN

Delimitación del Predio

El terreno se tiene limitado por sus linderos Norte, Este y Oeste malla ciclónica de 2.00 metros de altura, por el lindero Sur se cuenta con barda de mampostería de 3.00 metros de altura, se cuenta con acceso de 15.00 metros con puertas de lámina ciega y salida de emergencia de 15.00 metros con puertas de lámina ciega.

Accesos

Por el lindero Sur del terreno se cuenta con una puerta de 15.00 metros de ancho que es usada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa, y otra puerta que es usada como salida de emergencia de 15.00 metros de ancho, las puertas son en su totalidad metálicas.

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, considerando la posibilidad de un efecto domino, para lo cual deberá determinar los radios potenciales de afectación de acuerdo al punto II.1; de igual manera, deberá indicar las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia de dicha interacción.

Asimismo, deberá determinar y justificar la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

La posible ocurrencia de los eventos de riesgo de esta planta solo puede presentar interacciones con áreas de la misma planta y la severidad de los daños que se pudieran ocasionar estaría en función de la rapidez con se atienda la emergencia y la efectividad de las medidas implementadas.

La planta solamente tendrá un tanque de almacenamiento por lo que el efecto dominó queda descartado para recipientes de alto contenido de material almacenado.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Con apoyo de la información del diagnóstico ambiental realizado en el Capítulo IV de la MIA, deberá identificar y describir los componentes ambientales y asentamientos humanos que pueden ser afectados por los eventos de riesgo identificados, considerando las zonas de alto riesgo y amortiguamiento determinadas en el punto II.1.

Derivado de lo anterior, deberá realizar una valoración de dichos efectos sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, etc.), así como sobre la salud humana, presentando los resultados de dicho análisis.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, esta planta se localiza en una zona donde no existen asentamientos humanos, no hay cuerpos de agua en la cercanía y tampoco existe presencia de actividades humanas.

No existe en el entorno flora susceptible de sufrir afectaciones ya que se trata de terrenos agrícolas dedicados al cultivo de temporal. Tampoco existe fauna en el sitio con estatus de protección o en peligro de extinción por lo que se considera que el proyecto es congruente con el sitio propuesto para su ubicación.

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señaladas en los puntos I.4.2 y II.1.

Recomendaciones para almacenamiento y manejo de Gas L.P.

1. Mantener actualizado el Dictamen de la instalación de Gas L.P por una unidad de verificación acreditada ante EMA (entidad mexicana de acreditación).
2. Incluir revisión de todo el sistema de Gas L.P en el programa de mantenimiento e inspección, verificando lo adecuado de la frecuencia de inspección y sustituyendo de inmediato los elementos que presenten daños o fugas.
3. Contar en la planta en un lugar accesible a todo el personal con los procedimientos por escrito para casos de fugas de Gas L.P.
4. Verificar que el sistema contra incendios se encuentre permanentemente en condiciones de proteger efectivamente a todas las secciones donde se maneja Gas L.P.
5. Verificar que la capacitación de la brigada contra incendio esté actualizada para atender fugas e incendios por Gas L.P en las diferentes secciones donde se maneje.
6. Verificar que el procedimiento de descarga de Gas L.P establece medidas de seguridad y puntos de revisión antes, durante y después de realizada la operación con la finalidad de que el personal involucrado tenga claro cómo proceder en caso de alguna dificultad o fuga de Gas L.P.
7. Verificar que el programa de simulacros incluye eventos de fuga/incendio de Gas L.P en diferentes secciones de la planta.
8. Verificar que el procedimiento de operación es específico respecto de la operación de las Bombas.
9. Verificar que los planes de emergencia establezcan como debe actuar el personal y externos en caso de presentarse algún siniestro en las instalaciones.
10. Verificar que el procedimiento de descarga de pipa de Gas L.P especifica claramente cuando concluir la operación respecto del porcentaje de llenado del tanque.
11. Establecer y presentar un Programa para la Prevención de Accidentes y que se lleven a cabo simulacros de evacuación para su actuación en caso de incendios o fugas.
12. Dar a conocer el Programa para la Prevención de Accidentes a la unidad de protección civil estatal y a la unidad municipal correspondiente.

