ANÁLISIS DE RIESGO

SECTOR HIDROCARBUROS

PROYECTO:

"APROVECHAMIENTO DE UN ESPACIO PARA UNA NUEVA PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

A SER UBICADA EN:

KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSE LOPEZ PORTILLO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, ESTADO DE COAHUILA, C.P. 25350.

PROMOVENTE:

GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.

Agosto de 2020.

Elaborado por:

ASESORÍA AMBIENTAL INTEGRAL

- ÍNDICE -

CONTENIDO	PAG
INTRODUCCIÓN.	7
ANTECEDENTES.	10
JUSTIFICACIÓN.	12
OBJETIVOS.	14
ALCANCE.	18
I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	22
I.1. PROMOVENTE.	22
I.1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA U ORGANISMO.	22
I.1.2 UBICACIÓN DEL TERRENO.	22
I.1.3 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES.	22
I.1.3.1 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.	22
I.1.4. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES Y CÉDULA ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL.	22
1.1.5. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.	22
1.1.6 ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL.	23
1.1.7. NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE.	23
1.1.8. INVERSIÓN ESTIMADA EN MONEDA NACIONAL.	23
I.2. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	24
I.2.1. NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	24
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	24
I.2.3. CÉDULA ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN Y NÚMERO DE CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	24
I.2.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO.	24
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.	25
II.1. UBICACIÓN DEL TERRENO PARA LA NUEVA PLANTA.	25

II.1.1. SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO PARA EL PROYECTO.	26
II.1.3. PROYECTO Y/O INSTALACIÓN. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.	29
II.1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OPERACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.	31
II.2. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.	33
II.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROGRAMADAS	34
II.2.2 PROYECTO Y/O INSTALACIONES A OPERAR	47
II.2.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO (OPERACIONES)	48
II.2.4. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO	59
II.2.5. LISTAR TODAS LAS MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS MANEJADOS EN EL PROCESO, SEÑALANDO AQUELLAS QUE SE ENCUENTREN EN LOS LISTADOS DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS. ESPECIFICANDO SUSTANCIA, CANTIDAD MÁXIMA DE ALMACENAMIENTO EN KG, FLUJO EN M^3/H O MILLONES DE PIES CÚBICOS ESTÁNDAR POR DÍA (MPCSD), CONCENTRACIÓN, CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN, TIPO DE ALMACENAMIENTO Y EQUIPO DE SEGURIDAD.	60
II.2.5.1. CANTIDADES DE SUSTANCIAS RIESGOSAS QUE SE MANEJARÁN, INCLUYENDO LAS HOJAS DE SEGURIDAD DE CADA UNA DE ELLAS.	62
II.2.5.2. HOJAS DE SEGURIDAD.	63
II.2.5.3. ALMACENAMIENTO.	72
II.2.5.4. SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD.	84
II.2.5.5._DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES A EMPLEAR DURANTE LAS OBRAS PARA EL PROYECTO DE LA NUEVA PLANTA (ESTIMACIONES)	95
II.2.6. CONDICIONES DE OPERACIÓN.	98
II.2.6.1. BALANCE DE MATERIA.	98
II.2.6.2. TEMPERATURAS Y PRESIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN.	99
II.2.6.3. ESTADO FÍSICO DE LAS DIVERSAS CORRIENTES DEL PROCESO.	99
II.2.6.4. CARACTERÍSTICAS DEL RÉGIMEN OPERATIVO DE LA INSTALACIÓN (CONTINUO O POR LOTES).	99
II.2.6.5. DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN (DTI´S) CON BASE EN LA INGENIERÍA DE DETALLE Y CON LA SIMBOLOGÍA CORRESPONDIENTE.	99
II.2.6.6. UBICACIÓN FÍSICA DE DEL TERRENO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.	100
II.2.7. DUCTOS.	116
II.3. POZOS.	116
II.4. TRANSPORTE DISTINTO A DUCTOS.	116

II.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO (ACTIVIDADES).	117
II.5.1. FECHA DE INICIO DE OPERACIONES.	117
II.5.2. PLANES DE CRECIMIENTO A FUTURO, SEÑALANDO LA FECHA ESTIMADA DE REALIZACIÓN.	117
II.5.3. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.	117
II.5.4. USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO (EL POLÍGONO), Y EN SUS COLINDANCIAS.	117
III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.	120
III.1 CARACTERIZACIÓN SOCIO AMBIENTAL EN LA ZONA DEL PROYECTO (INFORMACIÓN DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO)	124
III.1.1. UBICACIÓN DEL PREDIO.	124
III.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.	124
IV. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.	141
IV.1. IDENTIFICACIÓN DE SUCESOS NO DESEADOS, QUE PUEDEN LLEVAR A LA MATERIALIZACIÓN DE UN PELIGRO.	142
IV.1.1. METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN PARA UN ANÁLISIS PRELIMINAR.	142
IV.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES.	143
IV.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS.	149
IV.3.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO.	149
IV.3.2. CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.	151
IV.3.3. SELECCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS.	152
IV.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS MEDIANTE LISTAS DE VERIFICACIÓN.	153
IV.5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.	162
IV.5.1. JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS.	163
IV.5.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.	166
IV.5.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS.	166
IV.5.3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO PARA LA PLANTA DE GAS PROYECTADA.	170
IV.5.4. MÉTODO HAZOP PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.	172
IV.5.5. APLICACIÓN DEL MÉTODO HAZOP PARA LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO.	179

IV.5.5.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE CADA RIESGO, UTILIZANDO METODOLOGÍAS ACEPTADAS	184
IV.5.6. RESULTADO DE LA APLICACIÓN DEL HAZOP Y LA MATRIZ DE RIESGO.	188
IV.5.6.1. RESULTADOS DE LA CALIFICACIÓN DE RIESGOS.	191
IV.5.6.2. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS QUE PUEDEN SUSCITARSE Y DEL EVENTO MÁXIMO PROBABLE Y CATASTRÓFICO.	192
IV.5.6.3. IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO MÁXIMO PROBABLE Y ADVERSO.	193
IV.5.6.4. ANÁLISIS DE CAPAS (O BARRERAS) DE PROTECCIÓN, LOPA (LAYER OF PROTECTION ANALYSIS)	193
IV.6. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS. (DETERMINACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN).	195
IV.6.1. CONDICIONES BAJO LAS CUALES SE REALIZAN LAS SIMULACIONES.	199
IV.6.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES, INDICANDO LA SITUACIÓN DE RIESGO DETECTADA Y EL ACCIDENTE POTENCIAL.	202
IV.6.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS USANDO EL MODELO SCRI FUEGO 2.2.	202
IV.6.4. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.	229
IV.6.4.2. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DE LA MODELACIÓN.	236
IV.7. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIA (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN)	243
V. ANÁLISIS DE RIESGO A TRAVÉS DEL MÉTODO LOPA (ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN).	248
V.1 MARCO CONCEPTUAL.	248
V.2 ANÁLISIS DE RIESGOS.	249
V.3 METODOLOGÍA.	255
V.4 DESARROLLO DE ANÁLISIS DE RIESGO.	271
V.4.1 CRITERIOS PARA CAMBIAR DEL MÉTODO HAZOP A LA METODOLOGÍA [LOPA].	271
V.4.2 EJEMPLO DEL MÉTODO DEL ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN [LOPA]	276
V.5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LOPA.	279
V.5.1 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS EN EL ÁREA DE ABASTO.	283
V.6. CONCLUSIONES	285
V.7 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.	285

V.8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.	285
V.9 INTERACCIONES DE RIESGO.	286
VI. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES Y/O ALARP, (*AS LOW AS REASONABLY PRACTICABLE*, TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE FACTIBLE)	299
VI.1. MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.	299
VI.2. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.	301
VI.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.	302
VI.4. MEDIDAS PREVENTIVAS ADICIONALES.	308
VI.5. RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES GENERADAS DURANTE LA OPERACIÓN.	321
VI.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	322
VII. RESUMEN EJECUTIVO.	325
VII.1. RECOMENDACIONES FINALES.	327
VII.3. INFORME TÉCNICO DE RIESGO DE RIESGO	329
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	330
VIII.1. METODOLOGÍA PARA RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	330
VIII.2. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.	331
VIII.3. CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE FUENTES DE DATOS.	332
VIII.4. FOTOGRAFÍAS.	332
VIII.5. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.	332
DEFINICIONES	333
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.	338
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	339

- ÍNDICE DE ANEXOS -

SECCIÓN DE ANEXOS.
ANEXOS DOCUMENTALES.
I. COPIA SIMPLE DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL DEL PROMOVENTE.
II. COPIA SIMPLE DE R.F.C. DE LA EMPRESA.
III. COPIA DE ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA.
IV. COPIA SIMPLE DE PODER NOTARIAL OTORGADO AL REPRESENTANTE LEGAL.
V. COPIA SIMPLE DE CEDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.
VI. COPIAS SIMPLES DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL, Y RFC DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO.
VII. COPIA DEL RESUMEN EJECUTIVO DE ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.
VIII. COPIA SIMPLE Y PRESENTACIÓN DEL ORIGINAL DEL COMPROBANTE DEL PAGO DE DERECHOS.
IX. INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE RIESGO.
X. MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO.
ANEXOS GRÁFICOS.
XI. PLANO CIVIL EN LA ESCALA QUE SE SEÑALA.
XII. PLANO ELÉCTRICO EN LA ESCALA QUE SE SEÑALA.
XIII. PLANO MECÁNICO EN LA ESCALA QUE SE SEÑALA.
XIV. PLANO DE ARREGLO GENERAL DE EQUIPOS EN LA ESCALA QUE SE SEÑALA.
XV. PLANO ISOMÉTRICO.
XVI. PLANO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO.
XVII. DIAGRAMAS DE PÉTALOS CON ZONAS DE ALTO RIESGO Y DE AMORTIGUAMIENTO EN PLANOS A ESCALA 1:100 DE LOS EVENTOS SIMULADOS MEDIANTE EL PROGRAMA SCRI 2.2.

INTRODUCCIÓN.

El uso de ciertos combustibles se hace indispensable para llevar a cabo varias actividades cotidianas actuales. Su extracción y manejo se ha extendido por todo el planeta ya que se trata de una fuente de energía que impulsa el desarrollo de la sociedad manteniendo un satisfactor básico para cualquier país, sobre todo, tratándose de aquellos combustibles con menores emisiones contaminantes, menores riesgos, menor costo y fácil manejo, tal es el caso del gas Licuado de Petróleo conocido popularmente como L.P. (mezcla propano y butano).

El gas licuado de petróleo (gas L.P.) es un combustible que tiene un gran impacto social, se trata de uno de los energéticos más utilizados en México, lo que origina que sea identificada como la nación con el mayor consumo anual con 74 kg per *cápita*. En 2006, más del 75% de los hogares mexicanos utilizaron *GLP* como fuente básica de energía; siendo así, 9.02 millones de hogares con 90 millones de mexicanos, se abastecieron del energético vía recipientes transportable (cilindros) y 8.33 millones, vía tanques estacionarios. (Dirección General de Gas L.P. México 2008).

También en el sector de autotransporte, el uso del gas L.P., se extendió a partir de 1998; gracias a su bajo costo los usuarios de carga optaron por instalar convertidores en sus unidades para alternar el uso de gasolina con el gas, lo cual representaba grandes ahorros y mayor competitividad, detonando en el sector agrícola con mejores precios de productos y menores tiempos de traslado de mercancías.

La demanda de gas L.P. como combustible implica no solo la necesidad del combustible disponible cerca de los lugares donde la población se establece y procura sus actividades, sino que se requiere cumplir con una planeación estratégica de regulaciones legales que imponen requisitos básicos para operar los centros de distribución del gas L.P.

En concordancia con lo anterior, es necesario contar con los mecanismos que permitan dilucidar si una actividad a desarrollar o ampliar, es compatible con las regulaciones de uso de suelo, si las operaciones cubren los requisitos de seguridad y prevención de riesgos (peligros), desde su diseño; si cumplen con la normatividad aplicable en materia de especificaciones de los materiales y distancias de seguridad que deben cumplir de acuerdo al tipo de actividades; conocer las medidas de prevención y atención de emergencias y disponer de los recursos materiales y humanos necesarios para disminuir las consecuencias en caso de un evento incidental por fuga del combustible gaseoso manejado (Se manejará como líquido se libera como gas); para lograr

este objetivo será necesario conocer el entorno del terreno donde se pretende desarrollar las obra o y actividades proyectadas, el tipo de sustancias a utilizar y el detalle de las operaciones esperadas, con énfasis especial en identificar en primer términos; los peligros de las actividades, su evaluación y establecer si esos riesgos son aceptables o requieren medidas de prevención y control adicionales.

Gas Express Nieto, es una empresa mexicana que fue fundada en 1939 en Celaya, Guanajuato, tiene presencia en 80% del mercado nacional. Distribuye gas LP para uso doméstico, comercial, industrial y vehicular, emplea a más de 4,000 trabajadores directos y cuenta con más de 1,000 unidades de reparto en 35 plantas distribuidoras ubicadas a lo largo de todo el territorio nacional. De acuerdo con información interna, Gas Express Nieto se sitúa entre las 4 mayores distribuidoras mexicanas de gas L.P., logrando la cobertura de alrededor de 80% del territorio. Grupo Nieto, a través de su subsidiaria Autotanques Nieto, se encarga del transporte terrestre de líquidos sujetos a presión, entre ellos el gas LP. Dispone de más de 100 tracto camiones para el transporte del gas.

POLÍTICA DE CALIDAD

Somos una empresa cuyo objetivo es alcanzar la excelencia en el servicio, satisfaciendo las necesidades de gas L.P. de nuestros clientes tomando en cuenta las siguientes premisas:

a) El cumplimiento de los requerimientos y expectativas de nuestros clientes en términos de oportunidad, amabilidad, seguridad y exactitud.

b) Brindar un servicio seguro para nuestros clientes, la comunidad y el medio ambiente.

c) Obtener un crecimiento financiero sólido y sostenido, congruente con las directrices corporativas.

d) El desarrollo personal de todos los que laboramos en esta organización.

e) Mantener nuestra buena imagen corporativa ante nuestros clientes y la comunidad.

f) El desarrollo integral de los que colaboran con Gas Express Nieto.

g) Basar nuestro sistema de administración en los requisitos de la normativa ISO- 9001.

h) La identificación de oportunidades de mejora y el establecimiento periódico de objetivos de calidad.

i) La búsqueda de la excelencia a través de la mejora continua.

Gas Express Nieto, consciente de que la seguridad es parte vital de los valores y procedimientos para una buena operación en el servicio de venta y distribución del combustible, y con la finalidad de atender eficazmente la creciente demanda de este insumo por los usuarios de los diferentes sectores sociales, se han decidido a invertir los recursos necesarios para construir una nueva planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., aprovechando de que dispone de un terreno ya modificado respecto a sus condiciones ambientales, topográficas, de ubicación y usos factibles del suelo, ya que la zona de su ubicación presenta múltiples actividades de servicios, comerciales, micro industriales, de crecimiento urbano y tendencias de mayor presencia productiva, ya que colinda con la cabecera municipal de Saltillo, incluso se comparten vialidades entre ambos municipios hacia esta zona (Saltillo y Arteaga, Coahuila), razón por la cual se elabora el presente Estudio de Riesgo, con la finalidad de cumplir con lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico en su artículo 147; así como lo establecido en el artículo 7 de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos adicionalmente se logrará prever el escenario y situación general que presentará la planta de gas, referente a los potenciales riesgos que pueden derivarse de las actividades de manejo del combustible, para de esa manera considerar las medidas preventivas y de respuesta a emergencia, que eviten o reduzcan los efectos y alcance de un incidente operativo con consecuencias al exterior de las futuras instalaciones.

Al margen de lo anterior, partiendo de las condiciones y requisitos que debe cumplir desde el diseño de obras y equipamiento de una planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.; cubriendo las especificaciones establecidas en la NOM-001-SESH-2014, se vislumbran amplias expectativas de funcionalidad y viabilidad tanto en materia de impacto ambiental, como en el nivel de riesgo ambiental que podrían significar las operaciones de manejo del combustible en la planta proyectada, lo anterior con el objetivo básico de conocer en materia de riesgos o peligros; si las obras, equipos y recursos humanos con se contará, podrían generar consecuencias para las propias instalaciones, población vulnerable (en su caso) e instalaciones y bienes de terceros o bien factores del ambiente en el entorno.

Mientras que por el contrario el aspecto social y económico de la zona y en general de la región se verá ampliamente beneficiado, ya que se estima influir en un amplio mercado potencial, que considera abarcar en la región unos 400 mil habitantes, con lo que conlleva el contribuir en la generación de empleos, demanda de bienes y servicios y en general al generar mayor flujo comercial.

ANTECEDENTES.

El empleo y manejo inadecuado de sustancias químicas peligrosas en la industria, así como los cambios tecnológicos sin la planeación técnica adecuada; que contemplen la interacción de los procesos con el entorno operativo y el ambiente, han provocado un incremento en los riesgos de accidentes no controlados en las empresas, dando como resultado daños personales, daños a la propiedad y al medio ambiente. La información generada por las empresas en el manejo de sustancias peligrosas es fundamental, para que en conjunto con las autoridades locales y federales se puedan establecer los mecanismos de manejo y transporte de éstas, para que, en caso de accidente, éste se pueda atender en forma conjunta y se minimicen los riesgos que ponen en peligro a la comunidad, el ambiente y los bienes materiales de las empresas.

Asimismo, la magnitud del daño que pudiera provocar un accidente causado por sustancias químicas peligrosas, está en relación directa con la presencia de una serie de factores tales como: las características del terreno o instalaciones donde se realizan actividades, los procesos utilizados y volumen o frecuencia de las actividades; las condiciones meteorológicas existentes en el área en el momento del accidente y los volúmenes y cantidad de sustancia liberada al ambiente, por lo que el Gobierno Federal en conjunto con los Gobiernos Estatales, han establecido disposiciones legales y emprendido acciones para disminuir los riesgos en las actividades de servicios e industriales y enfrentar contingencias derivadas de las Actividades consideradas como Altamente Riesgosas, una de estas acciones consiste en la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental por parte de quienes realicen tales actividades.

El criterio empleado para su realización se basa en la posibilidad que ocurran siniestros provocados por el manejo de sustancias peligrosas y la necesidad de estudios y programas adecuados para evitar que éstos puedan tener consecuencias de desastre o calamidad.

El proyecto para instalar esta nueva planta de almacenamiento de gas L.P., se ubicará alejada de zonas de alta densidad poblacional, donde las actividades preponderantes son de servicios y comerciales, y en un radio de 1000 metros con actividades similares servicios mixtos y viviendas dispersas.

De esta manera, la empresa Gas Express Nieto, S.A. de C.V. pretende crear la infraestructura suficiente en una fracción de terreno de su propiedad destinando 6,825.5 m^2 de superficie

para tal proyecto, el predio se ubica hacia el punto lateral del Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila, donde se operará con un tanque de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros base agua, por lo que las actividades que se someten a evaluación en materia de impacto y riesgo ambiental (en este documento para efectos de riesgo), serán obras y actividades para manejo de gas L.P. mediante planta de almacenamiento en la zona de actividades mixtas al noroeste del municipio de Arteaga, Coahuila.

La evaluación de peligros y análisis de consecuencias que deriven del presente estudio, permitirá a su vez el poder identificar situaciones de riesgo inaceptable y en su caso cumplir con todas las obligaciones que dispongan las diferentes dependencias que rigen la operación de las empresas del sector hidrocarburos en el país, en las cuales se realicen actividades altamente riesgosas; inclusive, posibilitará evaluar la idoneidad de los medios de prevención y respuesta ante casos de emergencia durante el manejo del gas L.P., que minimicen las consecuencias en caso de presentarse un evento riesgoso durante las actividades, ello coadyuvará a salvaguardar la integridad del sistema en su conjunto (área de influencia), dando paso a su vez al Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), que se generará también, en consecuencia.

En base a lo anterior se presenta el actual Estudio de Riesgo Ambiental; reconociendo además la autoridad específica de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), para otorgar las autorizaciones en materia de **riesgo ambiental en este tipo de instalaciones.**

El estudio en su contexto, objeto y alcance considera sólo el manejo de gas L.P., de manera específica, ya que es la única sustancia de alto riesgo, que además por sus características, representa riesgos de explosividad e incendio, constituyendo un potencial peligro cuando su manejo no se realice bajo los lineamientos operacionales y de seguridad, de acuerdo a los programas establecidos por la organización. Lo anterior, sin descuidar la posibilidad de cualquier otra sustancia o actividad que pudiera interaccionar con las operaciones y el manejo de gas L.P., en el interior de La futura planta y las colindancias, para conocer el posible efecto dominó y en su caso prever planes y programas, tanto a nivel interno, como externo.

JUSTIFICACIÓN.

Dentro de los valores organizacionales de la empresa, se encuentra la responsabilidad y la seguridad, entendiendo esto, como el cumplimiento de aquellas regulaciones aplicables al tipo de actividades que se desarrollan en sus instalaciones, que para el presente caso consiste del análisis de instalaciones y operaciones de manejo de gas L.P. proyectadas para la distribución del gas mediante planta de almacenamiento a ser ubicada en la zona de actividades mixtas (de servicios, comerciales, equipamiento y microindustria de Arteaga, Coahuila, donde se realizarán actividades altamente riesgosas, por el volumen de gas a manejar, que sería en un tanque de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros, base agua, lo que sobrepasa la cantidad de reporte que es de 50,000 kilogramos, mientras que, la capacidad operativa de la planta será de 225,000 litros, base agua, ya que el tanque se manejará a menos del 90% de su capacidad o los 225,000 litros, o su equivalencia de 121,500 kilogramos, con lo cual queda clasificada como una actividad altamente riesgosa, al rebasar esa cantidad de reporte establecida en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04 de mayo de 1992.

Basándose en lo anterior, y atendiendo lo señalado en el artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, es que se presenta el actual estudio de riesgo ambiental, acompañando a la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, que incluye actividades altamente riesgosas (MIA-P-R), con la idea que permita conocer el estado esperado de las instalaciones y sus operaciones de trasiego de gas, referente al nivel de riesgo potencial, identificando las áreas, equipos, actividades o procedimientos que puedan ocasionar eventos de consecuencias graves o catastróficas.

Asimismo, considerando que el 2 de marzo del año 2015, entró en vigor la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; donde se establece que a partir de esa fecha, la entidad facultada para regular los diferentes aspectos ambientales del Sector Hidrocarburos (tal como es el presente caso), será la ASEA; por ello, se utilizan las guías y requisitos establecidos en el trámite ASEA-00-032, de acuerdo a lo que establece la Ley de la Agencia en su artículo 7º, y debiendo presentar el estudio de riesgo ambiental, tal como se establece en la LGEEPA artículo 5 párrafo VI, que señala como facultades

de la Federación """VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias""";
Con base en lo anterior, las obras, equipamiento y actividades proyectadas se someten al procedimiento de evaluación en materia de Impacto y Riesgo Ambiental ante la ASEA; tal como se establece en el artículo 7º de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (en lo sucesivo, indistintamente como "LEY DE LA ASEA", lo anterior persiguiendo entre otros objetivos; asegurar el cumplimiento de las regulaciones aplicables; la identificación y evaluación de los riesgos potenciales y verificar las medidas con que se contará previo análisis del diseño de áreas y equipos contenido en la memoria técnica del proyecto, de tal manera que la ASEA valide tal estudio, por el manejo de gas L.P., elaborado conforme a la guía establecida; y acorde a lo establecido en la Ley en sus artículos 5º y 7º. Que señalan lo siguiente:

TÍTULO SEGUNDO.

Atribuciones de la Agencia y Bases de Coordinación Capítulo I.

Artículo 5o.- La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

XVIII. Expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental, a que se refiere el artículo 7 de esta Ley, en los términos de las disposiciones normativas aplicables;

Artículo 7o.- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o (LEY DE LA ASEA), serán los siguientes:

I. **Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos**; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia.

Adicionalmente, en su artículo 3º, señala lo siguiente:

Artículo 3o.- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;

De la misma manera, se considerará además la vulnerabilidad en torno de la nueva planta de almacenamiento, para posteriormente correlacionar las consecuencias en base a los potenciales radios de afectación, determinados mediante un programa de cómputo que simula un escenario con fuga de gas, explosión y/o incendio; posteriormente se establecerá si existe posible interacción con otras instalaciones ubicadas dentro del o los radios de afectación, para finalmente concluir con el resultado de nivel de riesgo de la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., y proponer las medidas adicionales de seguridad (en su caso), tendientes a la minimización y prevención de riesgos.

OBJETIVOS.

El objetivo del análisis de riesgo es contar con un estudio que permita identificar y evaluar las situaciones de riesgo, así como cuantificar las consecuencias en espacio, tipo y efectos que pueden presentarse, como consecuencia de sus operaciones (manejo de gas L.P.), en esta planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., proyectada, lo que le permitirá definir aquellas acciones, procedimientos u obras encaminadas a minimizar las consecuencias en caso de que se presente uno de los eventos considerados en el estudio (recomendaciones técnico-operativas), y de esta manera, propiciar un ambiente de seguridad, tanto para la zona alrededor de esta nueva planta de almacenamiento y distribución, como en las áreas de trabajo, permitiendo con esto que los trabajadores desarrollen una conciencia de alerta continua ante cualquier contingencia, y de esta forma evitar accidentes que alcancen niveles de desastre.

Otro de los objetivos que da origen a un estudio de Riesgo, consiste en proporcionar un panorama de la magnitud del riesgo y la posibilidad de ocurrencia de un evento inesperado, para así tomar las medidas pertinentes y mesurar las consecuencias de una posible fuga de

combustible en el área de manejo y la colindante a las instalaciones proyectadas; de esta manera se podrá detectar aquellas desviaciones de diseño, procedimientos o errores operativos causales de potenciales riesgos que pudieran surgir en la operación y/o mantenimiento de la planta de almacenamiento y distribución.

El análisis y evaluación de las condiciones, características y procedimientos conlleva a la etapa consecuencial de poder implementar una serie de medidas y recomendaciones que reduzcan la posibilidad de ocurrencia del evento indeseable y de manera complementaria establecer un programa de atención de emergencias (mediante un programa preventivo de accidentes), lo que posibilitará reducir la magnitud de daños y la trascendencia de un evento accidental.

Los métodos para la identificación, análisis y evaluación de riesgos son una herramienta muy valiosa para abordar con decisión su detección, causa y consecuencias, con la finalidad de eliminar o atenuar los propios riesgos, así como limitar sus consecuencias, en el caso de no poder eliminarlos.

Los objetivos generales del Estudio son:

I. El objetivo principal cumplir con lo establecido en la legislación aplicable en materia de riesgo ambiental, tal como se ha expuesto previamente.

II. Identificar potenciales situaciones de riesgo (peligros), durante las actividades de manejo del gas L.P., para establecer medidas acordes al riesgo potencial identificado y evaluado, de tal manera que permita realizar sus actividades de manera segura y ambientalmente adecuada, para asegurar la funcionalidad en sus operaciones.

II. Conocer mediante la identificación de riesgos, las potenciales consecuencias y elementos ambientales, propiedades o personas en situación de vulnerabilidad que pudiesen resultar afectados en caso de ocurrencia de un evento peligroso que llegara a ocurrir en las instalaciones.

III. Determinar aquellas acciones, procedimientos o planes para reducir los riesgos en caso de detectar escenarios de peligros graves para el entorno, los bienes o las personas por ocurrencia de algún evento peligroso durante las operaciones de manejo del gas L.P.

IV. Establecer acciones o procedimientos de manejo del combustible, de manera que se prevea que las actividades pueden realizarse con seguridad, contando con recursos materiales y humanos para prevenir riesgos, y de esa manera garantizar el abasto del gas mediante planta de

almacenamiento y distribución, y mantener la fuente de empleo y de beneficios socioeconómicos de esta región y minimizar la amenaza de incidentes o accidentes que pudieran afectar al personal, bienes propios y de terceros; en su caso la población vulnerable y la calidad ambiental.

V. Así mismo se tiene como propósito técnico-legal, la aprobación del Estudio de Riesgo Ambiental del proyecto de la nueva planta de almacenamiento a ser ubicada hacia el punto lateral del Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila, para la empresa Gas Express Nieto, S.A. de C.V., por parte de la ASEA, y de esta manera ajustarse al cumplimiento de las regulaciones en materia de riesgo ambiental a nivel federal.

Los objetivos particulares del estudio son:

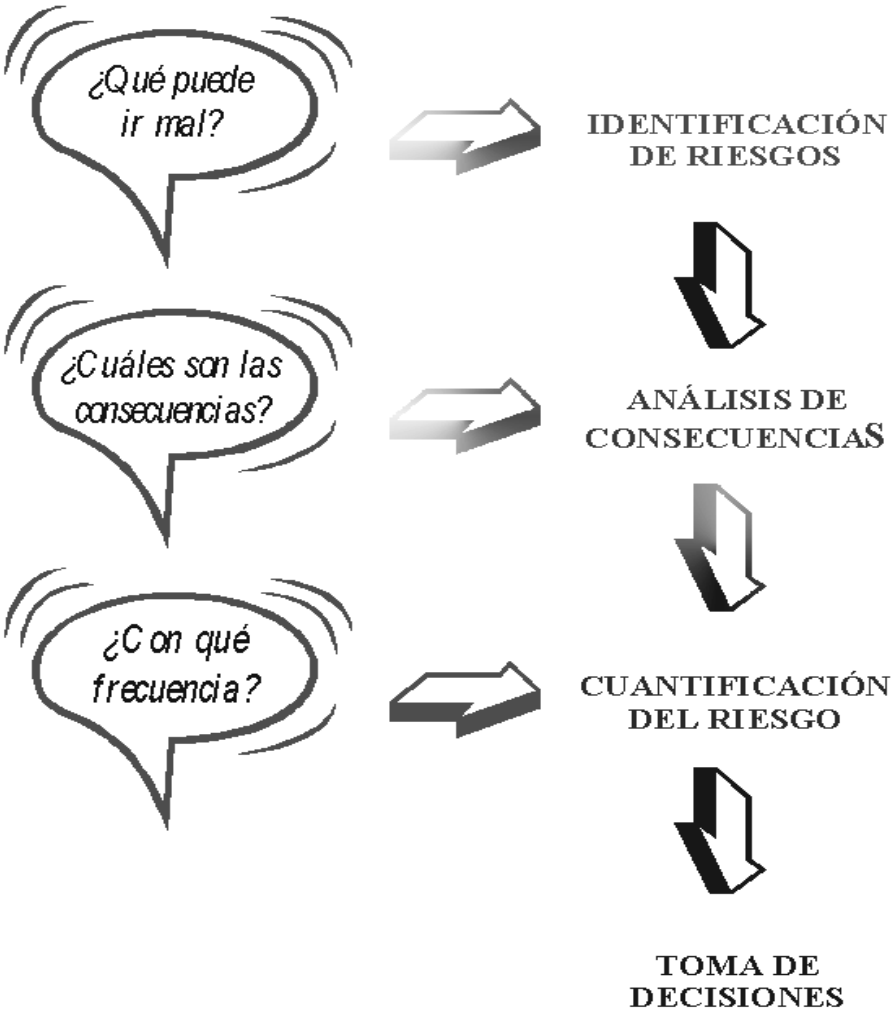
1. Identificar y medir los riesgos que representará la operación de la planta de almacenamiento de gas L.P., para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.
2. Identificar y determinar las áreas de riesgo potencial.
3. Deducir los posibles accidentes graves que pudieran producirse.
4. Determinar las consecuencias en el espacio y el tiempo de los accidentes, aplicando determinados criterios de vulnerabilidad.
5. Analizar las causas de dichos accidentes.
6. Discernir sobre las operaciones con las medidas y equipos de seguridad disponibles, o la aceptabilidad de las propias instalaciones.
7. Definir medidas y procedimientos de prevención y protección para evitar la ocurrencia y/o limitar las consecuencias de los accidentes.
8. Realizar y adecuar (en su caso), los planes, procedimientos, programas y recursos para prevenir o atender cualquier situación de accidente o condición peligrosa en las instalaciones.
9. Cumplir estrictamente los requisitos de las leyes, reglamentos y normas nacionales que persiguen los mismos objetivos.

Aspectos a tratar en los análisis de riesgos.

Los aspectos de un análisis sistemático de los riesgos que implica un determinado establecimiento comercial o de servicios con sustancias riesgosas, desde el punto de vista de la prevención de riesgos, están íntimamente relacionados con los objetivos que se persiguen, que son:

- Identificación de potenciales sucesos no deseados, que pueden conducir a la materialización de un peligro.
- Análisis de las causas por las que estos sucesos tienen lugar.
- Valoración de las consecuencias y de la frecuencia con que estos sucesos pueden producirse.

Figura 1. Esquematización de la secuencia lógica en el Análisis de Riesgos.



ALCANCE.

Las sustancias químicas se encuentran por doquier en el planeta, por lo que en la actualidad es difícil concebir alguna actividad en la cual no intervengan o hayan intervenido productos químicos, tanto en el hogar, como en los lugares de trabajo e incluso en las actividades de recreación. De ahí que se considere que numerosas sustancias son o han sido la base del progreso y su aprovechamiento, en una gran variedad de procesos productivos, es identificado como un factor que genera negocios, ingresos y empleos.

Sin embargo, aunados a todos estos beneficios, también se han descubierto un gran número de efectos indeseables, asociados con el manejo de algunas de las sustancias que poseen propiedades que las hacen peligrosas, ya sea de origen natural, o producidas a través de procesos de síntesis. Para poder entender los efectos que las sustancias químicas pueden causar al ambiente, debemos establecer una distinción entre la peligrosidad de las mismas (asociada a sus características fisicoquímicas) y su riesgo, el cual es un evento probabilístico que depende de la posible exposición de receptores humanos o de la biota a dichas sustancias.

Por lo anterior, el manejo ambientalmente adecuado de las sustancias químicas peligrosas debe estar basado en cuatro premisas básicas:

- ❑ La determinación de su peligrosidad y de la relación entre la exposición y sus efectos.
- ❑ La evaluación o caracterización de la magnitud de sus riesgos ambientales, tanto derivados de su liberación súbita como continua o intermitente.
- ❑ La administración o manejo de los riesgos para prevenirlos o reducirlos.
- ❑ La comunicación de los riesgos.

A través del tiempo un número de diferentes, algunas veces conflictivos y más recientemente complejos significados, se han atribuido a la palabra riesgo, sin embargo, en general se puede utilizar como definición de la palabra "riesgo" la probabilidad de ocurrencia de un evento o efecto indeseable.

En el caso de Evaluación de Riesgo Ambiental, implica la determinación de las tres variables principales siguientes; que influyen en los efectos ambientales adversos:

- ✓ Probabilidad de ocurrencia del evento.

- ✓ Naturaleza del Riesgo.
- ✓ Magnitud del Riesgo.

De manera resumida, se describen enseguida los elementos críticos o clave considerados en los sistemas regulatorios más modernos sobre sustancias químicas peligrosas:

I. Determinación de la peligrosidad.

Para determinar la peligrosidad de una sustancia se requieren de análisis de laboratorio para determinar sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y ecotoxicológicas, así como su persistencia, biodegradabilidad y capacidad de bioacumulación, elementos necesarios para determinar su peligrosidad y riesgo o bien **en base a las propiedades ya conocidas de las sustancias tal es el caso**.

II. Evaluación y caracterización de los riegos.

A fin de determinar las condiciones en las que una sustancia peligrosa puede llegar a provocar efectos adversos en el ambiente o en la salud de la población, así como de estimar la magnitud e intensidad de tales efectos, se han desarrollado métodos que permiten calcular la probabilidad de que una determinada exposición los ocasione.

Existen dos procedimientos distintos para evaluar riesgos:

1. Los que se centran en determinar la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren y liberen súbitamente grandes cantidades de sustancias peligrosas al ambiente.

2. Los que se enfocan a la determinación de la probabilidad de que la exposición continua a una sustancia peligrosa provoque daños a la salud o al ambiente.

III. Administración de los riesgos.

Una vez que se han caracterizado los riesgos derivados de la exposición a una sustancia peligrosa y establecido la magnitud e intensidad de los mismos, se procede a diseñar y poner en práctica una variedad de medidas tendientes a prevenir o reducir tales riesgos, entre las que se encuentran las citadas a continuación:

1. Medidas de seguridad para abatir los peligros.

2. Procedimientos de respuesta en caso de eventos riesgosos.

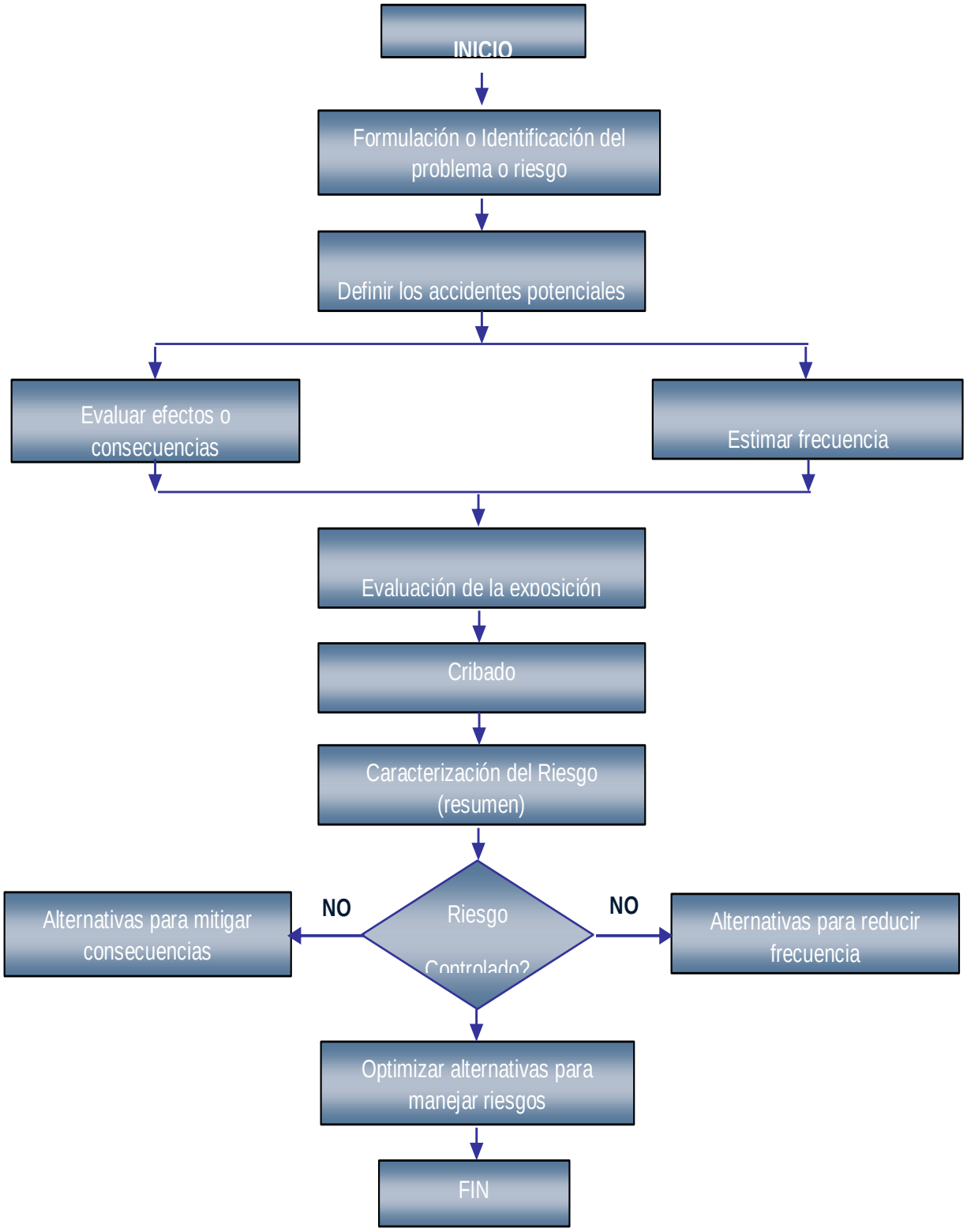
3. Información y capacitación obligatorias de los trabajadores.
4. Diseño de programas de prevención de riesgos.
5. Establecimiento de límites máximos permisibles de niveles de radiación en caso de incendio; ondas de sobrepresión o niveles de toxicidad en caso de fuga de una sustancia tóxica.

El estudio de riesgo aplicable, debido a que se trata de un proyecto del sector hidrocarburos, es un análisis de riesgo para el sector hidrocarburos, ya que se presenta de manera integrada a la MIA-P y se elabora tomando como base la Guía emitida por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la SEMARNAT (tramite ASEA-00-032 y Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/343905/GUIA_ANALISIS_DE_RIESGO.pdf).

Su estructuración iniciará con descripción del proyecto (obras y actividades para crear la infraestructura donde se asentará el recipiente, equipos y maquinaria para manejo de gas); las actividades proyectadas para manejo del gas y posteriormente se integran los apartados de la guía en lo que es aplicable al tipo de obras y/o actividades de manejo del combustible que se realizarán, identificar y describir los riesgos potenciales, para finalmente proponer las recomendaciones para eliminar, corregir, reducir o mitigar los riesgos identificados que puedan desencadenar efectos indeseables, cuyas consecuencias puedan alterar tanto la integridad de las instalaciones, como su entorno.

ALCANCE LEGAL EN MATERIA AMBIENTAL. Los alcances del actual Estudio de Riesgo Ambiental, acompañando a la MIA-P, tienen como propósito solicitar la autorización ***para las obras y actividades de manejo de gas L.P., en esta nueva planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., incluyendo además las futuras operaciones, así como el mantenimiento y el abandono del sitio (conclusión de operaciones de la planta de almacenamiento)****,*

Figura 2. Flujograma de la evaluación de riesgos.



I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

I.1. PROMOVENTE.