- 16 Contar con un el programa de mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo.
- 17 Llevar registros de control, con el objeto de constatar que las actividades de mantenimiento se realizan de una manera eficiente y para reducir los riesgos que se puedan generar debido a fallas en componentes mecánicos, instrumentación en general, y en la integridad mecánica de los equipos de la planta.
- 18 Elaborar y poner en práctica un programa de capacitación dirigido al personal operativo, en relación a los procedimientos establecidos para la ejecución de las actividades de mantenimiento,
- 19 Realizar simulacros de tal manera que se asegure la eficiente capacidad de respuesta, ante una emergencia o simplemente para la ejecución de las actividades de mantenimiento, con el fin de prevenir la afectación a la instalación, debido a maniobras erróneas por parte de los operadores,
- 20 Elaborar y poner en práctica una lista de verificación para la operación de cada uno de los equipos o sistemas y accesorios, con el objeto de llevar un control en cuanto a la integridad mecánica de las mismas,
- 21 Las actividades de verificación visual, se deberán realizar diariamente, y al detectar alguna anomalía en la instalación, actuar correctamente con apego a los procedimientos establecidos,
- 22 Mantener en buen estado los letreros y señalamientos alusivos al peligro que representa la instalación, con el objeto de alertar a las personas que transitan por dicha zona,

III.1.1 Sistema de seguridad

Describir a detalle los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios. Incluir un plano a escala mínima 1:5,000 indicando la localización de los equipos, dispositivos, y sistemas de seguridad.

III.1.2 Medidas Preventivas

Indicar las medidas preventivas, incluidos los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal del proyecto, para evitar el deterioro del ambiente, además de aquellas medidas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

En ninguna de las colindancias de la planta se desarrollan actividades que pongan en peligro la operación normal de la planta, ya que por sus cuatro linderos colinda con terrenos de uso destinado para la agricultura de temporal.

La ubicación de esta planta, por no tener ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos a la operación normal de la planta, se considera técnicamente correcta.

Por otra parte, la instalación contempla medidas de seguridad en todos sus ámbitos, como se especifica en el Capítulo V.- Medidas de Seguridad y Contra Incendios, de la Memoria Técnico Descriptiva y Justificativa. Este capítulo considera los siguientes temas:

- Rótulos de Prevención, Pintura de Protección y Colores de Identificación.
- Sistema de Seguridad por Medio de Extintores.
- Equipos de Seguridad.
- Herramientas y Ropa de los Operarios.
- Sistema Contra Incendios a Base de Agua por Aspersión.
- Alarmas contra incendio y válvulas de cierre de emergencia automáticas.

Para el presente caso, no se espera que haya afectaciones al entorno; primero debido a que las instalaciones se localizan en medio de terrenos sin actividad que le sirven de barreras naturales para la protección de terceros ya que en caso de accidente por explosión las ondas de sobrepresión se disiparían antes de encontrarse con personas o actividades de terceros y en segundo lugar, dado que las medidas de seguridad que tiene implementada la planta hacen poco factible la ocurrencia de un evento de repercusiones severas.

Por otra parte, aun cuando la planta cuenta con las medidas de prevención y control suficientes de acuerdo con la legislación en vigor y las prácticas de ingeniería, se da cumplimiento a lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en el sentido de que las Actividades Altamente Riesgosas deben elaborar y mantener actualizado un **PROGRAMA PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES**, el cual será elaborado cubriendo de manera detallada todos los aspectos señalados en la Guía para la Elaboración de Programas de Prevención de Accidentes que maneja la SEMARNAT que es la entidad reguladora en la materia.

Las acciones y medidas de seguridad que habrán de tomarse ante una contingencia, ya sea en un estado de alarma, una emergencia o una situación de desastre potencial, deberán estar contenidas en las respectivas secciones del Programa para la Prevención de Accidentes en su Nivel Interno arriba especificado.

El diseño de la planta previó todas las medidas de seguridad en el sistema eléctrico, la implementación de guías de colores, cierre de válvulas automático, distancias mínimas, buena ubicación, urbanización, recipientes de almacenamiento de acuerdo a norma, tuberías, accesorios, medidores de suministro, maquinaria, rótulos de prevención, pintura y colores distintivos, certificados de capacitación de los empleados que laboran en la planta.

Se aseguró que la construcción de la Planta de Distribución se realizara cumpliendo con la normatividad aplicable en la materia, de forma que todos los procesos de construcción pasaron por un proceso de certificación que aseguro la calidad de materiales y los procedimientos constructivos.