I.1.1 Nombre de la empresa u organismo.

GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.

(En la sección de anexos se incluye copia del acta constitutiva de la empresa)

I.1.2 Ubicación del terreno para el proyecto.

Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, municipio de Arteaga, Coahuila, C.P. 25350.

I.1.3 Registro Federal de Contribuyentes.

GEN700527K14

(En la sección de anexos se presenta copia de la cédula fiscal de la empresa)

I.1.3.1 Nombre y cargo del Representante Legal.

Lic. Sergio Armando Santoyo Muñoz (Apoderado Legal).

Ing. Eduardo Martín Prieto Michel. (Gerente de Zona y Representante Legal)

(En la sección de anexos se incluye copia del poder notarial y de su identificación oficial)

I.1.4. Registro Federal de Contribuyentes y Cédula Única de Registro de Población del Representante Legal.

[redacted]
Registro Federal de Contribuyentes y Clave Única de Registro de Población del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.1.5. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

[redacted]
Domicilio y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.1.6 Actividad productiva principal.

Gas Express Nieto, S.A. de C.V. es una empresa mexicana que tiene por objeto social el almacenamiento, venta y distribución de gas L.P. de uso domiciliario, comercial, de servicios e industrial, así como la operación de estaciones de carburación a gas L.P. para suministro vehicular y usos particulares.

I.1.7. Número de trabajadores equivalente.

Las actividades de la planta de almacenamiento para distribución se realizarán contando con 25 personas, entre los que se encontrarán: un gerente de planta, auxiliar de gerencia, supervisores de actividades en la planta, operarios, contadores, personal de mantenimiento, cajeras, secretarias y personal de vigilancia, el número de trabajadores equivalente **estimado** queda de la siguiente forma:

N° DE EMPLEADOS	N° DE OBREROS	TURNOS	HORAS POR TURNO	TOTAL DE HORAS TRABAJADAS ANUALMENTE	NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE
10	15	2	8	62,400 (52 semanas)	31

I.1.8. Inversión estimada en moneda nacional.

Datos Patrimoniales de la Persona Moral , Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116 cuarto párrafo de la LGTAIP

I.2. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

I.2.1. Nombre del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.

Denominación de la empresa: Asesoría Ambiental Integral

Nombre de la persona física: Ing. Ángel Juárez Medina

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.

Registro Federal de Contribuyentes del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.2.3. Cédula Única de Registro de Población y número de Cédula Profesional del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.

Cédula Profesional, Clave Única de Registro de Población del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

(En la sección de anexos se incluyen copias de los documentos)

I.2.4. Dirección de la compañía o responsable de la elaboración del estudio de riesgo.

Domicilio, correo electrónico, Teléfono, del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.

El proyecto que da origen al presente análisis de riesgos, persigue el objetivo central de conocer el nivel de riesgo, probabilidades, consecuencias, y medidas de seguridad disponibles derivado de las operaciones planificadas para el manejo de gas L.P., mediante planta de almacenamiento para distribución y requiere de gestionar la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental,

TIPO DE ACTIVIDADES DE ALTO RIESGO PROYECTADAS PARA LA PLANTA.

La operación de una planta de almacenamiento para distribución 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, aunque si, cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

El gas L.P. sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a cilindros portátiles y pipas para el suministro a los usuarios externos, se realiza también el suministro en unidades de la misma empresa mediante toma de carburación de auto abasto (auto consumo). En el apartado II.2.3., se detallan las actividades a realizar en las instalaciones una vez que se inicien operaciones.

II.1. UBICACIÓN DEL TERRENO PARA LA NUEVA PLANTA.

El terreno por las obras y actividades proyectadas se ubica hacia el punto lateral del Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila.

La ubicación precisa del terreno para proyecto (indistintamente "proyecto de la nueva planta de almacenamiento"), presenta las siguientes coordenadas.

Tabla 1. Coordenadas UTM DATUM WGS 84 ZONA 14R.

LADO		DISTANCIA	V	ID	
EST.	P.V.			X	y
1	2	163.65	1	309114,25	2818394,20
2	3	45	2	309107.23	2818349.76
3	4	152	3	308956.72	2818328.51
4	1	43.47	4	308952.14	2818371.74
ÁREA: 6825.50 m^2					

La altitud de las futuras instalaciones respecto al nivel del mar es de: 1,660 msnm.

II.1.1. SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO PARA EL PROYECTO.

El proyecto para la nueva planta contempla generar la infraestructura de obras, equipamiento y recursos humanos para operar con un tanque de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros, base agua; (actividades integrales del manejo de gas en su recipiente proyectado), atienden en todo momento lo establecido en la NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación", emitida por la Secretaría de Energía y publicada en el Diario Oficial de la federación el día 22 de Octubre de 2014.

La planta de almacenamiento de gas ocupará una superficie de terreno de 6,825.5 m².

NATURALEZA DEL PROYECTO.

Se trata de un proyecto nuevo consistente en obras y actividades para realizar el almacenamiento y distribución de gas L.P., por medio de una planta de gas, a construirse en un terreno propiedad del promovente, ubicado al noroeste de Arteaga, Coahuila. Las obras y equipamiento consistirán de:

El proyecto incluye 4 etapas principales iniciando con la preparación del sitio (deshierbe, limpieza y delimitación para proyectar las áreas internas mediante señalización; etapa de construcción; etapa de operación y mantenimiento (procedimientos de trasiego de gas, administración y mantenimiento); y una etapa final de abandono del sitio que implica el retiro de la infraestructura y equipamiento para el manejo del gas); Las obras a construir serán las siguientes:

a) ÁREAS CON CONSTRUCCIONES (donde se manejará el gas).

- ÁREA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO (PLATAFORMA), DONDE VAN LAS BASES DE SUSTENTACIÓN DEL TANQUE, DOS TOMAS DE SUMINISTRO, UNA TOMA DE RECEPCION Y UNA TOMA DE CARBURACIÓN AUTOABASTO, (se aprovechará la existencia de dos bases de sustentación).
- PLATAFORMA PARA MUELLE DE LLENADO Y ZONA DE REVISIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES (PORTÁTILES).

Por fuera de la zona de manejo de gas, se han proyectado las siguientes obras:

- GERENCIA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, CAJA, CASETA DE VIGILANCIA Y BAÑOS EN DOS NIVELES.
- TABLERO ELÉCTRICO.
- CISTERNA PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LA RED CONTRA INCENDIO (90,000 L)
- CUARTO DE BOMBAS.
- TALLER DE REPARACIONES MENORES
- OFICINA Y ALMACÉN DEL TALLER
- ÁREA DE REGADERAS, BAÑOS, LAVABOS Y MINGITORIOS PARA EL PERSONAL
- CUARTOS DE COMPRESOR DE AIRE, RESIDUOS, HIDRANTE Y LLANTAS
- FOSA SÉPTICA

- ÁREA DE ALMACENAMIENTO PARA RECIPIENTES TRANSPORTABLES RECHAZADOS.
- CUBETO DE RETENCIÓN DE DIÉSEL

b) ÁREAS SIN CONSTRUCCIONES, RELLENADAS, COMPACTADAS NIVELADAS Y ASFALTADAS.

- ÁREAS DE CIRCULACIÓN INTERIOR Y ESPACIOS PARA ESTACIONAMIENTO DE UNIDADES REPARTIDORAS Y DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS.

c) EQUIPAMIENTO PARA ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE GAS E INSTRUMENTAL DE SEGURIDAD.

a. TANQUE DE ALMACENAMIENTO.
b. MANÓMETRO.
c. INDICADOR DE NIVEL.
d. TERMÓMETRO.
e. TUBOS DE DESFOGUE.
f. VÁLVULAS EN LOS COPLES SIN USO O PARA DREN.
g. EQUIPAMIENTO CON VÁLVULAS DE SEGURIDAD (DE MÁXIMO LLENADO, EXCESO DE FLUJO PARA LÍQUIDO Y PARA VAPOR, DE ALIVIO DE PRESIÓN, MULTIPORT BRIDADA), TERMÓMETRO Y MANÓMETRO Y MEDIDOR).
h. MEDIDORES.
i. EQUIPAMIENTO EN MUELLE CON LÍNEAS DE TUBERÍA, MANGUERAS, BÁSCULAS, MEDIDORES, VÁLVULAS, ETC; PARA LLENADO Y MANEJO DE CILINDROS PORTÁTILES.
j. MÚLTIPLE DE LLENADO.
k. BÁSCULAS.
l. MEDIDORES MASICOS.
m. EQUIPAMIENTO CON LÍNEAS DE TUBERÍA PARA RECEPCIÓN Y CONDUCCIÓN DESDE LA TOMA DE ABASTO Y LÍNEA DE TUBERÍA DESDE EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO HACIA EL MUELLE DE LLENADO, TOMAS DE SUMINISTRO A AUTOTANQUES, TOMA DE RECEPCION Y TOMA DE CARBURACIÓN AUTO ABASTO.
n. TOMA DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN DE AUTO CONSUMO.
o. MANGUERAS
p. ACCESORIOS DEL SISTEMA DE TUBERÍAS.
q. EQUIPAMIENTO CON BOMBAS Y COMPRESORES PARA TRASIEGO DE GAS.
r. EQUIPAMIENTO CON TUBOS DE DESCARGA Y CAPUCHONES.
s. SEÑALIZACIÓN EN ÁREAS DE MANEJO DEL GAS.
t. INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CON TABLEROS, TRANSFORMADOR, RED DE DISTRIBUCIÓN, ALUMBRADO INTERNO Y PERIMETRAL.
u. SISTEMA GENERAL DE CONEXIONES A "TIERRA".
v. SISTEMA CONTRA INCENDIO A BASE DE AGUA POR ASPERSIÓN.
w. SISTEMA DE SEGURIDAD POR MEDIO DE EXTINTORES
x. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA EL COMBATE DE INCENDIO

y. SISTEMA DE ALARMA.
z. SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA
aa. RÓTULOS DE PREVENCIÓN, PINTURA DE PROTECCIÓN Y COLORES DE IDENTIFICACIÓN
bb. EQUIPO DE SEGURIDAD, HERRAMIENTAS Y ROPA DE LOS OPERARIOS

Tabla 2. Áreas proyectadas para la planta de almacenamiento y superficies.

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE	
	m²	%
ÁREA CON CONSTRUCCIONES		
Área de tanque de almacenamiento donde van las bases de sustentación del tanque, dos tomas de suministro, una toma de recepción y una toma de carburación autoabasto.	607.93	8.90
Plataforma para muelle de llenado y zona de revisión de recipientes transportables	108.00	1.58
Área de recepción, caja, contabilidad, archivo y baños planta baja	98.27	1.44
Comedor, caseta de vigilancia con baño planta baja	76.48	1.12
Gerencia, archivo y baño planta alta	98.27	1.44
Oficinas auxiliares con baño planta alta	76.48	1.12
Almacén, compresor de aire, cuarto de residuos y llantas	20.00	0.29
Oficina de operaciones	9.00	0.13
Área de regaderas, baños, lavabos y mingitorios para el personal	9.9	0.15
Toma de recepción	25.00	0.37
Cisterna	65.19	0.96
Fosa séptica	12.00	0.17
Cuarto de bombas	28.09	0.41
Taller de reparaciones menores	100	1.47
Área del tanque de diésel	12.04	0.18
Banquetas	17.00	0.25
Área de almacenamiento para recipientes transportables rechazados.	9.00	0.13
ÁREAS SIN CONSTRUCCIONES, RELLENADAS, COMPACTADAS NIVELADAS Y ASFALTADAS		
Área para estacionamiento de vehículos de reparto, autotanques y gerencia	186.00	2.73
Área para estacionamiento de semirremolque de abasto.	150.00	2.20
Área para carburación autoabasto a vehículos de reparto.	50.00	0.73
Áreas libres compactadas, niveladas (estacionamientos para unidades repartidoras, para circulación de vehículos y áreas libres).	5,066.85	74.23
ÁREA TOTAL	**6,825.50**	**100.00**

El proyecto, en síntesis, consiste en construir, equipar y operar una planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., en un terreno que cuenta ya con relleno, nivelado y compactado, una plataforma con firme de concreto y bases de sustentación a adecuar; así como barda de block al Norte y malla ciclónica el Sur, Este y Oeste, por lo que se aprovechará un terreno que actualmente se usa para resguardo de tractocamiones y semirremolques, adjunto a una estación de carburación sin operaciones; (en lo sucesivo proyecto de nueva planta aprovechando un terreno con obras), durante las operaciones se incluyen actividades o procedimientos de trasiego del

combustible desde semirremolques y tractocamiones de la misma empresa, al tanque fijo de almacenamiento, que será colocado previamente en forma horizontal. El tanque tendrá una capacidad de 250,000 litros (base agua), sin embargo, por cuestiones de seguridad será llenado solo al 90% de su capacidad, (225,000 litros).

II.1.2. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO (DURACIÓN DEL PROYECTO).

Un proyecto como esta nueva planta de almacenamiento contempla un tiempo de vida extenso. Se requieren de 14 meses para la ejecución de obras y actividades; y para las operaciones y mantenimiento de instalaciones se requiere de 40 años, como tiempo de vida útil.

Teniendo en cuenta que la planta de almacenamiento tiene un tiempo de vida útil definido, se considera una etapa de abandono del sitio (implica la conclusión de operaciones como planta de almacenamiento para distribución de gas), que puede incluso ser antes de los 40 años, debido a cuestiones económicas, sociales o propias de la empresa. Las actividades de retiro de equipos y conclusión de operaciones contemplan un periodo de 5 meses; las construcciones que posterior a esto se considere convenientes, se mantendrían para los usos futuros del sitio.

Las actividades para concluir operaciones, relacionadas con el manejo de gas, serán retirar el tanque y sus accesorios, así como la maquinaria y dispositivos que se encuentren instalados en la planta de almacenamiento. Se realizará una limpieza en general del lugar, dejando las áreas limpias de cualquier material y que se encuentren despejadas, sin embargo algunos componentes de la planta de almacenamiento podrán ser permanentes (edificaciones), tales como la plataforma de concreto para manejo del gas en el tanque, oficinas para actividades administrativas, las bodegas, los sanitarios, etc.; que pueden ser aprovechados por la misma empresa (puesto que es la propietaria del predio); ya que por el tipo de combustible a manejar y tratarse de edificaciones que no permiten infiltración de contaminantes se descarta contaminación del sitio y/o suelo.

II.1.3. PROYECTO Y/O INSTALACIÓN. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.

BASES DE DISEÑO.

Los criterios que se tomaron en cuenta para decidir instalar y operar la planta de almacenamiento y distribución, fueron los siguientes:

- Se cumplirá con la Norma Oficial Mexicana que le compete a cada una de estas secciones: Civil, Mecánica, Eléctrica y Contra Incendio y que para el caso es la NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación" emitida por la Secretaría de Energía y publicada en el Diario Oficial de la

Federación el día 22 de Octubre de 2014, la cual indica el diseño y construcción de las plantas de almacenamiento, con la finalidad de supervisar, evaluar y revisar las obras y acciones referentes a la construcción y operación de la misma.

Adicionalmente, el promovente es propietario del terreno seleccionado para desarrollar el proyecto y por su ubicación alejada de zonas urbanas tiene compatibilidad de uso de suelo para el tipo de actividades y se invertirán los recursos necesarios para conformar las áreas de la planta tanto de manejo de gas como de administración, logística, mantenimiento y circulación interna, en base a las disposiciones de diseño especificados en la NOM antes señalada, contando ya con la memoria técnica constructiva avalada por un perito autorizado en la materia, siendo el responsable del diseño el Ing. Juan Francisco Faz Córdova, Cedula Profesional 587699, de la Dirección General de Profesiones de la SEP, con la acreditación como Unidad de Verificación No. UVSELP-033-C, otorgada por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA); a su cargo y la aprobación vigente de la Secretaría de Energía cumpliendo además con las especificaciones de descritas en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 5 de diciembre del 2007.

II.1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OPERACIONES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

Las obras, instalaciones y descripción equipos se han señalado en la tabla 2 y apartado **II.1.1.**

CONSTRUCCIONES, ÁREAS, MAQUINARIA Y EQUIPOS.

El siguiente apartado relata las características de las instalaciones proyectadas para la planta de almacenamiento y distribución y sus superficies como han sido diseñadas en base a la norma aplicable, al igual que el tipo de maquinaria, equipos e instalaciones; así mismo en la sección de anexos se incluye copia de la memoria técnica descriptiva de la planta, que muestra los detalles de las instalaciones proyectadas y características de equipos. (las áreas internas y su distribución se muestran en la tabla número 2 de este estudio).

La planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., se localizará en una zona que dispone de la infraestructura de servicios necesarios; como lo son:

a) Vías de comunicación para acceso, y salidas.

b) Servicio de energía eléctrica;

c) Servicio telefónico.

d) También se ha podido constatar que es una zona libre de deslaves o deslizamientos.

II.1.5. TANQUE(S) DE ALMACENAMIENTO E INSTALACIONES OPERATIVAS; PROYECTO ELÉCTRICO (INSTALACIONES ELÉCTRICAS); SISTEMA CONTRA INCENDIO.

Las características del tanque de almacenamiento, instrumental de seguridad, equipos, instalaciones eléctricas, equipo de prevención de incidentes y accidentes, proyecto contra incendio, instalaciones, etc., se describen en el presente análisis de Riesgo Ambiental (apartado II.2.5.), y se incluye en la memoria técnica que se adiciona al presente estudio en la sección de anexos.

II.1.5.1. SELECCIÓN DEL SITIO.

La selección del sitio se realizó en base a que se tiene en propiedad el terreno mismo que cumple referente a ubicación, potencial de acceso, cumplimiento de regulaciones de uso de suelo y otros criterios técnicos que se describen a continuación:

Criterios Técnicos.

1. Se localizará en un terreno adentrado hacia el punto lateral del Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila, en un lugar estratégico para realizar la distribución del combustible a los consumidores en esta región del estado.

2. Sobre el terreno para la planta proyectada no existen líneas eléctricas de alta tensión que lo crucen, ni por ductos bajo tierra. Tampoco gasoductos o instalaciones que representen riesgos para la planta.

3. El terreno para la planta proyectada no se encuentra en zonas de deslaves, partes bajas de lomeríos, terrenos con desniveles.

4. Dentro de un radio de 30,00 metros y más de 1000 metros inclusive a partir de la tangente del tanque no existen construcciones como centros hospitalarios, lugares de reunión y/o unidades habitacionales multifamiliares.

5. El espacio para estacionamientos y administración, mantenimiento estará fuera de la zona de trasiego y almacenamiento.

6. La zona del recipiente de almacenamiento contará con una zona de protección, consistente en muretes de concreto armado de 0.60 m de altura y 0.20 m de espesor.

7. El polígono de las futuras instalaciones de la planta de almacenamiento es semiplano, con pendiente en dirección de las escorrentías naturales lo que permitirá el desalojo de las aguas pluviales.

Criterios socioeconómicos.

1. Solventar o incluso incrementar la oferta de un combustible requerido por la población, para usos doméstico, comercial e industrial de esta región del estado de Coahuila; situación que a su vez genera una derrama económica local.

2. Se generan empleos en la región durante las distintas etapas que se llevarán a cabo.

3. Se oferta un combustible de buena demanda a nivel regional.

Criterios Ambientales.

1. Promover el consumo de un combustible que genera la menor emisión contaminante comparada con combustibles líquidos (usos en vehículos, industrias y servicios).

2. Provocar las menores afectaciones posibles a los diferentes componentes ambientales del ecosistema y del escenario ambiental presente en la zona de influencia del terreno para la planta proyectada, al ocupar un sitio modificado en sus condiciones naturales, por actividades previas.

3. Que las futuras instalaciones no se ubicarán dentro de un área natural protegida federal, estatal y/o municipal, ni tampoco se identificaron especies de flora o fauna que se encuentren bajo algún estatus especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

4. Para los fines antes descritos, se efectuó el estudio y la interpretación de planos, cartas topográficas, documentación técnica, inspecciones de campo e interpretación de fotografías aéreas, principalmente para definir aspectos geológicos, hidrológicos, de uso del suelo, así como de los aspectos de la calidad del aire, vegetación, fauna y factores socioeconómicos de la región.

5. El uso de suelo en la zona es compatible con la actividad propuesta. Se ubica en un suelo de uso urbano UGA DES-URB numero 232 con usos compatibles para "URB GAN". Por su parte el Programa de Desarrollo Urbano de la zona Metropolitana Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga (PODUZMSRA) ubica el predio en una zona de Área Urbanizable "Mixto", (de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de Coahuila de Zaragoza, fuera del área urbana de la cabecera municipal).

6. Ya se cuenta con acceso y salida al terreno para la planta proyectada por lo que las obras y actividades a realizar no demandan caminos de acceso.

7. Las obras y actividades no se relacionan con ductos de conducción de petrolíferos o pozos de extracción.

DIMENSIONES DEL PROYECTO.