En todo momento la construcción e instalación se hizo de acuerdo con las normas y reglamentos que establecen especificaciones muy estrictas sobre la calidad de materiales y procedimientos de construcción que garantizan las condiciones de seguridad de las mismas, se establecieron los procedimientos para construcción pruebas en soldaduras y de hermeticidad, además de requerir y establecer la obligatoriedad de las medidas de prevención.

Otra medida de prevención es el Proceso de Certificación de materiales, procedimientos constructivos y de establecimientos de medidas y sistemas de seguridad el cual se cumplió durante la construcción de la planta.

En esta Planta de Distribución de Gas L.P. se tienen instalados equipos, dispositivos y sistemas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios, a saber:

El sistema contra incendio, que es objeto de inspección y mantenimiento de forma constante, se considera el aspecto medular en el sistema de seguridad de la instalación y su diseño se apega a lo establecido por la NOM-001-SEDG-1996 Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. Diseño y Construcción y el cual, de acuerdo a los radios de alcance de los hidrantes, está ubicado de acuerdo con la Norma.

Sistema de protección por medio de agua.

El tanque de almacenamiento cuenta con un sistema de diluvio para el enfriamiento de la placa del tanque en el caso de que se llegue a presentar un incendio.

Criterios Técnicos y de Seguridad de la instalación.

- ✓ Los Predios colindantes y sus construcciones están libres de riesgos probables para la seguridad de la Planta.
- ✓ No existen líneas de alta tensión que crucen el predio ya sean aéreas o por ductos bajo tierra, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la Planta.
- ✓ Los Suelos son estables y no presentan alto riesgo de hundimientos o deslizamientos e inundaciones.
- ✓ Se cuenta con acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos.
- ✓ No se encontraron obstáculos importantes para la ejecución de las obras.
- ✓ Se tienen Rutas de acceso directo.

MEDIDAS CONTRA INCENDIO

Descripción de los componentes del sistema:

- a) **Extintores manuales:** como medida de seguridad y como prevención contra incendio se cuenta con extintores de polvo químico seco de tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes y a una altura de 1.50 máxima y 1.20 m mínima, medida del piso a la parte más alta del extintor.

- en área de almacenamiento.
- en muelle de llenado
- en tomas de recepción.
- en tomas de suministro de autotanques.
- en toma de carburación autoconsumo.
- en bombas
- en compresores
- en el cuarto de equipo contra incendio
- junto a tablero eléctrico (bióxido de carbono)
- en oficinas
- en sanitarios
- en caseta de vigilancia.
- en estacionamientos.
- en sistema de vaciado de recipientes transportables.
- en talleres

Extintor de carretilla: Se cuenta con dos extintores de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, los cuales se localizan en la zona de almacenamiento.

Manejo de agua a presión.

Para el manejo de agua a presión se cuenta con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

1. Una cisterna de agua que tiene una capacidad de almacenamiento de 107,80 m³ de agua. Este recinto se localiza a un costado del cuarto de equipo contra incendio y está construido con concreto armado. Su llenado se realiza a base de pipas.
2. El cuarto de equipo contra incendio se ubica anexo a la cisterna con dimensiones en Planta de 5,50 x 5,00 metros y altura de 3,00 metros, y cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

- Bomba con motor de combustión interna de 110 HP y gasto de 3000 LPM a 5,0 kg/cm².
- Bomba con motor eléctrico de 60 HP y gasto de 3000 LPM a 5,0 kg/cm².
- Bomba jockey con motor eléctrico de 2,5 HP.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

- ✓ Tres hidrantes y el riego de un tanque de Gas LP.
- ✓ Para el enfriamiento del tanque, se cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro.

La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

Tubería y elementos de rociado para el tanque:

El tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por la parte superior del mismo.

Estas tuberías son de 51 mm de diámetro. Los tubos se instalaron a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda la longitud.

Las tuberías están soportadas mecánicamente en su parte central por la propia tubería alimentadora y hacia los lados por soportes apoyados sobre el tanque hacia cada lado de la tubería central. Estos soportes están contruidos de solera de fierro de 4" x 5/16" en forma de una semicirculo, el anillo de soterá formado tiene por su cara interior un separador de asbesto de 1/16" de espesor y lleva por su cara exterior dos tramos de canal de acero de 3" con longitud de 85 cms. soldados radicalmente a 90° reforzados cada uno con dos cartabones triangulares de placa de acero soldados sobre canal y solera y en el extremo libre una abrazadera "U" de 2" que soporta a los tubos de distribución de rociado.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 50 boquillas en el tanque. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto, de cono lleno con un diámetro de entrada de 9.5 mm (3/8") y un gasto individual de 29.5 L.P.M. a una presión de 3 Kg/cm²

ACCESORIOS DE PROTECCIÓN.

A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, los que se adaptarán a cada uno de los vehículos que ingresarán a la misma; se cuenta además con trajes de bombero para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio y se tiene también un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

ALARMAS.

La alarma que se instaló es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta con apoyo visual de confirmación, operando ambos elementos en corriente eléctrica CA 127 V.

COMUNICACIONES.

Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifican los números a marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS más cercana, etc., contando con un criterio preestablecido.

Además, a través del sistema de radiocomunicación con las unidades repartidoras de Gas de Gas L.P. (pipas y cilindreras); se darán instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN PARA ATENCION DE EMERGENCIAS

Dentro de los procedimientos de operación más específicos, podemos citar los siguientes:

I.- Procedimiento de acción en caso de contingencias:

b) Cuando hay una fuga de gas con ausencia de fuego se deberá:

- Dirigirse a la válvula de la línea que esté alimentando la fuga y cerrarla.
- Apagar todo tipo de motor tanto de las unidades como eléctricas, pilotos de la estufa del comedor y del calentador de agua doméstico (boiler) si se tienen, y en general cualquier fuente de ignición. Al mismo tiempo en esta operación notificar a vigilancia para que active la alarma y acuda todo el personal existente en esta operación, siendo el vigilante el encargado de notificarte al cuerpo de bomberos de así requerirse y de necesitarse pedir ayuda a los compañeros para acordonar el área de la planta no permitiendo la circulación en un área de 100 m a la redonda.
- Solicitar ayuda al departamento de mantenimiento, para que traten de controlar la fuga si esta continuase, y además corten la corriente eléctrica en toda el área de llenado y descarga. Al inicio de la fuga, se deberá desconectar el switch general de la planta.
- En el caso de cortar completamente la corriente eléctrica, notificar al departamento de mantenimiento automotriz, para que estén listos en caso de requerirse el motor de combustión interna del sistema de hidrantes contra incendio ellos deberán encenderlo en caso de así necesitarse).
- Como prevención, colocarse en los hidrantes más cercanos y sacar mangueras del gabinete, y sólo en caso de que se inicie algún fuego, hacer funcionar éstos, junto con los aspersores, para evitar un sobrecalentamiento en los tanques de almacenamiento.
- En caso de que lleguen los bomberos, permitir que ellos tomen las medidas que crean pertinentes, y no obstaculizar sus funciones, dándoles todas las facilidades para ello.

2).- Procedimiento de atención en caso de incendio:

- Dirigirse a la(s) válvula(s) de la(s) línea(s) que esté(n) alimentando a la fuga y cerrarlas).
- Solicitar ayuda al departamento de mantenimiento para que traten de controlar la fuga en caso de que ésta continuase, y al mismo tiempo, notificar al vigilante para que suene la alarma y notifique al cuerpo de bomberos de así requerirse.
- En caso de un fuego pequeño, auxiliarse de los extintores del área, para extinguir el fuego, pero si éste no es controlado y pasa a ser de proporciones mayores, accionar el sistema contra incendios en posición para que funcionen los aspersores (enfriando los tanques de almacenamiento), y dirigirse al hidrante más cercano, auxiliado siempre por otro compañero en el manejo de válvulas y posteriormente el manejo de la manguera.

- Siempre cumplir con los programas de mantenimiento y capacitación.

En cuanto a medidas de seguridad en la operación de la planta de Gas L. P., para disminuir el riesgo potencial se controla la cantidad almacenada de gas conforme a lo siguiente:

- El nivel máximo de llenado del tanque de almacenamiento será del 85% de su capacidad.

Normas de transportación para el manejo de: materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.

La transportación, el almacenamiento y el manejo del Gas L. P., se realiza con estricto apego a la legislación vigente para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente y a la normatividad de seguridad y operación expedidas por la secretaria del Trabajo y Previsión Social para este tipo de establecimientos.