Las obras para conformar la planta de almacenamiento y distribución se realizarán en una fracción de terreno propiedad de la empresa promovente, cuya área requerida es de 6,825.50 m^2, los detalles de las construcciones, tanto para actividades de administración, vigilancia, logística, mantenimiento, circulación interna, como de manejo de gas L.P.; se muestran en la tabla 2 del presente ERA; y se describen a detalle al igual que la infraestructura de manejo de gas en el apartado II (Descripción del Proyecto y/o Instalación); los detalles de arreglo de áreas, diagramas

de operaciones de manejo de gas, equipamiento y sistemas de seguridad se muestra en las figuras serie 7 y los planos que se anexan al presente ERA.

II.1.5.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES Y ACTIVIDADES Y SUS CARACTERÍSTICAS.

II.2. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

Se han considerado algunas actividades de planeación que se realizarán previo a la ejecución de obras constructivas, como son:

1.- Elaboración del proyecto ejecutivo y elaboración de la memoria técnica del proyecto para la planta de almacenamiento y distribución del gas.

2.- Realización de trámites, obtención de permisos y requerimientos.

El tiempo contemplado para ejecutar las etapas del proyecto; son las de preparación del sitio; construcción; operación, mantenimiento y abandono del sitio (conclusión o cese de actividades de manejo del gas), que es de 14 meses aproximadamente para la instalación y 40 años para la operación, la siguiente tabla muestra la distribución de las actividades y su tiempo de duración:

Tabla 3. Diagrama de Gantt que muestra el programa de trabajo calendarizado.

ETAPA/ACTIVIDADES	MESES DE TRABAJOS (EFECTIVOS)										AÑOS
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	14	40
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.											
Deshierbe, limpieza y delimitación de áreas para obras.	■										
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.											
Corte del terreno y excavaciones para obras civiles		■									
Relleno, compactado y nivelado de la superficie de ejecución de obras.			■								
Armado de cimbras, para las obras de plataforma de manejo de gas (adecuación en firme de concreto y bases de sustentación existentes), tomas de recepción, tomas de suministro a auto tanques, toma de carburación de autoabasto, andén de llenado de cilindros y obras fuera de plataforma de manejo de gas.				■	■						
Andén de llenado de cilindros portátiles.						■	■				
Obras civiles fuera de la plataforma de manejo de gas (oficinas, caja de cobros-pagos, taller, etc.), las listadas en la tabla 2.								■	■		
Proyecto mecánico (tanque de almacenamiento y su equipamiento), Instalaciones eléctricas.										■	
Equipamiento para oficinas, administración, logística, de seguridad, contra incendios y prevención-protección.										■	

Detallados finales, señalización y delimitación de la planta con malla cyclone.											
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.											
Realización de pruebas y ajustes en caso necesario.											
Realización de actividades de trasiego de gas y almacenamiento.											
Mantenimiento de instalaciones, equipos e instrumental, incluye manejo de residuos.											
ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO O CONCLUSIÓN DE ACTIVIDADES DE MANEJO DEL GAS L.P.											
Desmantelamiento de instalaciones y equipos de manejo de gas.											> 40
Limpieza del sitio.											

II.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROGRAMADAS.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.

Deshierbe, limpieza y delimitación de áreas para obras.

Para la preparación del sitio se iniciará con el deshierbe del terreno, removiendo la escaza vegetación herbácea secundaria, entre las que se encuentran higuerilla, huizache, sábila en menor cantidad y algunos pastos (*Melinis repens*), el terreno anteriormente tuvo un uso para estacionamiento de transportes de carga y logística, el terreno se encuentra rellenado, compactado y nivelado por lo que dificulta el establecimiento de flora y fauna y será aprovechado para la construcción de la planta de almacenamiento y distribución. Se prosigue con la limpieza del terreno, hasta dejarlo libre de residuos orgánicos y sólidos urbanos; posteriormente se delimitan, mediante estacado, las áreas donde se construirán las obras señaladas que tendrá la planta de almacenamiento y distribución.

El equipo que se utilizará para el deshierbe será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución, detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de equipos y herramientas manuales, siendo responsabilidad del contratista su selección.

Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de funcionamiento en la duración total de los trabajos, y será operado por personal capacitado.

Los residuos productos del deshierbe se transportarán al sitio señalado por la autoridad correspondiente, en vehículos adecuados, o con cajas cerradas y protegidas con lonas, que impidan la contaminación o derrame de los mismos.

La actividad de transporte y almacenamiento de residuos del deshierbe, estará sujeta a la Legislación Ambiental correspondiente, sin excepción alguna. Los trabajos de deshierbe se

realizarán asegurando que toda la materia o cubierta vegetal, quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando cualquier daño a la vegetación fuera del terreno.

Personal a emplear.

Para la preparación del sitio se contratará a personal externo y maquinaria o equipo manual que tendrá a su cargo la construcción de las obras.

Tabla 4. Personal a emplear durante la preparación del sitio.

PUESTO	No. DE TRABAJADORES	TIEMPO DE EMPLEO (semanas)	HORARIO
Topógrafo	1	4	8:00 a 16:00
Auxiliar de topógrafo	1	4	8:00 a 16:00
Operador de trascabo	1	4	8:00 a 16:00
Operador de vibro compactadora	1	4	8:00 a 16:00
Chóferes de camiones de volteo	2	4	8:00 a 16:00
Supervisor de la obra	1	4	8:00 a 16:00
Velador	1	4	8:00 a 16:00

DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.

De acuerdo a las características de la zona destinada para el proyecto y del área de influencia, en cuanto a obras y actividades provisionales, considerando como tales a las indicadas en la tabla siguiente:

Construcción de caminos de acceso.	Se utilizará el camino lateral del Libramiento José López Portillo, que es el de ubicación del predio hacia el kilómetro 3+000.
Almacenes, bodegas y talleres.	Para el resguardo de materiales de mayor valor o para la vigilancia de éstos se tendrá un almacén o cuarto de vigilancia provisional, a base de malla ciclónica y polines de madera, que delimiten un área que podrá o no estar techada. Para el personal de obra, se tendrá un área provisional que fungirá como oficinas, pudiéndose ocupar un camper o delimitar un área con madera, malla o block con techo de lámina, que al término de la construcción será desmantelada, procediendo a recuperar los materiales susceptibles de utilizarse nuevamente.
Instalaciones sanitarias.	Se contratarán en arrendamiento dos letrinas móviles al igual que el servicio de mantenimiento para las mismas.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

El diseño de las actividades constructivas señaladas será de acuerdo a las especificaciones descritas en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 5 de diciembre del 2007 y de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004, vigente.

Durante esta etapa los materiales de construcción serán adquiridos de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila.

ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS.

CORTE DEL TERRENO Y EXCAVACIONES PARA OBRAS CIVILES
RELLENOS, COMPACTADO Y NIVELADO DE LA SUPERFICIE DE EJECUCION DE OBRAS.

ARMADO DE CIMBRAS, PARA LAS OBRAS DE PLATAFORMA DE MANEJO DE GAS (ADECUACIÓN DE FIRME DE CONCRETO Y BASES DE SUSTENTACIÓN EXISTENTES), TOMAS DE RECEPCIÓN, TOMAS DE SUMINISTRO A AUTO TANQUES, TOMA DE CARBURACIÓN DE AUTOABASTO, ANDÉN DE LLENADO DE CILINDROS Y OBRAS FUERA DE PLATAFORMA DE MANEJO DE GAS.

OBRAS CIVILES FUERA DE LA PLATAFORMA DE MANEJO DE GAS CON:

- PLATAFORMA PARA MUELLE DE LLENADO Y ZONA DE REVISIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES
- GERENCIA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, ARCHIVO, CAJA, CASETA DE VIGILANCIA Y BAÑOS
- TABLERO ELÉCTRICO
- CISTERNA
- TALLER DE REPARACIONES MENORES
- OFICINA Y ALMACÉN DEL TALLER
- ÁREA DE REGADERAS, BAÑOS, LAVABOS Y MINGITORIOS PARA EL PERSONAL
- CUARTOS DE COMPRESOR DE AIRE, RESIDUOS Y LLANTAS
- FOSA SÉPTICA
- ÁREA DE ALMACENAMIENTO PARA RECIPIENTES TRANSPORTABLES RECHAZADOS.
- CUBETO DE RETENCIÓN DE DIÉSEL
- ÁREAS SIN CONSTRUCCIONES, QUE ES EL RESTO DE LA SUPERFICIE PARA LA PLANTA COMO ÁREAS RELLENADAS, COMPACTADAS, NIVELADAS Y ASFALTADAS.

MAQUINARIA Y EQUIPOS.

Equipo	Marca	Horas requeridas/mes
Excavadora 322 L	Caterpillar	100
Retroexcavadora 310	John Deere	116
Camión de volteo de 7 m^3	Mercedes Benz	120
Rodillo Liso TR-18	Cypsa	30
Bailarina	Mikasa	60

Vibrador de concreto	Mikasa	65
Camión cisterna (pipas)	Chevrolet Kodiak	100
Camión tolva (revolvedora de concreto)	Mercedes Benz	100
Vibro-compactadores	Caterpillar	100
Extendedoras de concreto asfáltico	Caterpillar	80
Grúa	GOMACO	15
Pick up	Toyota	100
Trascabo	Caterpillar	30

El personal que intervendrá en la construcción de la Planta, serán en número aproximado de 25 personas incluyendo un Arquitecto, mismos que se desempeñarán en las funciones siguientes:

Tabla 5. Personal requerido durante la etapa de construcción del proyecto.

Función	Cantidad	Tipo de M.O.	Turnos	Días / Sem.
Cuadrilla de topografía	2	Calificada	1	6
Operador motoconformadora	1	Calificada	1	6
Operador vibro compactador	1	Calificada	1	6
Operador retroexcavadora	1	Calificada	1	6
Operador de pipa de agua	1	Calificada	1	6
Excavadora 322 L	1	Calificada	1	6
Ayudante general	4	No calificada	1	6
Albañil (oficial)	2	Calificada	1	6
Ayudante albañil	7	No calificada	1	6
Velador	1	No calificada	1	6
Soldador	2	Calificada	1	6
Electricista	2	Calificada	1	6

El personal de operación de grúa, extendedora de asfalto revolvedora de concreto serán parte de empresas contratistas que se contraten para trabajos específicos.

LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN SE COMPLETA CON LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

1. CORTE DEL TERRENO Y EXCAVACIONES.

Es necesario definir el nivel del piso terminado de la planta o niveles considerados, de manera que se pueda compensar el material de corte con el de relleno, sin necesidad de traer material adicional.

Excavación para cimentaciones de obras (oficina gerenciales con caja y vigilancia, baños, fosa séptica, taller con su oficina, almacén, baños de personal, cuartos de compresor residuos y llantas; así como una cisterna de agua para sistema contra incendios, área de almacenamiento para recipientes transportables rechazados, muelle de llenado de cilindros portátiles; área para tanque de almacenamiento de diésel para auto consumo; plataforma para tanque de almacenamiento (adecuación) con dos tomas de suministro a autotanques, una toma de recepción y una toma de

carburación de autoconsumo); finalmente se excavará en las colindancias Sur, Este y Oeste para reforzamiento de la malla ciclónica, para la colindancia Norte cuenta con barda de block; en el área de construcción de la fosa séptica se excavará a mayor profundidad, el material retirado se acumulará en uno de los extremos del sitio para utilizarlo posteriormente en el relleno de las áreas.

2. RELLENO, COMPACTADO Y NIVELADO.

La ejecución de la nivelación ayudará a determinar inicialmente el desnivel que hay dentro del predio, así mismo se podrá plantear la relación que existe entre los cambios de nivel respecto a un plano de referencia. Lo anterior permitirá que se identifiquen las áreas que serán rellenadas y la cantidad de material obtenido en las excavaciones se aprovechará para completar el relleno, logrando así que el predio se nivele y el flujo de agua pluvial se desaloje adecuadamente. El terreno se encuentra rellenado actualmente más sin embargo estas actividades se realizarán para secciones que requieran de rellenarse y nivelarse.

3. ARMADO DE CIMBRAS, PARA LAS OBRAS DE PLATAFORMA DE MANEJO DE GAS (ADECUACIÓN DE FIRME DE CONCRETO Y BASES DE SUSTENTACIÓN EXISTENTES), TOMAS DE RECEPCIÓN, TOMAS DE SUMINISTRO, TOMA DE CARBURACIÓN DE AUTOABASTO Y PLATAFORMA DE CONCRETO PARA ANDÉN DE LLENADO DE CILINDROS PORTATILES), ASÍ COMO DEMÁS OBRAS FUERA DE LA ZONA DE MANEJO DE GAS.

Durante esta etapa se llevará a cabo el tendido de la plantilla de cimentación en adecuación a la existente de lo que será la plataforma para el manejo del gas, incluye las bases de sustentación para el tanque existentes actualmente. Los materiales que son esparcidos son una mezcla de concreto que se dispersa en el área de obras. No se generan emisiones de residuos de algún tipo.

ARMADO CON ACERO DE CIMENTACIONES, ZAPATAS, CIMBRA Y COLADO DE CIMBRAS PARA OBRAS EN LO QUE SERÁ LA PLATAFORMA DE MANEJO DEL GAS POR ADECUACIÓN.

Las actividades consisten en el tendido de acero para cimentaciones y zapatas, de lo que serán las obras descritas, cabe señalar que el concreto será llevado a la zona de obras mediante tolvas y también se elaborará en el sitio mediante una revolvedora. Se habilitará y cimbrará el acero de refuerzo para cada uno de los cimientos.

La cimentación de la losa para estabilización del tanque se colará con concreto premezclado, con previa colocación de plantilla y acero de refuerzo.

Para las obras fuera de la zona de manejo de gas, se realizarán con concreto hecho en obra por ser un volumen menor a colar. Se arman, cimbran y cuelan castillos y cadenas para soportar y unir los muros de tabique rojo junteados con mortero.

Al rellenar las excavaciones y terraplenes de la fosa séptica y la cisterna, se harán por capas horizontales en capas no mayores a 25 cm. compactados al 95%.

El procedimiento incluye la construcción del andén para llenado de cilindros portátiles donde la cimentación se colará con concreto premezclado, con previa colocación de plantilla y acero de refuerzo.

5. OBRAS CIVILES (PLATAFORMA Y ADECUACIÓN DE BASES DE SUSTENTACIÓN DEL TANQUE, MURETES DE PROTECCIÓN CON SUS ZONAS PARA SUMINISTRO, RECEPCION Y AUTOCONSUMO, ASÍ COMO EL MUELLE DE LLENADO, ÁREA PARA RECOLECCIÓN DE RECIPIENTES PORTÁTILES DAÑADOS, OFICINA, BODEGA, BAÑOS Y FOSA SÉPTICA), OBRAS DE DRENAJE INTERNO Y ELECTRIFICACIÓN.

Para construir las fosas de cisterna y séptica después de la excavación, se coloca una plantilla de concreto pobre para evitar el contacto del concreto de las fosas con el suelo. Se habilita y cimbra el acero de refuerzo de las fosas acorde a las indicaciones. Enseguida se cuela la cimentación de las fosas y después el cuerpo hasta el nivel de piso terminado, en capas verticales de 1.50 metros aproximadamente.

Como se realizó en la losa para recibir el tanque, se arma cimbra y cuela la tapa de las fosas dejando una entrada hombre para mantenimiento de las mismas.

Ahora se arman, cimbran y cuelan las losas de las obras de adecuación en la zona para plataforma de manejo del gas en su tanque de almacenamiento proyectado (adecuación de las bases de sustentación), las tomas de suministro, tomas de recepción y una toma de carburación autoconsumo, bodega, oficinas, área de almacenamiento para recipientes transportables rechazados, cisterna, fosa séptica, muelle de llenado de cilindros, etc.; dándoles pendiente para la caída del agua pluvial. Se impermeabilizan las losas de azoteas.

Se cimbran, arman y cuelas las banquetas, incluyendo guarniciones y remates. Se coloca el cercado perimetral con cercas de acero. Enseguida se colocan postes, guarnición y defensas en accesos al área del tanque y zonas de manejo de gas L.P.

Se coloca la capa de rodamiento para acceso y salida de los vehículos a servir, a esta última capa se le aplicará riego de impregnación para recibir una capa de sello; sobre la superficie obtenida se pintarán los señalamientos respectivos.

6. OBRAS CIVILES FUERA DE LA PLATAFORMA DE MANEJO DE GAS (OFICINAS, CAJA DE COBROS-PAGOS, TALLER, ETC.), INCLUYE LA DELIMITACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO CON POSTES DE FIERRO Y MALLA CICLÓNICA.

Durante estas actividades se llevarán a cabo las construcciones señaladas fuera de la de la plataforma de manejo de gas (ver tabla 2).

Técnicas a emplear:

Los materiales con que estarán construidos serán en su totalidad incombustibles, será con base de concreto en su totalidad, así como las bases, la plataforma y protecciones, serán con paredes de tabique y/o block y mortero/cemento con las cimentaciones como se ha señalado (castillos y trabes).

El cercado de los limites consiste en marcar con estacado y equipo topográfico para la delimitación perimetral para la colocación de la malla ciclónica, en la colindancia norte cuenta con barda de block y las propias actividades donde va la malla debidamente soportada.

Áreas de circulación de la planta.

El área de circulación dentro de la planta y teniendo en cuenta el tipo y peso de los vehículos que entrarán, se reforzará con material granulado de mayor peso volumétrico, con terminación consolidada con asfalto. Todas las áreas libres, dentro de la planta, estarán despejadas de material combustible, así como hierba, basura, etc. La descripción de la circulación interior se encuentra señalada en el plano civil.

La etapa de construcción es fundamental para el adecuado funcionamiento durante la vida útil de la instalación. La construcción de los pisos tipo reforzado que se requieren en las estructuras, será la que requiera mayor complejidad, tiempo y recursos, además de que será la tarea constructiva que signifique un impacto ambiental de mediano plazo, ya que las estructuras serán definitivas pero por tratarse de un terreno ya impactado serán impactos a evaluar prefigurándose como de baja importancia ya que no presenta vegetación natural, suelo original y la presencia de fauna se reduce a avifauna y lagartijas, básicamente, así como insectos y roedores, a diferencia de las instalaciones eléctricas, hidráulicas, mecánicas o de seguridad.

OBRAS PARA SERVICIOS SANITARIOS.

Para esta labor se empleará una retroexcavadora para abrir la zanja central, donde se asentarán la tubería y los pozos de visita o registros sanitarios.

Se construirán canaletas perimetrales separadas para el drenaje pluvial. El drenaje interno será mediante una red propia que conducirá las descargas de aguas residuales a una fosa séptica. En las edificaciones como oficinas, cajas, taller, baños, etc; al drenaje interior de aguas sanitarias, se empalmarán los mingitorios, inodoros, sifones de las duchas, lavabos, etc.

El drenaje de aguas negras estará conectado por medio de tubos de concreto de 15 centímetros de diámetro, con una pendiente del 2% a la fosa séptica.

Para la conducción de las aguas sanitarias hacia la fosa séptica, se utilizará tubería "ecológica" de concreto o PVC sanitario de 8" de diámetro, con una resistencia de 200 kg/cm^2, y la unión de

cada tubo se hará con una liga especial, para evitar las filtraciones al subsuelo, el diámetro está indicado de acuerdo con el cálculo ejecutado por el responsable del proyecto.

Los registros sanitarios o pozos de visita, serán construidos de ladrillo, revestidos interiormente, impermeabilizados y contarán con tapas de hormigón, con cerco o contra cerco y tendrán un espesor de 28 cm, con muros de tabique rojo recocido, terminado con aplanado pulido de cemento.

PROYECTO MECÁNICO (TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y SU EQUIPAMIENTO), INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Se trata de actividades de la etapa que, si bien no involucra obras, si requiere el montaje sobre las construcciones y actividades para conformar las redes de cableado eléctrico, conexiones, y revisiones.

EQUIPAMIENTO PARA OFICINAS, ADMINISTRACIÓN, LOGÍSTICA, DE SEGURIDAD, CONTRA INCENDIOS Y PREVENCIÓN-PROTECCIÓN.

Se trata de actividades de la etapa que incluyen instalación de mobiliario, enseres menores puertas y revisiones.

DETALLADOS FINALES, SEÑALIZACIÓN.

Se refiere a las actividades de revisión de obras e instalaciones previó a la entrada en operación. Una vez terminada la obra y antes de su entrega definitiva; el contratista procederá a retirar los residuos de materiales sobrantes y ejecutará una limpieza general de todos los ambientes interiores y exteriores de la planta de gas L.P. Además, se harán las reparaciones necesarias de fallas, ralladuras, despegues, y todas las demás que se observen para una correcta presentación y entrega de la obra.

GENERALIDADES DE LAS OBRAS (URBANIZACIÓN DE LA PLANTA).

La descripción de las obras se basa en el proyecto ejecutivo contenido en la memoria técnica, por lo cual se señala en tiempo pasado o presente; sin embargo, NO SE HAN INICIADO LOS TRABAJOS hasta contar con las licencias, permisos y autorizaciones que requiere este tipo de proyecto.

Todas las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tendrán compactadas con terminación de asfalto, con las pendientes apropiadas para desalojar las aguas pluviales; la amplitud será de al menos 3.5 metros para el movimiento seguro de vehículos.

El piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto hidráulico y contará con un declive del 1%, apropiado para el desalojo de las aguas de lluvia. Todas las demás áreas libres de la planta permanecen limpias y despejadas de todo tipo de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación.

Delimitación del predio de la planta de distribución.

Los linderos este, sur y poniente de la planta estarán delimitados con malla ciclónica de 2.00 m. en postes de fierro de la misma altura, en las secciones que coincide con construcciones de la planta se tendrá barda de tabique o block y cemento con 3.00 m de altura, el lindero norte se encuentra delimitado con barda de tabique y block.

Accesos.

Por el lado Noroeste se contará con un acceso de 8.00 m de ancho, mismo que será usado para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Por este mismo lado se contará con una salida de emergencia de 8.00 m de ancho, la cual permanece normalmente cerrada, las puertas o portones son metálicos y con una altura mínima de 1.80 m.

EDIFICACIONES

Las obras se han descrito en la tabla 2 y el apartado II.1.1.

Por el lado Norte del terreno que ocupará la planta, se localizarán las construcciones destinadas a las oficinas del personal administrativo y operativo, almacén de herramientas, estacionamiento de vehículos utilitarios, caseta de vigilancia, cuarto del equipo contra incendio, cisterna y tablero eléctrico, también por este lado se localiza estacionamiento para vehículos repartidores propiedad de la empresa. La zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados esta por el lado Oriente.

Por el lado Sur se localizará el recipiente de diésel dentro de un cubeto, así como el taller de mantenimiento menor donde no se realizan labores relacionadas con equipos de carburación ni producción de chispas, así como servicios sanitarios para el personal operativo.

Por el lado Sur de la planta también se localiza el almacén de herramientas.

Los materiales utilizados en estas construcciones son en su totalidad incombustibles, ya que sus techos son de losa de concreto, paredes de tabique, con puertas y ventanas metálicas. Las dimensiones se describen en el plano civil de la planta, anexo a esta memoria técnico-descriptiva.

Los materiales utilizados en estas construcciones son en su totalidad incombustibles, ya que sus techos son de losa de concreto, paredes de tabique, con puertas y ventanas metálicas. Las dimensiones se describen en el plano civil de la planta, anexo a esta memoria técnico-descriptiva.

Cobertizos.

En esta planta se tendrán como cobertizos los construidos en las áreas de recepción, suministro y carburación de gas L.P., así como también se tendrán un cobertizo en el lado Sur para almacén y taller, por el lado Norte cuenta con un cobertizo para el estacionamiento de los vehículos utilitarios.

Los cobertizos son para la protección contra la intemperie del personal que ahí labora, así como del equipo y accesorios ahí instalados, siendo éstos de lámina pintro y estructura metálica en su techo apoyado sobre columnas metálicas.

Servicios sanitarios.

En las construcciones que se localizan por el lado Norte y Sur del terreno que ocupa la planta se tendrán los servicios sanitarios para el personal administrativo y operativo. Se contará con regaderas, tazas, lavabos y mingitorios. Todos construidos con materiales incombustibles, siendo su techo de losa de concreto, con paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas, describiéndose en el plano civil sus dimensiones.

El drenaje de aguas negras estará conectado por medio de tubos de concreto de 15 cm de diámetro, con una pendiente del 2 % a una fosa séptica y pozo de absorción. La construcción de los servicios sanitarios cumple con la reglamentación sanitaria aplicable en la materia.

Zona de almacenamiento donde operará el recipiente no transportable para Gas L.P.

La zona de almacenamiento tendrá una terminación de concreto y contará con las pendientes necesarias para el desalojo del agua de lluvia.

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m^2, valor crítico para un subsuelo poco compacto, considerando que el recipiente no transportable usado para fines de cálculo está lleno en su totalidad con un fluido cuya densidad sea de 0.6 kg/l.

Esta planta contará con un recipiente no transportables de almacenamiento, del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especiales para contener gas L.P., el cual se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas que específica la norma. Se tendrán montados sobre bases de concreto, de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.

Contará con una zona de protección consistente en una plataforma de concreto armado con altura mínima de 0.60 m de altura y 0.20 m de espesor.

Este recipiente tendrá una altura de 2.00 m medida de su parte inferior a nivel del piso terminado de la zona de almacenamiento la cual es de concreto.

Escaleras y pasarelas

Al frente del recipiente se tendrá una escalera metálica unida por una pasarela del mismo material, que se usará para tener fácil acceso a la lectura y manejo del instrumental del recipiente. Del mismo modo se contará por un costado del recipiente con escalera metálica unida a una pasarela del mismo material para tener acceso a la parte superior del mismo recipiente no transportable.

Nivelación de domos.

Esta planta contará con un recipiente de almacenamiento no transportable, del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especiales para contener gas L.P., por lo que no se ocupa el nivelado por domos.

Protecciones contra impactos.

Se contará con una plataforma de concreto de altura mínima de 0.60 m para protección de la zona de almacenamiento y sirve también para la protección de bombas, tuberías, tomas de suministro, toma de recepción y toma para carburación de auto abasto.

El compresor y toma de recepción contará también con una plataforma de concreto de altura mínima de 0.60 m, ubicados en una extensión de la zona de almacenamiento.

Pintura en topes y protecciones.

Todas las protecciones y topes dentro de la planta en los diferentes elementos, para evitar impactos, se encuentran pintados con franjas diagonales alternadas de color amarillo y negro.

Trincheras para tuberías.

Esta planta no contará con trinchera para tuberías.

Muelle de llenado.

El muelle de llenado se localizará por el lado Poniente de la zona de almacenamiento no transportable y a una distancia de 6.00 metros. Está construido en su totalidad con materiales incombustibles, como es concreto armado con varillas de acero de ½", a cada 7 cm de distancia, su techo de lámina pintro sobre una estructura metálica y soportado por columnas de concreto y fierro; su piso es relleno de tepetate con terminación de concreto colocando antes una malla soldada de acero, el muelle contará en sus bordes con protecciones de ángulo de fierro y hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tendrán acceso al mismo.

Sus dimensiones son las siguientes:

Largo total: 9.00 metros
Ancho: 12.00 m
Altura del piso: 1.30 m
Altura del NPT a Techo: 2.70 m
Superficie: 108.00 m2

Contará con un área de carga y descarga para recipientes transportables sobre su plataforma.

Zona de revisión de recipientes transportables.

Esta zona para revisión de recipientes transportables, se encontrará ubicada en el muelle de llenado, ocupando un área mínima que pide la norma y que es de 3.00 m por 3.00 m, indicada en el plano civil.

Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados.

Esta área se encontrará ubicada al Oriente del terreno que ocupa la planta de distribución, estará construido con una plataforma de concreto armado y un área mínima que pide la norma y que es de 3.00 m por 3.00 m con altura de 10 cm.

Descripción de materiales de la zona de venta al público de recipientes transportables.

Esta planta no contará con área de venta al público.

Estacionamiento.

Por el lado Norte que ocupará la planta se localizará la zona destinada para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores, esta área permanecerá sin techar, su piso será de asfalto y contará con la pendiente apropiada para el desalojo de agua de lluvia, también por el lado Norte del terreno se localizará la zona destinada para el estacionamiento de los vehículos utilitarios, esta área tendrá un cobertizo de lámina pintro y contará con la pendiente apropiada para el desalojo de agua de lluvia.

Los estacionamientos estarán localizados de tal manera que la entrada o salida de cualquier vehículo al estacionarse no interrumpa la libre circulación de los demás, dichos estacionamientos estarán delimitados por cajones.

Talleres.

Ubicado en el lado Sur de esta planta se tendrá un taller de servicio mecánico para la reparación menor de los vehículos propiedad de la empresa, efectuándose sólo las reparaciones que no implican la generación de chispa, y cabe mencionar que en dicho taller no se instalarán ni repararán equipos de carburación de gas L.P.

Zona de almacenamiento interno de diésel.

Esta planta contará por el lado Sur, con depósito de almacenamiento de diésel y tendrá una capacidad de almacenamiento de 3,000 lts, dicho almacenamiento estará confinado en un recipiente cerrado y ubicado a la intemperie. Cabe mencionar que dicho recipiente será metálico y estará ubicado dentro de un cubeto de retención, su alumbrado y equipo eléctrico son de la clase I división I.

La bomba a ser utilizada para su trasiego estará conectada a tierra, así como la toma de recepción, toma de despacho del diésel y recipiente de almacenamiento, contará también con pinzas tipo

caimán para conexión a vehículos. El soporte de la toma de suministro y recepción estará firmemente anclado al piso y colocado como lo indica la norma.

Las tuberías empleadas para el trasiego de diésel son de acero al carbón A53, céd. 40 roscada, las conexiones roscadas son clase 150 y las soldadas céd. 40, con bridas clase 150, las válvulas utilizadas son de materiales aceptados por la norma y para 400 WOG. Se contará con mangueras resistentes al diésel y para una presión mínima de 1.034 MPa.

Cubeto de retención.

Esta planta de distribución contará con cubeto de retención, su volumen es suficiente para retener el total del combustible contenido en el recipiente metálico, así mismo el piso y su dique son de concreto, contará con drenaje para el desalojo de agua de lluvia, el que está ligado a las pendientes de la planta y conectado al drenaje de la misma, a la salida del drenaje del agua pluvial contará con válvula de seccionamiento.

Justificación del volumen máximo derramado:

Volumen del recipiente metálico que contiene diésel es igual a: 3,000 lts

Volumen del cubeto:

V_2 = L x L x h = 4.00 x 2.50 x 0.60 = 6.00 Mt^3 = 6,000 lts

Volumen real V_R para el derrame del diésel será igual a: 6,000 lts

Valor que es mayor a la capacidad del recipiente de almacenamiento de diésel a ser instalado que será de 3,000 litros, por lo que el cubeto está bien diseñado.

Distancias mínimas entre elementos.

Las distancias mínimas en esta planta serán las siguientes:

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

Límite del predio de la planta de distribución:	20.04 mts.
Llenaderas de recipientes transportables:	6.40 m
Plataforma del muelle de llenado:	6.00 m
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables:	6.00 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	37.43 m
Piso terminado:	2.00 m
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a gas L.P.:	48.08 m
Zona de almacenamiento interno de diésel:	35.80 m
Boca de toma de carga y descarga de diésel:	37.86 m
Boca de toma de carburación de autoconsumo:	6.51 m

Boca de toma de recepción y suministro:	6.48 m
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento:	4.82 m
B) De llenaderas de recipientes transportables a:	
Límite del predio de la planta de distribución:	19.96 mts.
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	72.27 mts.
Boca de toma de recepción, suministro y carburación:	21.91 mts
C) De la boca de toma de recepción, suministro o carburación más cercana a:	
Límite del predio de la planta de distribución:	16.24 mts.
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	30.78 mts.
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a gas L.P.:	43.68 mts
Almacén interno de combustible diferente al gas L.P. (Diésel):	29.12 mts.
D) De bombas y compresores más cercanos a:	
Límite de su zona de protección:	2.34 mts.
E) De soportes de tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo, o de la boca de toma del área de carga y descarga de diésel a:	
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular:	0.90 mts.
F) Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:	
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular:	0.50 mts.

INSTALACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y SU EQUIPAMIENTO.

Montaje y colocación de estructuras.

El montaje de estructuras para el tanque de la planta de almacenamiento, consiste básicamente en la instalación de la parte mecánica que serán los elementos consistentes en el tanque de almacenamiento, conexiones, tuberías, soportes de la red de aspersores y los accesorios necesarios e indispensables para que la planta de almacenamiento pueda funcionar adecuadamente bajo las normas de seguridad y regulación que le aplican; el apartado II de este ERA, describe a detalle la sección de obras mecánicas y equipos para la planta proyectada.

II.2.2 PROYECTO Y/O INSTALACIONES A OPERAR.

Las obras e instalaciones motivo del presente proyecto que es analizado en materia de riesgo ambiental incluye las obras a desarrollar que se han descrito previamente, así como las actividades de manejo del gas (abasto en tomas de recepción o abasto desde semirremolques; trasiego a través de tubería rígida desde las tomas de recepción a tanque de almacenamiento y desde el

tanque a través de las líneas de tubería hacia las tomas de suministro a autotanques (pipas), toma de carburación de auto abasto, anden de llenado de cilindros portátiles y las propias actividades de llenado de cilindros portátiles en el andén (ver figura 4), esas actividades e instalaciones se detallan tal como fueron diseñadas; en la memoria técnica del proyecto avalada por una unidad de verificación en la materia; se trata pues de un análisis del conjunto de instalaciones que se detallan en la tabla 2 y las operaciones de trasiego del gas L.P.

II.2.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO (OPERACIONES).

La operación de la planta de almacenamiento para distribución 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, aunque si, cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

Las actividades en la planta de almacenamiento para distribución, (actividades de trasiego), tal como se ha señalado en el párrafo anterior se resumen de la siguiente manera:

1. ABASTO DE GAS DESDE LAS TOMAS DE RECEPCIÓN AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

- PROCEDIMIENTOS DE DESCARGA DE SEMIRREMOLQUES:

• La planta recibe el gas L.P. mediante semirremolques cuya capacidad va de 44,527 a 60,000 litros al 100%, Los semirremolques contienen un volumen máximo al 90% de su capacidad, por lo que traen entre 40,000 a 50,000 litros, (es decir 10,700-13,000), galones en promedio. Donde el gasto de la descarga es de 40,500 litros/150 min., que equivale a 270 litros /min. (71.43 gal/min.).

Figura 3. Capacidad de semirremolques tipo; que se utilizan para abasto en las plantas de almacenamiento, dos semirremolques por tracto camión.



- Procedimientos de descarga para la planta (toma de recepción o descarga desde remolque tanque).

Para la operación de descarga se contará con procedimientos y con personal capacitado:

- ♣ Al inicio de turno el personal de descarga revisará el espacio disponible en el tanque de almacenamiento a abastecer y lo registrará.
- ♣ Al llegar a la planta, el semirremolque se dirigirá al área de recepción, donde será recibido por el personal de descarga. El descargador revisará el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas L.P. contenido en el semirremolque; también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo.
- ♣ Indica al operador del semirremolque donde deberá estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.
- ♣ Toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión a la que viene.
- ♣ Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- ♣ Acopla la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y color rojo. luego abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- ♣ Acoplará la manguera de vapor, que estará conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad. (Abrirá las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente a abastecer).
- ♣ En la línea del tanque hasta la zona de toma de descarga de semirremolques se abren las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- ♣ Accionará el interruptor que pone a funcionar la compresora por medio de su motor eléctrico.
- ♣ Durante la operación de descarga, el descargador por ningún motivo se retira de la zona y periódicamente verifica el contenido restante en el semirremolque mediante el medidor rotatorio (rotogage) hasta que alcance el valor de cero para enseguida proceder a apagar el motor de la compresora.
- ♣ Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras, así como del semirremolque y las retirará de la unidad. Se cerrará la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacopla todas las líneas.
- ♣ Coloca los tapones respectivos en la toma de líquido y vapor del semirremolque, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- ♣ Informa al operador que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Procedimiento de suministro de gas en auto tanques para abasto en domicilios, instalaciones comerciales o de servicios de la región:

a. El operador estacionará el autotanque en el área de carga donde el llenador seguirá la secuencia de operaciones de la siguiente manera:

b. Verificará que las llaves de encendido del motor del autotanque no estén colocadas en el switch de encendido.

c. Verificará que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.

d. Revisará, utilizando el medidor rotatorio, el porciento de gas que tiene el autotanque (contenido con el regreso de ruta), deberá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al autotanque, para que éste quede al 90% de su capacidad.

e. Colocará la palanca indicadora del medidor rotatorio en el nivel que se desee y dejará la válvula del medidor rotatorio abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.

f. Establecerá continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo autotanque por llenar y verificará que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el autotanque tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.

g. Oprimirá el botón energizado del motor de la bomba.

h. Durante el llenado verificará que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación, continuamente verificará el porciento de llenado del autotanque.

i. Cuando se alcance al volumen deseado del auto tanque, desenergizará la bomba, para suspender el paso del gas a la unidad.

j. Cerrará las válvulas de corte en todo el sistema incluyendo las del autotanque y lentamente desconectará la manguera del autotanque.

k. Retirará las calzas de las llantas del autotanque.

l. Revisará en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié en la presencia de fugas.

m. El llenador dará aviso al operador para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado al autotanque o en su caso abandonará la planta para su reparto.

n. El operador conducirá la unidad en el área de circulación con la precaución debida.

Un procedimiento similar se realizará para los autotanques de abasto a tanques estacionarios. Se estacionarán en la toma de suministro, apagará el motor, luces y cualquier accesorio eléctrico, se colocarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje:

a) El llenador verificará su contenido, presión y temperatura, acoplará las mangueras de llenado, abrirá válvulas y arrancará la bomba. Al alcanzar el volumen de 85%, apagará la bomba, cerrará válvulas, desconectará mangueras, quitará cuñas y cable de aterrizaje e indicará al operador que puede abandonar las instalaciones.

Procedimiento de abasto en toma de carburación de auto consumo para unidades de la empresa:

El procedimiento de operación consistirá básicamente en:

1). Los vehículos que utilizarán gas como combustible se estacionan junto a la toma de suministro.

2). Apagar el motor antes de iniciar la carga y todo sistema eléctrico de la unidad.

3). Se le colocan cuñas y tierra estática y la manguera de carga al vehículo,

4). Se dota de combustible, se desconectan los accesorios instalados y se retira la unidad.

5). Retiro del área de suministro del vehículo al que se ha suministrado.

Procedimiento de llenado de cilindros portátiles y carga en unidades*: (la descripción se basa en lo descrito en la memoria técnica constructiva por lo que podrá estar en tiempo presente o futuro).*

- Se permitirá el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico, verificando, que, en su acceso, cuenten con el matachispas instalado, en caso contrario se le proporciona el matachispas. El operador del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios, y descarga los cilindros vacíos.
- Posteriormente el personal de llenado seleccionará los cilindros a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separan y son enviados al taller de mantenimiento, para su reparación. En caso de encontrarse en condiciones inadecuadas se envían como chatarra al fondo de reposición de cilindros.
- Los cilindros que se encontrarán en buenas condiciones pasan al área de llenado, donde son colocados en su báscula respectiva, se les enrosca la llenadora y se abre la válvula. Cuando alcanzan el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente. Se desacoplan y pasan al área de carga, donde el camión repartidor, que se encuentra vacío, estiba los cilindros llenos. Finalmente sale de la planta para realizar el reparto domiciliario.

Acciones específicas para el llenado de cilindros.

El llenado de cilindros portátiles se efectuará en el andén de llenado. Esta operación consiste en transferir el gas en estado líquido del tanque de almacenamiento a los tanques portátiles conectados en las llenadoras del andén utilizando bomba. El líquido se mueve a presión hacia las

llenadoras y es inyectado a los cilindros por la válvula de servicio, mientras se encuentran sobre la báscula indicadora, que es la encargada de controlar automáticamente el que en estos cilindros se deposite la cantidad exacta de gas, en kilogramos. Existe una sección de tubería que sale también de la bomba y es la encargada de regresar el gas líquido que no alcanza a introducirse en los cilindros y que significa un exceso en la tubería de salida de la bomba.

El muelle de llenado está diseñado para ocho básculas del tipo plataforma con capacidad de 120 kg cada una, mismas que son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes transportables, estas básculas están conectas para su mejor protección al sistema general de "tierra".

Se contará también en el muelle de llenado con tres básculas electrónicas del tipo plataforma para el repeso de recipientes transportables, con capacidad de 120 kg y una resolución de 100 gr éstas se encontrarán igualmente conectada a "tierra".

Sistema de vaciado de Gas L.P. Esta planta contará con un sistema para el vaciado de gas L.P., de recipientes transportables, el cual consta de un recipiente tipo estacionario de capacidad apropiada, contando con los aditamentos necesarios y un tubo de desfogue de 4.50 m de altura, usado para liberar la presión existente del recipiente. Consta además de un múltiple de dos salidas conectadas al recipiente antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente, ubicado todo esto en un extremo del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de residuos, es de acero céd. 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm^2 como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de residuos al recipiente estacionario de 32 mm (1¼") de diámetro y el tubo de desfogue de 19 mm (3/4") de diámetro. Los accesorios existentes son de diámetro igual al de las tuberías en que se encontrarán instalados. Las mangueras que se usan son especiales para gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm^2 y ruptura a 140 kg/cm^2.

Distribución de cilindros para su distribución mediante unidades repartidoras propias de la empresa. Como se podrá apreciar, se contará con los instrumentos y equipos de seguridad para controlar las emisiones fugitivas del gas, que se pudieran presentar durante las actividades propias de la operación de la planta, siendo estas mínimas.

Cantidad de Gas L.P. a manejar.

Durante la operación de la planta de almacenamiento y distribución se plantea que el desplazamiento semanal sea de 300,000 litros (170,000 kilogramos), equivalente a que se maneje un volumen mensual de distribución aproximado de 1'200,000 litros, por lo que la planta de almacenamiento y distribución será suministrada mediante semirremolques de 70 a 10 veces por semana.