El transporte de gas a la planta se realiza mediante unidades de la Paraestatal Petróleos Mexicanos, la cual cuenta con su propio procedimiento hasta el punto de entrega que es el tanque de almacenamiento de la planta.

Rutas de traslado de sustancias que se consideran toxicas, inflamables, explosivas, etc.

El Gas L. P. es abastecido por Petróleos Mexicanos mediante carros tanque especialmente diseñados para ello, siendo las rutas de traslado y acceso las carreteras federales y dentro de poblaciones por las avenidas con menos tráfico

Entrenamiento para capacitación de los operarios del transporte:

Los operadores de las unidades de transporte de Gas L. P., son entrenados por la paraestatal Petróleos Mexicanos y certificados, conforme a los lineamientos establecidos en el Reglamento para el manejo y transporte de sustancias peligrosas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Estas medidas se pueden ver en lo planos de la memoria técnica de la planta civil, mecánico, eléctrico y de contraincendios que se presentan en anexo.

IV. RESUMEN

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

La empresa Noel es consciente del riesgo que representa una instalación de éste tipo por lo que su compromiso ha sido observar las medidas de seguridad necesarias para mitigar y en su caso, anular los daños que puedan afectar al medio circundante. No obstante lo anterior, la Planta más que nada representan una obra de beneficio hacia la comunidad por la creación de empleos y la prestación de un servicio necesario en su zona de influencia.

Es por esta razón que se considera que las instalaciones operan con las medidas de prevención y seguridad necesarias para el desarrollo de las actividades, de tal forma que éstas no incidan de forma negativa sobre el ambiente, puntualizando que se han seguido al pie de la letra las especificaciones de diseño y construcción que la Secretaría de Energía y demás instancias regulatorias de gobierno han dictado para este tipo de instalaciones.

El sitio de localización de la planta de almacenamiento de gas L.P., se encuentra fuera de la posible influencia de áreas naturales con interés especial y/o ecosistemas excepcionales que pudieran verse perjudicadas con la realización de la obra.

No existen cuerpos de agua en su cercanía y tanto la flora como la fauna son de amplia distribución ya que en las colindancias el uso de suelo ya fue impactado con anterioridad y ahora solo hay agricultura de temporal.

En este sentido, es importante mencionar que, dentro de las prioridades de seguridad, se ha considerado el aspecto de capacitación del personal y el mantenimiento de los equipos de almacenamiento, trasiego y transporte del Gas L.P. incluyendo los accesorios, válvulas y tuberías, así como la revisión permanente del sistema contra incendios.

Al revisar y analizar la información correspondiente a las instalaciones objeto de estudio desde su fase de diseño, y al verificar su operación, no se encontraron desviaciones que comprometan la seguridad de la instalación y que eventualmente puedan significar un riesgo para la planta y sus alrededores.

Otra cualidad del predio donde se ubica la planta de Gas L. P., es que la zona carece de barreras naturales o artificiales que se opongan al viento, lo que evitaría la acumulación de Gas en caso de que se presentara alguna posible fuga.

La planta realiza actividades altamente riesgosas, puesto que la cantidad de Gas L.P., sustancia considerada en el segundo listado de actividades altamente riesgosas, rebasa la cantidad de reporte.

En toda actividad donde se manejan sustancias peligrosas, siempre estará inherente la probabilidad de que ocurra algún accidente, este puede ser de mínimas o grandes consecuencias, dependiendo de la precaución

que se tenga en el manejo de dichas sustancias, de las cantidades almacenadas y de los sistemas de seguridad con que se cuente, tanto en los contenedores como en las instalaciones a través de las cuales se transportan estas; además hay que tomar en cuenta el grado de entrenamiento que reciba el personal que las maneja, la rapidez con que se aplique el Programa para la Prevención de Accidentes, la evacuación de personal y la población afectada. Este último punto es de vital importancia, ya que el tiempo es un factor sumamente importante para dar aviso a la población que se encuentre en la zona de influencia del evento, y que pueda tomar la ruta más cercana y adecuada para alejarse de la zona de riesgo.

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

Con relación al riesgo ambiental que presenta la planta podemos mencionar que es de una categoría mucho más bajo que en cualquier otra planta de almacenamiento de gas. Un factor importante que avala lo antes dicho es que en la planta solamente se realiza el llenado de pipas de reparto y de cilindros de uso doméstico para reparto domiciliario y que no existe la presencia de otras actividades en su colindancia por los cuatro costados.