De tal manera que las áreas existentes donde se realizará el trasiego del gas L.P., serán:

1. Recepción de semirremolques y tracto camión en área interior de la planta (estacionamiento de remolque-tanque).

2. Tomas de recepción hacia líneas del tanque de almacenamiento.

3. Almacenamiento del combustible en un recipiente, con su equipo de seguridad y procedimientos de supervisión (plataforma de manejo de gas); con procedimientos de trasiego desde las líneas de tubería del tanque a:

✓ Tomas de suministro a autotanques para distribución en la región.

✓ Anden de llenado donde se suministra a los cilindros portátiles para surtir vehículos de reparto.

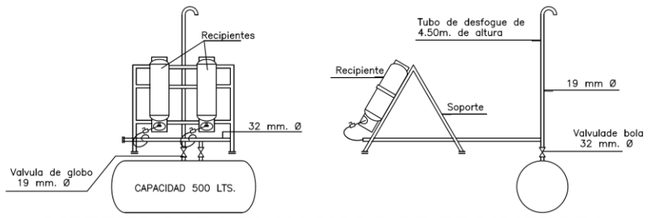
✓ Toma de carburación autoabasto.

4. Áreas de estacionamiento de unidades vehiculares de reparto en cilindros portátiles y autotanques de reparto.

Las obras para las instalaciones proyectadas cuentan con la Memoria Técnica de Diseño y sus respectivos planos (Anexo Técnico y Gráfico de este estudio), que presenta los detalles de la planta de gas tal como fue diseñada para su desarrollo de tipo civil, mecánico, eléctrico y sistema contra incendio y de seguridad; atendiendo desde el diseño, las especificaciones descritas en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 5 de diciembre del 2007 y de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014.

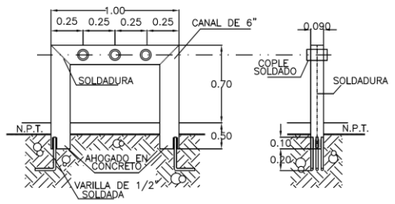
La siguiente figura muestra un dibujo-diagrama señalando las áreas de manejo del gas en la planta proyectada y equipos involucrados:

Figura 4. Diagrama de flujo de las actividades de trasiego de gas y equipo involucrado durante la operación de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.

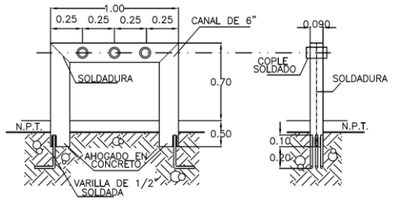


SISTEMA PARA EL VACIADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES SIN ESCALA

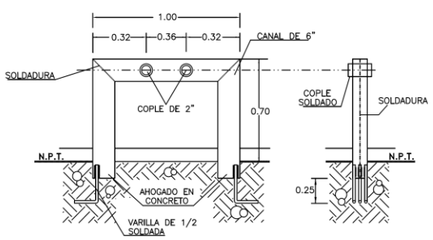




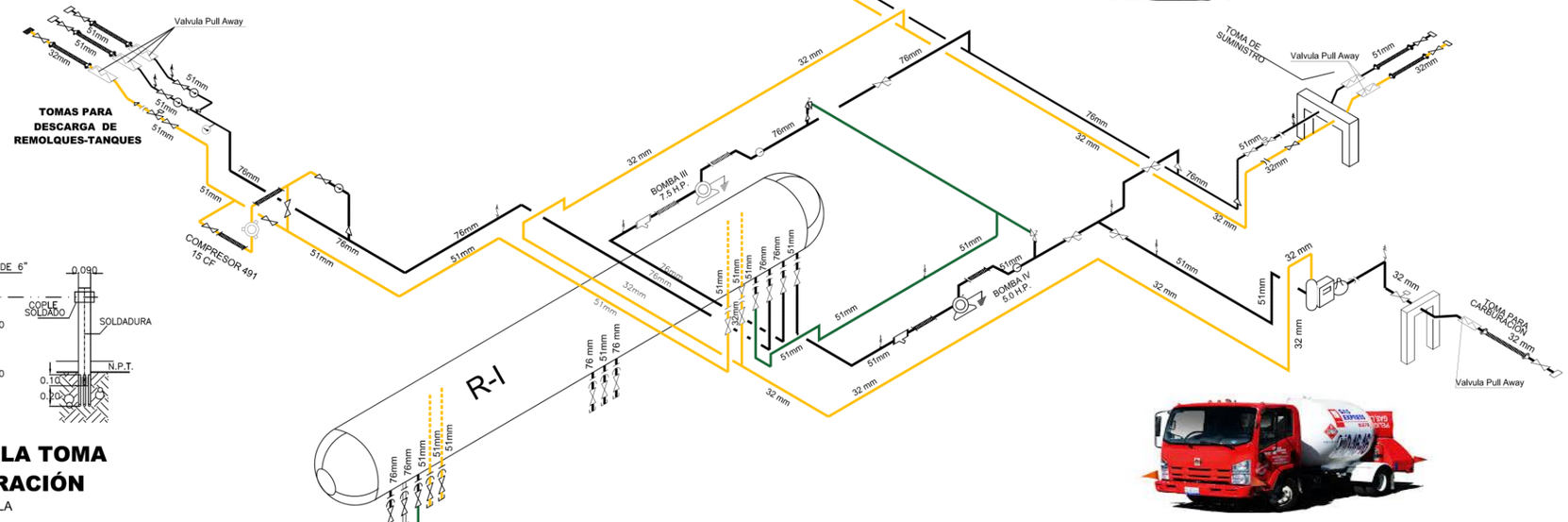
ANCLADO DE LA TOMA DE RECEPCIÓN SIN ESCALA



ANCLADO DE LA TOMA DE CARBURACIÓN SIN ESCALA



ANCLADO DE LAS TOMAS DE SUMINISTRO SIN ESCALA



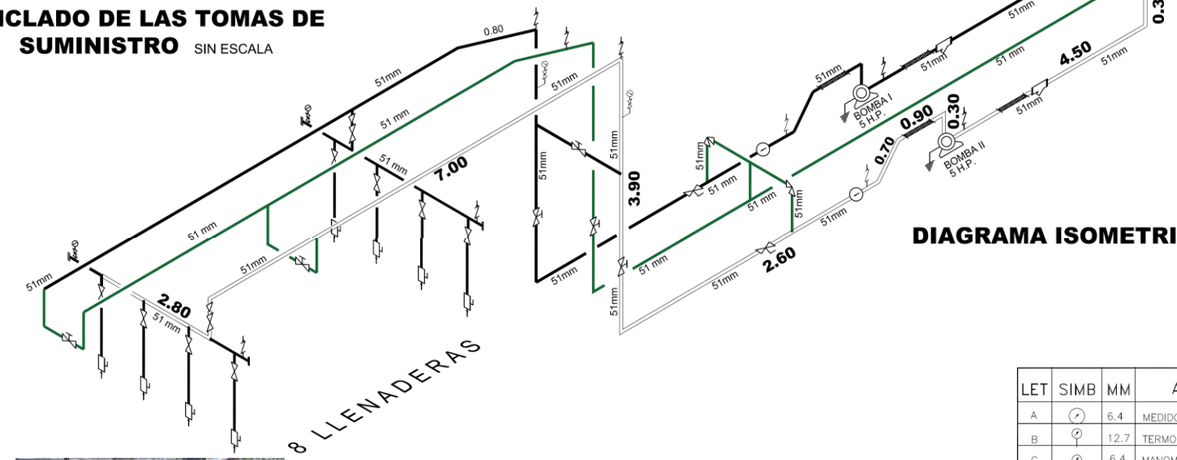


DIAGRAMA ISOMETRICO DE FLUJO



LET	SIMB	MM	ACCESORIOS DE LOS RECIPIENTES	CARACTERISTICAS
A		6.4	MEDIDOR MAGNETICO DE NIVEL	ROCHESTER
B		12.7	TERMOMETRO –20 A 50°	METRON
C		6.4	MANOMETRO DE 0–21 KG/CM2	METRON
D		6.4	VALVULA DE MAXIMO LLENADO 90%	REGO 3165C
E		6.4	VALVULA DE MAXIMO LLENADO 86.25 %	REGO 3165C
F		76	VALVULA EXCESO DE FLUJO PARA LIQUIDO	REGO A7539 V6
G		51	VALVULA DE NO RETROCESO P/ RETORNO DE LIQUIDO.	REGO A7537P4
H1		51	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO PARA VAPOR	REGO A3292B
H2		32	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO PARA VAPOR	REGO A3282C
I	--	102	VALVULA MULTIPORT BRIDADA	REGO 8574G
J	--	64	VALVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN 294 M^3/MIN	REGO A3149 MG
K	--	--	TUBO DE DESCARGA CON CAPUCHON	CED. 40
L		76	CONEXION SOLDADA PARA TIERRA	CABLE DE COBRE DESNUDO
M1 M2		51 76	TAPÓN MACHO	ACERO ALTA PRESIÓN

SIMB	ACCESORIOS DE LA INSTALACION	CARACTERISTICAS
	ACOPLADOR DE LLENADO PARA LIQUIDO	REGO A 3195
	ACOPLADOR DE LLENADO PARA VAPOR	REGO A 3175–A
	VALVULA DE GLOBO RECTA	28 KG/CM2 A. A. G.
	VALVULA DE BOLA	28 KG/CM2 A. A. G.
	VALVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN PARA LINEA	APERTURA 28 KG/CM2 CAPACIDAD 22 KG/CM2
	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO	REGO A7596V6 76MM A3292C 51MM
	VALVULA AUTOMATICA DE RETORNO (BY PASS)	PRESION DIFERENCIAL 5 KG/CM2
	VALVULA DE AGUJA	28 KG/CM2 A. A. G.
	MANOMETRO DE 0–21 KG/CM2	CARATULA 64 MM
	BOMBA ACOPLADA A MOTOR ELECTRICO 5.0 C.F. 7.5 C.F.	CORKEN 521 189 LP.M.(50 G.P.M.) CORKEN 1021 378 LP.M.(100 G.P.M.)
	COMPRESOR CON MOTOR ELECTRICO 15 C.F.	CORKEN 491 749 LP.M. (198 G.P.M.)
	MEDIDOR DE LIQUIDO	Neptune Tipo 4D
	VALVULA DE NO RETROCESO	REGO 6586 B
	INDICADOR VISUAL DE FLUJO TIPO NO RETROCESO	REGO A7794
	FILTRO DE PASO	SARCO
	VALVULA DE PARO DE EMERGENCIA	WORCESTER 51mm
	CONECTOR FLEXIBLE	METALICO
	MANGUERA ESPECIAL PARA GAS L.P.	17.57 KG/CM2 PRESION DE TRABAJO 140 KG/CM2 PRESION DE RUPTURA
	TUBO DE ACERO AL CARBON PARA LIQUIDO SOLDABLE	CED. 40 SIN COSTURA
	TUBERIA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LA BOMBA	CED. 40 SIN COSTURA
	CONEXION A TIERRA	CABLE DE COBRE DESNUDO

Inspección y vigilancia programada para las instalaciones, mantenimiento, pruebas de corrosión y presión.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL. El Programa de mantenimiento y Supervisión de Instalaciones, se describe a continuación:

Debido a las previsiones del Reglamento de Gas Licuado de Petróleo y Normas de la Secretaria de Energía, así como la reciente Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; las cuales están orientadas al manejo seguro de la sustancia combustible y regulación de actividades, y de esta manera minimizar las probabilidades de ocurrencia de eventos indeseables, que pudiesen significar efectos ambientales nocivos o daños hacia las instalaciones proyectadas y el personal laboral o población que pueda ser vulnerable, se dispone desde ahora con un amplio programa de mantenimiento, el cual será de rigurosa aplicación, una vez que se inician las actividades en la planta de almacenamiento.

El mantenimiento preventivo y correctivo de equipos se realizará por una empresa especializada, según se muestra en el cuadro siguiente:

Frecuencia → Inspección y Mantenimiento ↓	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL	OTRO
EQUIPO DE SEGURIDAD						
Limpieza del exterior de la mica del registro (medidores)	•					
Revisión de extintores				•		
Revisión de extintores de carretilla				•		
Revisión de hidrantes				•		
Lavado de cisterna				•		
Recarga de extintores				•		
Revisión de la red de agua contra-incendio				•		
Revisión de boquillas aspersores				•		
Pintura					•	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA						
Revisar que los conductos a prueba de explosión mantengan sus tapas perfectamente roscadas		•				
Revisar capelos		•				
Revisar conductos, sellos de fibra y sellos con compuesto			•			
Limpieza del tablero eléctrico			•			
Mantenimiento del control de arranque de la bomba contraincendio			•			
Mantenimiento a todas las botoneras			•			
Mantenimiento de conexiones en general			•			
TIERRAS FÍSICAS						
Verificar continuidad a tierra de las tuberías.					•	
Verificar continuidad a tierra de las bombas					•	
Verificar continuidad a tierra de los compresores					•	
Verificar continuidad a tierra del tanque de almacenamiento					•	
Verificar continuidad a tierra de las tuberías					•	
BOMBAS Y COMPRESORES						
Reemplazo de los sellos mecánicos de bombas y compresores			•			
Revisión de la tensión de las bandas de las bombas			•			

Revisión de la tensión de las bandas de los compresores			•			
Medición de la eficiencia de bombeo de las bombas			•			
Limpieza de filtros de las bombas			•			
Limpieza de filtros de los compresores			•			
Reemplazo de bandas de impulsión de las bombas			•			
Reemplazo de bandas de impulsión de los compresores			•			
Reemplazar coples flexibles en las bombas			•			
Reemplazar coples flexibles en los compresores			•			
TUBERÍAS						
Revisión ocular de fugas		•				
Revisión de conexiones y accesorios		•				
Limpieza de filtros de las tuberías		•				
Reemplazo obligatorio del empaque de las bridas – 5 años						•
MANGUERAS						
Revisión ocular de mangueras		•				
Lubricar con glicerina		•				
Reemplazo obligatorio – 5 años						•
TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
Revisión ocular de la válvula de llenado máximo.	•					
Reemplazo del manómetro – 36 meses						•
Reemplazo del termómetro – 36 meses						•
Medición ultrasónica del espesor – a los 10 años de vida del tanque (la primera vez) y posteriormente cada 5 años.						•
Reemplazar válvulas de exceso de flujo – 5 años						•
Reemplazar válvulas de no retroceso – 5 años						•
Reemplazo obligatorio de válvulas de seguridad – 5 años						•
Revisión de tanque por medio de pruebas ultrasónicas –5 años						•
INSTALACIONES EN GENERAL						
Purga de vapor en medidores		•				
Revisión general de fugas		•				
Revisión ocular de espárragos de bridas en tuberías			•			
Pintura parcial de descargadoras – tuberías y tanque					•	
Reemplazo de mangueras en tomas de recepción y suministro					•	
Reemplazo de coples flexibles de medidores – 36 meses						•
Revisión de integridad física de las techumbres					•	
Calibración de medidores con la jarra				•		
Mantenimiento mayor a la válvula diferencial de los medidores					•	
Reemplazo obligatorio de mangueras					•	
Mantenimiento mayor a bombas – 36 meses						•

DESCRIPCIÓN	PERIODICIDAD
	POR AÑOS
Reemplazo de bandas de transmisión (bomba)	1
Recalibración con la jarra (medidores)	1
Revisar impermeabilidad de los techos (edificaciones)	1
Pintura parcial de descargadoras (tuberías y tanque)	1
Verificación de la continuidad de tierras (tuberías)	1
Revisión y reemplazo de mangueras en las tomas de recepción y suministro	1
Recarga de extintores	1
Reemplazo del manómetro (tanque de almacenamiento)	2
Reemplazo del termómetro (tanque de almacenamiento)	2
Reemplazo de coples flexibles (bomba)	2

Reemplazo de coples flexibles (medidores)	2
Mantenimiento mayor a válvula diferencial (medidor)	2
Reemplazo obligatorio de mangueras	2
Pintar postes (edificaciones)	2
Pintado total desde primario (tanque de almacenamiento)	2
Pintado total desde primario (bomba)	2
Mantenimiento mayor en bomba.	2
Reemplazo a válvulas de exceso de flujo (a tanque de almacenamiento)	5
Reemplazo de válvulas de no retroceso (tanque de almacenamiento)	5
Reemplazo obligatorio de válvulas de seguridad para el tanque	5
Reemplazo obligatorio (mangueras)	5
Pintar el exterior e interior de las construcciones (edificaciones)	5
Pintura total desde el primario (tuberías)	5
Reemplazo obligatorio empaque de las bridas (tuberías)	5
Lubricación medidor y bomba según fabricante	5

Otros programas de supervisión de instalaciones.

Tabla 6. Programa de actividades de revisión y pruebas en el tanque de almacenamiento.

CONCEPTO	PERIODO
Prueba hidrostática o ultrasonido	10 años (la primera vez, y posteriormente cada 5 años)

Por otra parte, se tendrán adicionalmente las siguientes actividades:

- Inspecciones diarias de rutina por parte del personal de mantenimiento.
- Visita de inspección de la Unidad de Verificación en materia de gas L.P. (cada 12 meses).
- Inspecciones y/o revisiones por parte de la ASEA.

Combustible y/o energía que se utilizará durante su operación.

Tabla 7. Energía y combustibles requeridos para la operación de la planta de almacenamiento (estimación).

Tipo	Cantidad mensual	Unidades	Forma de almacenamiento.	Proveedor/ origen
Electricidad	± 5000	KWH	No aplica	CFE
Combustibles Fósiles	4000	Litros	Tanque	Gasolineras de la región

Maquinaria y equipo – Programa de mantenimiento.

Los detalles de la maquinaria, y equipos se describen a detalle en el apartado II.2.5; el programa de mantenimiento proyectado se ha descrito previamente.

Recursos naturales que se aprovecharán.

No se realizará aprovechamiento de ningún recurso natural en el área del proyecto o el entorno, como parte de las obras y actividades de la nueva planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.

Tipo y cantidad de sustancias que se almacenarán.

Ya se han descrito los volúmenes de gas L.P. a manejar estimándose en 1'200,000 litros/mes.

Tipo de reparaciones que se realizarán.

Ya se ha descrito el programa de mantenimiento proyectado.

Generación manejo y descarga de aguas residuales.

Se estima que en la instalación podrá haber una población de trabajadores máxima de 25 personas, fijas durante las horas del día, más los proveedores que usen el servicio, estimando unas 5 personas, considerando que todos usaran al menos una vez al día los servicios sanitarios o de regaderas (registros en la propia planta de gas L.P.), y cada persona descargará un promedio de 10 litros más los usos para limpieza para un total de 9 m^3 generados por empleados y unos 6 m^3 para mantenimiento (ambos casos por mes); lo que representa unos 15 m^3 de descargas por mes, en promedio.

Especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas o fauna nociva, describiendo los métodos de control.

Las instalaciones tendrán terminación de concreto en la plataforma del tanque de almacenamiento con sus zonas de: toma de recepción, suministro para autotanques, carburación para autoabasto y anden de llenado de cilindros portátiles (zonas de manejo de gas L.P.), así como la cisterna para agua de la red contra incendio y equipo contra incendio; al igual que se contará con piso de concreto en áreas de administración, bodegas, cisterna, cuarto de bombas, muelle de llenado, cobertizo de toma de recepción, vigilancia, zona de recipientes rechazados, cobertizo para pintar tanques y áreas del taller de reparaciones menores donde no se realizan labores relacionadas con equipos de carburación, techumbre para equipo de bomberos y descanso, servicios sanitarios de administración, tablero eléctrico y servicios sanitarios para el personal obrero; mientras que las áreas de circulación y estacionamiento contarán con capa asfáltica compactada sobre firme rellenado-compactado con arena y grava, si existirá un procedimiento para limpieza de vegetación que crece en las colindancias. Respecto a la fauna nociva, se lleva un control de fauna nociva mediante cebos en trampas fijas.

Otros insumos.

Detergentes, consumibles de papelería, limpiadores, tintas de impresora, etc. No se utilizarán insumos para operar la planta de almacenamiento en áreas de manejo de gas, ya que el mantenimiento será otorgado por una empresa externa.

Sustancias no peligrosas.

Se tendrá el cubeto de retención para manejo de diésel con fines de auto consumo, se manejarán residuos no peligrosos en tambos metálicos (resultantes de oficinas, mantenimiento y baños).

Sustancias peligrosas.

Además del gas L.P., también se tendrá un almacén de residuos peligrosos que reunirá las especificaciones normadas; donde se almacenarán recipientes que contuvieron pinturas de aceites, brochas impregnadas de aceites gastados, estopa sucia y materiales impregnados de aceite del taller de mantenimiento, este se ubicará fuera de la zona de manejo del gas.