No se cuenta con estación de carburación y no hay venta al público dentro de las instalaciones.

El proyecto no se encuentra próximo a centros de recreación o concentración masiva de personas tales como; Escuelas, Hospitales, Cines, Centros Comerciales o de Servicios, no se encuentra asociada a otras actividades industriales que se pueden considerar incompatibles.

El proyecto tampoco se encuentra próximo a centros de recreación o concentración de sitios con características ecológicas relevantes ni sitios históricos o culturales importantes. El proyecto solo considera un tanque de almacenamiento, por lo que las obras solo afectan el área de su ubicación. El proyecto se construirá en un área donde no existe vegetación natural por lo que los impactos sobre el medio natural serán mínimos, tanto en fase de preparación del terreno, como en la fase de construcción.

La planta previó todas las posibilidades de riesgo desde su etapa de diseño y por esta razón se considera acorde con la legislación ambiental.

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Las tablas del Informe Técnico se encuentran al final de este documento

Se presenta en anexo.

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO.

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 Planos de localización

Se elaborarán los planos que se describen en la presente guía. Deberán contener por lo menos: el título; el número o clave de identificación; los nombres y firmas de quien lo elaboró, de quien lo revisó, y de quien lo autorizó; la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas; escala, y orientación.

Los planos deberán ser legibles y presentarse en hojas tamaño plano, describiendo y señalando las colindancias del proyecto, así como la ubicación de zonas vulnerables o puntos de interés (asentamientos humanos, hospitales, escuelas, parques mercados, centros religiosos, áreas naturales protegidas, y zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.) indicando claramente el distanciamiento a las mismas.

V.1.2 Fotografías

Integrar un anexo fotográfico en el que se identifique el número de la fotografía y se describan de manera breve los aspectos que se desea destacar del proyecto. El anexo fotográfico deberá acompañarse de un plano en el que se indiquen los puntos y direcciones de las tomas, mismas que se deberán identificar con numeración consecutiva y relacionarse con el texto.

V.1.3 Videos

De manera opcional se puede anexar un videocasete con grabación del sitio. Se deberá identificar la toma e incluir la plantilla técnica que describa el tipo de toma (planos generales, medianos, cerrados, etc.), así como un plano donde se ubiquen los puntos y dirección de las tomas y los recorridos con cámara encendida.

V.2 Otros Anexos

Presentar las memorias y documentación que se utilizó para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.

- a) Documentos legales. Copia de autorizaciones, concesiones, escrituras, etc.
- b) Cartografía consultada (INEGI; Secretaría de Marina; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación, etc.)
- c) Autorizaciones y permisos.
- d) Memorias descriptivas de la(s) metodología(s) utilizada(s).
- e) Memoria técnica de la(s) modelación(es).
- f) Memoria técnico descriptiva y justificativa del proyecto civil, mecánico, eléctrico, y sistema contra incendio.
- g) Análisis de posibles riesgos de contaminación hacia el suelo y los recursos hídricos y subterráneos, que incluya:
 - Caracterización de los materiales o residuos que serán manejados o depositados en el sitio, anexando la información toxicológica de las sustancias peligrosas identificadas.
 - Identificación de los niveles de contaminación en el medio (agua, agua subterránea, agua superficial, suelo, sedimentos, etc.).
 - Características ambientales que afectan el destino y transporte de los contaminantes.
 - a. Geológicas y geohidrológicas (realizar los estudios geológicos, geofísicos e hidrológicos del sitio).
 - b. Topográficas.
 - c. Corrientes superficiales (permanentes y temporales).
 - d. Atmosféricas (dirección de los vientos dominantes, velocidad del viento, etc.)
 - Población potencialmente expuesta.
 - Biota potencialmente expuesta.
 - Identificar los puntos, rutas y vías de exposición hacia la población y biota expuesta.
 - Con base en la información anterior, analizar el comportamiento de los contaminantes en el ambiente (entre otros aspectos, detectar el tiempo en que llegaría una concentración de sustancias a los mantos freáticos que pudiera causar problemas de contaminación) y su afectación hacia la biota y la población, por su exposición cronológica a los mismos. Estimar la concentración por la exposición a los contaminantes.
 - Recomendaciones para reducir la exposición y afectaciones hacia el ambiente.