II.2.4. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

Con respecto a la etapa de abandono del sitio, se prevé que cuando esto ocurra todos los equipos, estructuras y dispositivos instalados en la planta de almacenamiento de gas L.P. pueden ser removidos del sitio, lo cual facilitaría el desmantelamiento de los equipos para manejo de gas; en realidad en este tipo de proyectos las obras constructivas se mantienen para los usos que el propietario designe convenientes y solo concluyen las operaciones de manejo del gas ya que las edificaciones no son susceptibles de contaminarse por gas L.P., adicional a ello al tratarse de obras en propiedad privada cuentan con derecho a la propiedad establecido en la constitución sin que exista algún precepto legal que indique lo contrario.

Cese de operaciones de manejo de gas en la planta de almacenamiento.

Una vez que se realiza la limpieza de las construcciones e instalaciones al concluir las operaciones de manejo del gas (proyectado a un mínimo de 40 años posteriores a la entrada en operación), el tanque de almacenamiento sería enviado a otra planta de la empresa sin dar un manejo de residuos peligrosos por el momento, dicho tanque deberá ser descontaminado por una empresa especializada, en el caso que se encuentren lodos de fondos en tanques, neutralizándolos, y es entonces cuando se da el manejo como residuos peligrosos a esos posibles lodos. [**Fuente:** NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Que señala como residuos peligrosos los **lodos de tanques de almacenamiento de hidrocarburos**; código de peligrosidad (Tt); clave E4/05 de residuo en el listado número 1 de la NOM].

II.2.5. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas. Especificando sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en Kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento y equipo de seguridad.

La materia prima para la operación de esta planta de gas (actividades de trasiego o manejo), es el gas licuado de petróleo, definido como el combustible que se almacena, trasiega y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas.

El gas que se encuentra "contenido" 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 la gaseosa están en equilibrio.

Los impactos que ejercen fuerzas sobre las paredes de un 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.

En una planta de gas de gas las operaciones se limitan al trasiego de gas; es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. Por ejemplo, Las tuberías utilizadas son de acero al carbón A/SA-53B o A/SA-106B sin costura de acuerdo a norma NMX-B-177-1990. Las conexiones son de fundición maleable o nodular.

Las conexiones roscadas existentes se colocan solo en tubería céd. 80 para una presión de diseño de 140-210 kg/cm². Las roscas de estas conexiones cumplen con la norma NMX-B-177-1990, el sellador utilizado en conexiones roscadas es a base de materiales resistentes a la acción del gas L.P., la profundidad y longitud de las cuerdas roscadas cumplen con las especificaciones de la NOM-H-22. Todas las tuberías soldadas instaladas para conducir gas L.P. son de acero cédula 40 como mínimo, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm². Las bridas utilizadas en esta planta son de fundición nodular o maleable clase 300 para una presión de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm²) a una temperatura de 338.15 °K (65 °C) y los empaques utilizados en las uniones bridadas son de materiales resistentes a la acción del gas L.P., construidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988.15 °K o 715 °C.

El gas L.P., no tiene características reactivas, corrosivas o radioactivas. Es peligroso aspirar gas L.P., en grandes cantidades puede producir muerte por asfixia, al igual que muere una persona por falta de

oxígeno. Un litro de gas L.P., en estado líquido pesa menos que un litro de agua (aproximadamente la mitad). Un litro de gas L.P., en estado vapor pesa más que un litro de aire (entre 1.5 a 2 veces más).

Para poder quemar gas L.P., necesita estar mezclado con cierta cantidad de aire; si la mezcla tiene demasiado aire, no encenderá, y si la mezcla tiene demasiado gas tampoco encenderá. El gas se quema totalmente sin dejar residuos ni cenizas, no produce humo ni hollín, su llama es muy caliente. La temperatura de ignición del propano es de 466 °C y del butano 405 °C.

Las bombas utilizadas para el trasiego del gas están precedidas de un filtro en la tubería de succión y un conector flexible, además cuentan con una válvula automática de retorno de gas líquido a él o los recipientes de almacenamiento en la tubería de descarga.

Características técnicas más importantes del gas L.P.

PARÁMETRO	PROPANO	BUTANO
FÓRMULA	C3H8	C4H10
PUNTO DE EBULLICIÓN °C	-42.1	0
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL GAS (AIRE=100)	1.53	2.00
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO (AGUA=100)	0.51	0.58
LB/GAL DE LÍQUIDO A 60 °F	4.24	4.81
BTU/GAL DE GAS A 60 °F	91,69	102,032
BTU/LB DE GAS	21,291	102,032
BTU/ PIE³ DE GAS A 60 °F	2,516	3,28
PIE³ DE VAPOR A 60 °F/GAL DE LÍQUIDO A 60 °F	36.39	31.26
PIE³ DE VAPOR A 60 °F/LB DE LÍQUIDO A 60 °F	8.547	6.506
CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN AL PUNTO DE EBULLICIÓN BTU/GAL	785.0	808.0
DATOS DE COMBUSTIÓN:		
PIE³ DE AIRE REQUERIDOS PARA QUEMAR 1 PIE³ DE GAS	23.86	31.02
TEMPERATURA DE IGNICIÓN EN EL AIRE °F	920-1020	900-1000
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD:	3,595	3,615
% DE GAS EN MEZCLA DE AIRE		
AL LÍMITE MÁS BAJO %	2.4	1.9
AL LÍMITE MÁS ALTO %	9.6	8.6
NÚMERO DE OCTANOS:		
(ISO-OCTANO=100)	MÁS DE 100	92

Por su naturaleza, el gas L.P., carece de olor y de color. Sin embargo, para anunciar su presencia se ha optado por odorizarlo, utilizando para ello un aroma penetrante y molesto conocido con el nombre de **mercaptano**, sustancia también carente de color, que corroe el cobre y el bronce.

Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diafragmas de los medidores.

Su peso por litro es de 0.813 Kg. y su olor es tan penetrante que basta agregar medio kilo en 37,850 litros (10,000 gls.) para que la presencia del gas odorizado se sienta tan repulsivo como se conoce. Considerando lo anterior, en cada litro de gas líquido, solo hay una gota de mercaptano.

Dado el porcentaje tan insignificante de mercaptano que hay en los volúmenes de gas, no produce ninguna variante en el poder combustible de los gases. Sin embargo, se tendrá especial cuidado en que nunca exceda a la quinta parte del nivel inferior de combustibilidad.

MERCAPTANO
Incoloro
No corrosivo
Olor muy fuerte
Mezcla libremente con gas l. p.
No venenoso
No reacciona con metales comunes.
No daña diafragma a medidores.
Peso por litro 0.813 Kg.
ODORIZACIÓN
Cantidad: ½ Kg. por 37,850 l

En la planta de almacenamiento y distribución no se producirán materiales o productos, ni se obtendrán subproductos o residuos del gas.

II.2.5.1. Cantidades de sustancias riesgosas que Se manejarán, incluyendo las hojas de seguridad de cada una de ellas.

Los volúmenes máximos de gas a manejar estimaciones, ya se ha descrito ampliamente en este ERA.

Tabla 8. Sustancia que Se manejará en la planta de almacenamiento.

Nombre Comercial	Nombre Técnico	CAS	Estado Físico	Tipo de envase	Etapa de proceso o Empleo	Cantidad de uso mensual	Cantidad de reporte (kg)	Característica		IDLH ppm	TLV ppm	Destino o uso final
								E	I			
Gas Licuado Comercial	Mezcla						50,000			2100	1000	Uso doméstico, comercial para actividades de servicios, comerciales e industrial.
	Propano	74986	Liquido	Tanque	En ventas	s/ventas	60%	X	X			
	butano	106978	liquido	Tanque	En ventas	s/ventas	40 %	X	X			

N. A. = No aplica.
S/ventas = según ventas.

II.2.5.2. HOJAS DE SEGURIDAD.

Se incluyen las hojas de seguridad del gas L.P., a continuación:

PEMEX
GAS Y PETROQUIMICA BASICA
Av. Marina Nacional No 329, Col. Huasteca
Pisos 15 y 17 Torre Ejecutiva, y Edificio B1,
Oficinas Centrales. México, D.F. C.P. 11311.

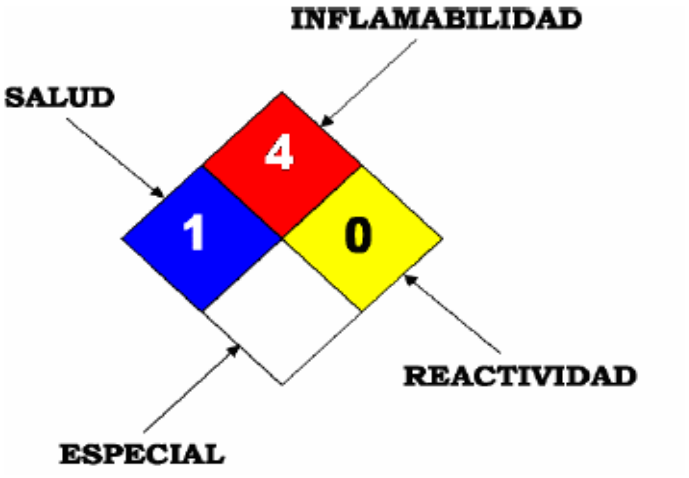
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS

GAS LICUADO DEL PETRÓLEO

TELÉFONOS DE EMERGENCIA (LAS 24 HORAS):

'EMEX *'entro de Control del 'istema Nacional de 'uctos:* ***'1-800-012 2900 '1-800-839 8000 944-6090, 1944-6091 1944-6092***	***CENTRAL DE FUGAS DE GAS LP*** *D.F. y Área Metropolitana:* ***5353-2515, 5353-2823, 5353-2763***	***SETIQ*** *Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química* *D.F. y Área Metrópolitana:* ***5559-1588*** *En la República Mexicana:* ***01-800-0021400***	***CENACOM*** *Centro Nacional de Comunicaciones* *D.F. y Área Metropolitana* ***51280056, 51280000, Ext. 11470-11476***	***COATEA*** *Centro de Orientació para la Atención de Emergencias Ambientales (PROFEPA)* ***2615-2045, 5449-6391, 5449-6300 Ext 16296***

Rombo de Clasificación de Riesgos



GRADOS DE RIESGO:
4. MUY ALTO
3. ALTO
2. MODERADO
1. LIGERO
0. MINIMO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

1. Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No: HDSSQ-LPG	**4. Familia Química:** Hidrocarburos del Petróleo
2. Nombre del producto: Gas licuado comercial, odorizado	**5. Fórmula:** $C_3H_8 + C_4H_{10}$
3. Nombre Químico: Mezcla Propano-Butano.	**6. Sinónimos:** Gas LP, LPG, gas licuado del petróleo.

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

1.Nombre de los componentes	%	2. No. CAS	3. No. UN	4. LMPE: PPT, CT	5. IPVS	6. Grado de riesgo			
						S	I	R	Especial
Propano	60	74-98-6	1075	Asfixiante Simple	2100 ppm	1	4	0	
Butano	40	106-97-8	1011	PPT: 800 ppm	---	1	4	0	
Etil-mercaptano (odorizante)	0.0017 – 0.0028	75-08-1	2363	PPT: 0.95 ppm CT: 2 ppm	500 ppm	2	4	0	

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

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

El gas licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, cuando las instalaciones se diseñan, construyen y mantienen con estándares rigurosos, se consiguen óptimos atributos de confiabilidad y beneficio. La LC_{50} (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes.

Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de LPG se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivas, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire=1).

EFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

OSHA PEL: TWA 1000 ppm (Límite de exposición permisible durante jornadas de ocho horas para trabajadores expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos)

NIOSH REL: TWA 350 mg/m³; CL 1800 mg/m³/15 minutos (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas).

ACGIH TLV: TWA 1000 ppm (Concentración promedio segura, debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores se pueden exponer día tras día sin efectos adversos).

OSHA: *Occupational Safety and Health Administration.*
PEL: *Permissible Exposure Limit.*
CL: *Ceiling Limit: En TLV y PEL, la concentración máxima permisible a la cual se puede exponer un trabajador.*
TWA: *Time Weighted Average: Concentración en el aire a la que se expone en promedio un trabajador durante 8h, ppm ó mg/m³*
NIOSH: *National Institute for Occupational Safety and Health.*
REL: *Recommended Exposure Limit.*
ACGIH: *American Conference of Governmental Industrial Hygienists.*

TLV: *Threshold Limit Value.*

Ojos: La salpicadura de una fuga de gas licuado nos provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.

Piel: El contacto con este líquido vaporizante provocará quemaduras frías.

Inhalación: Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia.

Ingestión: En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Ojos: La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica inmediata.

Piel: Las salpicaduras de este líquido provocan quemaduras frías; deberá rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No use agua caliente. Quítese la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica inmediata.

Inhalación: Si se detecta presencia de gas en la atmósfera, retire a la víctima lejos de la fuente de exposición, donde pueda respirar aire fresco. Si no puede ayudar o tiene miedo, aléjese de inmediato. Si la víctima no respira, inicie de inmediato la reanimación o respiración artificial (RCP = reanimación o respiración cardio-pulmonar). Si presenta dificultad al respirar, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal. Solicite atención médica inmediata.

Ingestión: La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.

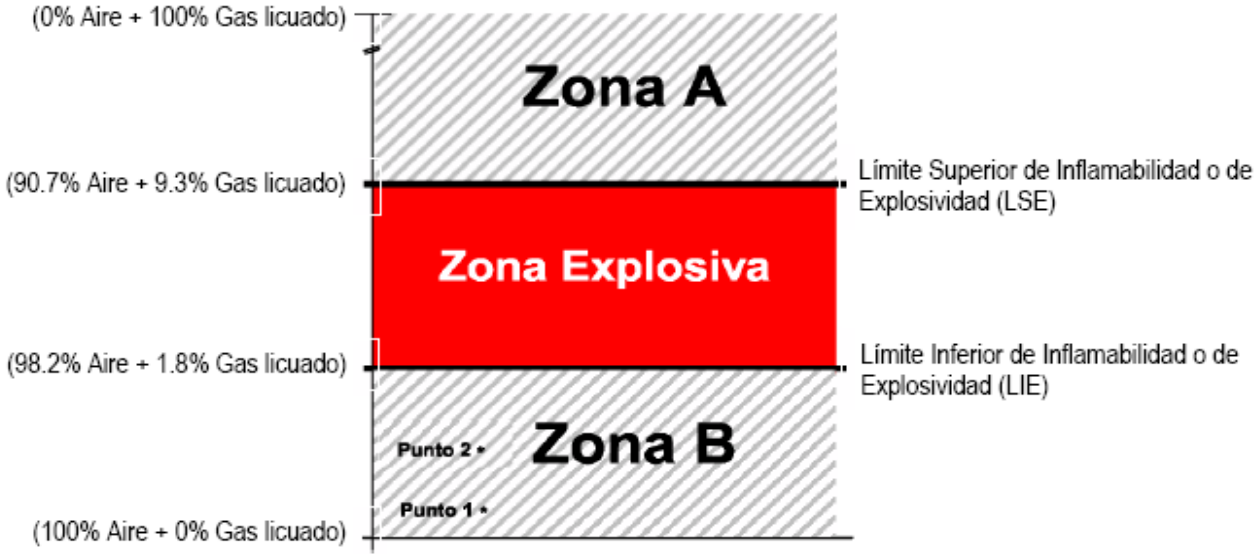
5. PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO

Punto de flash		- 98.0 °C
Temperatura de ebullición		- 32.5 °C
Temperatura de autoignición		435.0 °C
Límites de explosividad:	*Inferior*	1.8 %
	Superior	9.3 %

Punto de Flash: Una sustancia con un punto de flash de 38°C ó menor se considera peligrosa; entre 38° y 93°C, moderadamente inflamable; mayor a 93°C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del LPG (*- 98°C)* lo hace un compuesto sumamente peligroso.

Mezcla Aire + Gas licuado

Zonas A y B. En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.



Punto 1 = 20% del LIE: Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.
Punto 2 = 60% del LIE: Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

Medios de Extinción: Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono, agua espreada para enfriamiento. Apague el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios.

a) Fuga a la atmósfera de gas licuado, sin incendio:

Esta es una condición realmente grave, ya que el gas licuado al ponerse en contacto con la atmósfera se vaporiza de inmediato, se mezcla rápidamente con el aire ambiente y produce nubes de vapores con gran potencial para explotar violentamente al encontrar una fuente de ignición.

Algunas recomendaciones para prevenir y responder a este supuesto escenario, son:

- Asegurar anticipadamente que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones estén en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento).
- Si aún así llega a fallar algo, deben instalarse con precaución:
  - Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas sonoras y visuales.
  - Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, en prevención a la rotura de mangueras, etc., para actuarlas localmente o desde un refugio confiable (cuarto de control de instrumentos).
  - Redes de agua contraincendio permanentemente presionadas, con los sistemas de aspersión, hidrantes y monitores disponibles, con revisiones y pruebas frecuentes.
  - Extintores portátiles.

- Personal de operación, mantenimiento, seguridad y contraincendio altamente entrenado y equipado para atacar incendios o emergencias.
- Simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de manguera, rotura de ducto de transporte, etc.) y contraincendio.
- No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo. Pero deberá enfriar con agua rociada los equipos o instalaciones afectadas por el calor del incendio.

b) Formación de una nube de vapores no confinada, con incendio:

- Evacúe al personal del área y ponga en acción el Plan de Emergencia. En caso de no tener un plan de emergencia a la mano, retírese de inmediato lo más posible del área contrario a la dirección del viento.
- Proceda a bloquear las válvulas que alimentan gas a la fuga y ejecute las instrucciones operacionales o desfogues al quemador, mientras enfría con agua, tuberías y recipientes expuestos al calor (el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos, provoca presiones excesivas). No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo, lastimando al personal involucrado en las maniobras de ataque a la emergencia.

6. RESPUESTA EN CASO DE FUGA

En caso de fuga: Se deberá evacuar el área inmediatamente y solicitar ayuda a la Central de Fugas de su localidad. Mientras tanto, bloquear las fuentes de fuga y eliminar las fuentes de ignición, así como disipar la nube de vapores con agua espreada para enfriamiento o mejor aún, con vapor de agua; además solicite ayuda a la Central de Fugas de Gas de su localidad.

7. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacene los recipientes en lugares autorizados, (NOM-002-SEDG-1999, "Bodegas de Distribución de Gas LP en Recipientes Portátiles: Diseño, Construcción y Operación"), lejos de fuentes de ignición y de calor. Disponga precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables, de acuerdo a las normas aplicables. Almacene invariablemente todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos, en posición vertical, (con esto se asegura que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre esté en contacto con la fase vapor del LPG). No deje caer ni maltrate los cilindros. Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicio, mantenga las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección de acuerdo a las normas aplicables. Los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, por lo que deben tratarse como si estuvieran llenos (NFPA-58, "Estándar para el Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados del Petróleo").

Precauciones en el Manejo: Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos donde no existe una buena ventilación para disiparlos. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas. Asegúrese que la válvula del contenedor esté cerrada cuando se conecta o se desconecta un cilindro. Si nota alguna deficiencia o anomalía en la válvula de servicio, deseche ese cilindro y repórtelo de inmediato a su distribuidor de gas. Nunca inserte objetos dentro de la válvula de alivio de presión.

8. CONTROLES CONTRA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Ventile las áreas confinadas, donde puedan acumularse mezclas inflamables. Acate las medidas de seguridad indicadas en la normatividad eléctrica aplicable a este tipo de instalaciones (NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional").

Protección Respiratoria: En espacios confinados con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración (SCBA o aqualung para 30 ó 60 minutos o de escape para 10 ó 15 minutos), en estos casos la atmósfera es inflamable ó explosiva, requiriendo tomar precauciones adicionales.

Ropa de Protección: Evite el contacto de la piel con el gas licuado debido a la posibilidad de quemaduras frías. El personal especializado que interviene en casos de emergencia, deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.

Protección de Ojos: Se recomienda utilizar lentes de seguridad reglamentarios y, encima de éstos, protectores faciales cuando se efectúen operaciones de llenado y manejo de gas licuado en cilindros y/o conexión y desconexión de mangueras de llenado.

Otros Equipos de Protección: Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela anti derrapante y casquillo de acero.

9. PROPIEDADES FÍSICAS / QUÍMICAS

Peso molecular	49.7
Temperatura de ebullición @ 1 atm	- 32.5 °C
Temperatura de fusión	- 167.9 °C
Densidad de los vapores (aire=1) @ 15.5 °C	2.01 (dos veces más pesado que el aire)
Densidad del líquido (agua = 1) @ 15.5 °C	0.540
Presión vapor @ 21.1 °C	4500 mmHg
Relación de expansión (líquido a gas @ 1 atm)	1 a 242 (un litro de gas líquido, se convierte en 242 litros de gas fase vapor, formando con el aire una mezcla explosiva de aproximadamente 11,000 litros).
Solubilidad en agua @ 20 °C	Aproximadamente 0.0079 % en peso (insignificante; menos del 0.1 %).
Apariencia y color	Gas insípido e incoloro a temperatura y presión ambiente. Tiene un odorizante que le proporciona un olor característico, fuerte y desagradable.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

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

Condiciones a Evitar: Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso, así como de oxidantes fuertes.

Productos Peligrosos de Combustión: Los gases o humos, productos normales de la combustión son bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. La combustión incompleta puede formar monóxido de carbono (gas tóxico), ya sea que provenga de un motor de combustión o por uso doméstico. También puede producir aldehídos (irritante de nariz y ojos) por la combustión incompleta.

Peligros de Polimerización: No polimeriza

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El gas licuado no es tóxico; es un asfixiante simple que, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos. No se cuenta con información definitiva sobre características carcinogénicas, mutagénicas, órganos que afecte en particular, o que desarrolle algún efecto tóxico.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El efecto de una fuga de GLP es local e instantáneo sobre la formación de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera. No contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono (40 CFR Parte 82). No está en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).

13. CONSIDERACIONES PARA DISPONER DE SUS RESIDUOS

Disposición de Residuos: No intente eliminar el producto no utilizado o sus residuos. En todo caso regréselo al proveedor para que lo elimine apropiadamente.

Los recipientes vacíos deben manejarse con cuidado por los residuos que contiene. El producto residual puede incinerarse bajo control si se dispone de un sistema adecuado de quemado. Esta operación debe efectuarse de acuerdo a las normas mexicanas aplicables.

14. INFORMACIÓN SOBRE SU TRANSPORTACIÓN

Nombre comercial:	Gas Licuado del Petróleo
Identificación *DOT:	UN 1075 (UN: Naciones Unidas)
Clasificación de riesgo *DOT:	Clase 2; División 2.1
Etiqueta de embarque:	GAS INFLAMABLE
Identificación durante su transporte:	Cartel cuadrangular en forma de rombo de 273 mm x 273 mm (10 ¾" x 10 ¾"), con el número de Naciones Unidas en el centro y la Clase de riesgo DOT en la esquina inferior.

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

15. REGULACIONES

Leyes, Reglamentos y Normas: La cantidad de reporte del LPG, por inventario o almacenamiento, es de 50,000 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

El transporte de Gas L.P. está regido por el "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos" y por las siguientes normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

1. Registro y permiso vigente para transporte de materiales peligrosos.
2. El operador deberá contar con licencia vigente para conductores de materiales peligrosos.
3. La unidad deberá estar identificada de acuerdo con la NOM-004-SCT-2-1994.
4. Contar con información para emergencias durante la transportación de acuerdo a la NOM-005-SCT-2-1994.
5. Revisión diaria de la unidad de acuerdo con la NOM-006-SCT-2-1994.
6. Revisión periódica de auto-tanque de acuerdo con la NOM-X59-SCFI-1992
7. Revisión periódica de semirremolques de acuerdo con la NOM-X60-SCFI-1992.

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

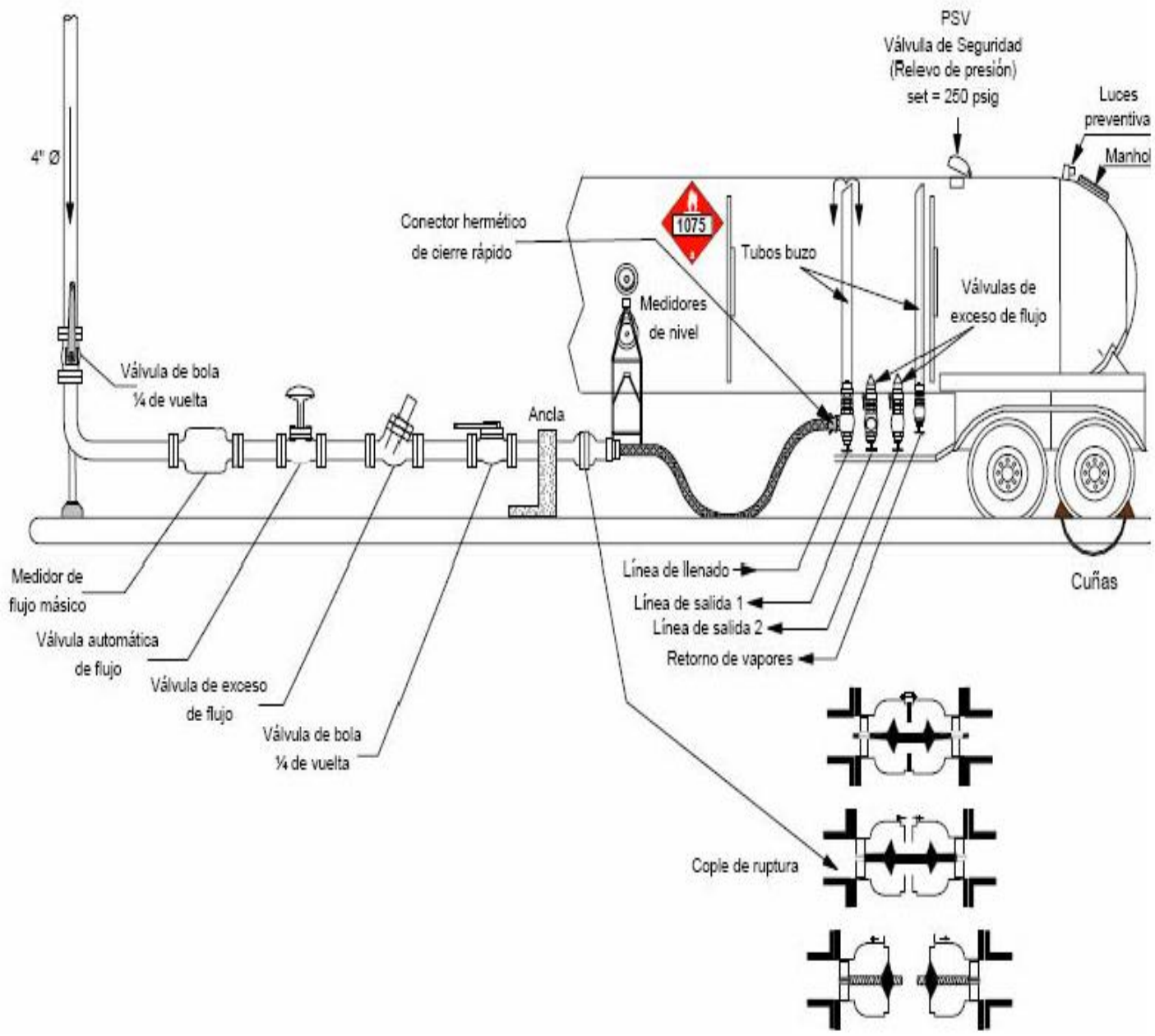
Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, dispositivos de seguridad, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte del gas licuado deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables. En el Anexo 1 se muestra el dibujo de una instalación típica para llenado de autotanque de gas licuado.

El personal que trabaja con gas licuado debe recibir capacitación y entrenamiento en los procedimientos para su manejo y operación, reafirmándose con simulacros frecuentes. La instalación y mantenimiento de las redes de distribución de gas licuado, cilindros y tanques estacionarios debe ejecutarse solo por personal calificado.

Advertencia Sobre Odorizantes: El gas licuado del petróleo tiene un odorizante para advertir de su presencia. El más común es el etil mercaptano. La intensidad de su olor puede disminuir debido a la oxidación química, adsorción o absorción. El gas que fuga de recipientes y ductos subterráneos puede perder su odorización al filtrarse a través de ciertos tipos de suelo. La intensidad del olor puede reducirse después de un largo período de almacenamiento.

Si el nivel de odorización disminuye, notifique a su distribuidor.

ANEXO 1 *Instalación típica para llenado de auto-tanque de gas licuado*



II.2.5.3. ALMACENAMIENTO.

Listar el tipo de recipiente(s) y/o envases de almacenamiento, especificando:

a) Cantidad.

Las actividades que son evaluadas mediante este análisis ya adentrados al tema de identificación y evaluación de riesgos ambientales son las operaciones proyectadas de trasiego de gas L.P.; desde el abastecimiento a través de las tomas de recepción y almacenamiento en el tanque multicitado; el trasiego hacia las tomas de suministro a autotanques, carburación de auto abasto y hacia el andén de llenado de cilindros portátiles, así como los equipos implicados en las actividades, infraestructura de seguridad, recursos humanos disponibles y procedimientos de supervisión, mantenimiento, vigilancia, etc., previamente se ha revisado la correspondencia desde el diseño de instalaciones y cumplimiento con la normatividad aplicable al tipo de instalaciones; reconociendo que el manejo de gas (operaciones de trasiego), constituyen las actividades que pueden derivar en riesgos para la planta proyectada y el entorno; de tal manera que este apartado describe los equipos para el manejo del combustible para conocer las potencialidades para efectos de peligros operaciones o por fallos en instrumental de seguridad y dispositivos de prevención y control de emergencias con que se contará en la planta; el recipiente cilíndrico horizontal contará con su instrumental de seguridad, bases de sustentación y red de rociadores, líneas de tuberías, protección física y mediante monitoreo.

SECCIÓN MECANICA DE LA PLANTA (CONFORME A LA MEMORIA TECNICA DESCRIPTIVA).

Accesorios y Equipos.

Todos los equipos y accesorios a ser utilizados para el trasiego de gas L.P., serán resistentes a la acción de este hidrocarburo y adecuados para la presión y temperatura que se indican en la NOM-001-SESH-2014. Se encontrarán protegidos contra la corrosión del medio ambiente todos los equipos, recipiente de almacenamiento, tuberías y conexiones utilizados en el trasiego del gas L.P., usando para dicho fin un primario y recubrimiento anticorrosivo compatible a la superficie donde se aplica.

Datos del tanque de almacenamiento.

Esta planta de almacenamiento y distribución se abastecerá con un tanque de capacidad de diseño para un máximo de 250,000 litros, base agua, que será llenado a su vez por semirremolque de la misma empresa.

Recipiente de almacenamiento tipo intemperie y sus datos de placa de identificación:

RECIPIENTE	1
Construido por	TATSA
Según Norma	NOM-009-SESH-2011
Capacidad en litros agua	250,000 lts
Año de fabricación	EN FABRICACIÓN
N° de Serie	EN FABRICACIÓN
Tara	EN FABRICACIÓN
Diámetro	3,378 mm.
Longitud total	29,842 mm.
Presión de trabajo	14.00 kg/cm²
Forma de las cabezas	Semiesféricas
Eficiencia	100 %
Espesor de la lámina del cabezal	EN FABRICACIÓN
Material cabezas	EN FABRICACIÓN
Espesor de la lámina del cuerpo	EN FABRICACIÓN
Material del cuerpo	EN FABRICACIÓN
Rayos X	Cuerpo 100%
	Cabezas 100%

El tanque de almacenamiento contará con pruebas de ultrasonido, realizadas por una Unidad de Verificación autorizada en la materia.

CÁLCULO DE LAS BASES DE SUSTENTACIÓN DEL RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE.

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m², valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado para fines de cálculo y se utilizan las fórmulas siguientes:

$$F = \frac{W}{A} + \frac{WY}{I} \qquad dv = \frac{V_1}{Vc \times J \times b} \qquad dm = \sqrt{\frac{M^2}{r \times b}}$$

$$M = \frac{W \times L^2}{2} \qquad As = \frac{M}{fs \times J \times dm} \qquad \mu = \frac{V_1}{\varnothing \times J \times dv}$$

En donde:

F = Resistencia del terreno.
W = Carga por soporte.
M = Momento flexionante máximo.
As = Área de varillas.
fc = Resistencia a la ruptura del concreto = 210 kg/cm²
fy = Esfuerzo en el límite de fluencia del acero = 4,000 kg/cm²
fs = Resistencia a la tensión del acero = 0.50 x fy = 0.50 (4,000) = 2,000 Kg/cm²
Vc = Esfuerzo cortante del concreto = 0.03 x f`c = 6.30 Kg/cm²
μ = Esfuerzo de adherencia = 0.05 (210) = 10.5 kg/cm²
Ec = Módulo de elasticidad del concreto = 10,000 f'c = 10.000 210 =144,914 kg/cm²
Es = Módulo de elasticidad del acero = 2`200,000 kg/cm²
N = Módulo de elasticidad equivalente = Es/Ec = 2`200,000/144,914 = 15.18
K,J = Constantes de cálculo de acuerdo a la resistencia del concreto y el acero

$$K = \frac{1}{1 + \frac{fs}{N \times fc}} = \frac{1}{1 + \frac{2{,}000}{15.18\ (94.5)}} = 0.42$$

J = 1-k/3 = 1-0.42/3 = 0.86

DATOS DEL RECIPIENTE. Para este caso será un solo recipiente.

Capacidad en kg H20:	250,000.00 kg
Tara en kg:	40,031.00 kg
Peso total en kg:	290,031.00 kg
Carga por soporte:	145,015.50 kg

Los detalles de los cálculos se integran en memoria técnica del proyecto, la cual se anexa al presente ERA, en la sección de anexos.

Salidas de líquido.

Todas las salidas de líquido del recipiente se encontrarán ubicadas en su parte inferior.

Accesorios del recipiente.

El tanque de almacenamiento contará con dispositivos de seguridad y medición con indicación local que permitan conocer el nivel interior de la fase líquida contenida y máxima permisible, así como conocer su presión interior de la zona de vapor y temperatura de la fase líquida del hidrocarburo, también contará con válvulas de exceso de gasto, acorde al diámetro del recipiente, haciendo notar que las marcas y modelos pueden variar, pero no así sus características técnicas y/o sus rangos.

Indicador de nivel. Un medidor rotatorio de nivel de líquido marca CMS de 6.4 mm de diámetro.

Manómetros. Un manómetro marca Metrón con graduación de 0-21 kg/cm^2.

Termómetros. Un termómetro marca Rochester con graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.

Válvulas de alivio de presión. Ocho válvulas de alivio de presión marca Rego modelo A-3149-MG de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m^3/min (10,352 s.c.f.m.) cada una.

Tubos de desfogue.

Las válvulas de alivio de presión que se tendrán instaladas en la parte superior del recipiente, contarán con tubos de descarga con igual diámetro del que tendrán las válvulas de alivio de presión y de 2.00 m de altura, contarán con un capuchón para impedir la entrada de agua de lluvia y polvo, se colocará punto de fractura en los tubos, sólo en los casos que la válvula no lo tenga de fábrica, en este caso sí contará con válvulas de alivio con punto de fractura integrado.

Aditamentos múltiples. Se tendrán dos aditamentos múltiples en el recipiente, estos aditamentos serán de conexión bridada marca Rego modelo 8574G, de 102 mm (4") de diámetro, se alojarán cuatro válvulas de alivio de presión por cada aditamento múltiple.

Válvulas en los coples. Queda definido que toda salida del recipiente llevará inmediatamente después de su cople en uso una válvula de exceso de flujo.

Válvulas en los coples sin uso o para dren. En los coples utilizados para el drenado del recipiente o sin uso, se tendrán colocadas válvulas de exceso de flujo, precedidas de una válvula de globo de acción manual y un tapón macho sólido de acero, estos componentes de 51 mm (2") de diámetro.

Válvulas de exceso de flujo en uso. El tanque de almacenamiento contará con las siguientes válvulas:

- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas-líquido marca Rego modelo A7539 V6 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.), cada una.
- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), cada una.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas-vapor marca Rego modelo A3292 C, de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 1,065 m^3/h (37,600 ft3/h), cada una.

Válvulas de máximo llenado.

Se contará con dos válvulas de máximo llenado en el recipiente, marca Rego modelo 3165 C de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 86.25% y la otra al 90% del nivel del recipiente.

Pintura y letreros del recipiente de almacenamiento.

El recipiente estará pintado de color blanco y rotulado con caracteres no menores a 15 cm, indica el producto contenido, capacidad en litros de agua y número económico

Bombas y compresores.

Las bombas a ser utilizadas para las operaciones básicas de trasiego con que contará esta planta son de las características siguientes:

BOMBA	I y II	III	IV
Operación básica:	Carga de recipientes transportables	Carga de autotanques	Carga de carburación auto consumo
Marca:	Corken	Corken	Corken
Modelo:	1021	1021	522
Motor eléctrico	7.5 C.F.	7.5 C.F.	7.5 C.F.
R.PM.:	640	520	640
Capacidad nominal:	378 L.P.M. (100 G.P.M.)	378 L.P.M. (100 G.P.M.)	189 L.P.M. (50 G.P.M.)

Presión diferencial de trabajo (máx.):	5.00 kg/cm²	3.00 kg/cm²	3.00 kg/cm²
Tubería de succión:	76 mm. (3") ∅	76 mm. (3") ∅	51 mm. (2") ∅
Tubería de descarga:	76 mm. (3") ∅	76 mm. (3") ∅	51 mm. (2") ∅

Cabe mencionar que estas bombas estarán precedidas de un filtro en la tubería de succión y un conector flexible, además contarán con una válvula automática de retorno de gas líquido al recipiente de almacenamiento en la tubería de descarga.

El compresor a utilizar para las operaciones básicas de trasiego con que contará esta planta tendrá las características siguientes:

Compresores.

Número:	1
Operación básica:	Descarga de remolques tanques
Marca:	Corken
Modelo	491
Motor Eléctrico	15 C.F.
R.P.M.:	825
Capacidad nominal:	749 L.P.M. (198 G.P.M.)
Desplazamiento:	61 m³/hr
Relación de compresión:	1.5
Tubería de gas líquido	76 (3") y 51 mm. (2") Ø
Tubería de gas vapor	51 mm. (2") Ø

Cabe mencionar que el compresor contará con válvula de alivio de presión, tubería para su desfogue y la descarga no estará dirigida a ningún elemento de la planta y contará con altura mínima reglamentaria.

Las bombas y el compresor se encontrarán ubicados dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento, la protección consiste en una plataforma y muretes de concreto de 0.60 m, además cumplirán con las distancias mínimas que especifica la norma. Cada bomba y el compresor, junto con su motor, se encontrarán cimentados a una base metálica, la que a su vez se fijará por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

Los motores eléctricos serán los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y contarán con interruptor automático de sobrecarga, además se encontrarán conectados al sistema general de "tierra".

Se contará con el equipo necesario para realizar, en condiciones de seguridad, los trasiegos de emergencia, a recipientes vacíos (en caso de cilindros), el gas contenido en recipientes que por cualquier motivo no cumplan las debidas condiciones de seguridad.

Medidores. El medidor de flujo para suministro de gas L.P. contará con las características siguientes:

Marca:	Neptune. Tipo: 4D
Diámetro de entrada y salida:	32 mm
Capacidad:	Máx. 220.00 L.P.M. Mín. 45.00 L.P.M.
Presión de trabajo:	24.6 kg/cm^2
Registro modelo:	443
Capacidad del registro impresor:	999,999 Lts.

Antes del medidor, se contará con una válvula de cierre manual y después de la válvula diferencial se contará con una válvula de exceso de flujo de la capacidad requerida y una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm (½") de diámetro.

Sistema de tuberías.

Todas las tuberías y accesorios instalados serán para una temperatura de diseño de 266.55 °K (-6.6 °C) y 700.15 °K (427 °C). Los accesorios a colocar en la tubería de succión de las bombas soportarán como mínimo una presión de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm^2). El resto de los accesorios serán para una presión mínima de diseño de 2.4 MPa (24.47 kgf/ cm^2).

Las bridas a ser utilizadas en esta planta serán de fundición nodular o maleable clase 300 para una presión de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm^2) a una temperatura de 338.15 °K (65 °C).

Materiales para tuberías.

Las tuberías utilizadas serán de acero al carbón A/SA-53B o A/SA-106B sin costura de acuerdo a norma NMX-B-177-1990. Las conexiones serán de fundición maleable o nodular.

Las conexiones roscadas existentes se colocarán solo en tubería céd. 80 para una presión de diseño de 140-210 kg/cm^2. Las roscas de estas conexiones cumplen con la norma NMX-B-177-1990, el sellador utilizado en conexiones roscadas será a base de materiales resistentes a la acción del gas L.P., la profundidad y longitud de las cuerdas roscadas cumplirán con las especificaciones de la NOM-H-22.

Todas las tuberías soldadas instaladas para conducir gas L.P. serán de acero céd. 40 como mínimo, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2. Las bridas utilizadas en esta planta serán de fundición nodular o maleable clase 300 para una presión de 2.4 MPa (24.47 kgf/ cm^2) a una temperatura de 338.15 °K (65 °C) y los empaques utilizados en las uniones bridadas serán de materiales resistentes a la acción del gas L.P., construidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988.15 °K o 715 °C.

Instalación de las tuberías.

Todas las tuberías instaladas estarán soportadas cada 3 m, contarán con un claro mínimo de 10 cm al piso, y entre tuberías de 5 cm con excepción de las tuberías eléctricas que están separadas 10 cm cuando la tensión nominal sea igual o menor a 127 volts y separadas a 20 cm cuando la tensión sea mayor.

Prueba e inspección de soldaduras. Se realizará prueba e inspección de las soldaduras en las tuberías que comprenden el sistema de trasiego de gas L.P.

Revisión de hermeticidad. Se realizará prueba de hermeticidad en las tuberías que comprenden el sistema de trasiego de gas L.P.

Código de colores en tuberías. Esta planta contará con las tuberías debidamente pintadas con los colores normativos, y donde se requiere bandas; estas estarán pintadas con un ancho no menor a 10 cm y espaciadas a no más de un metro, a continuación, se indica el código de colores:

TUBERÍA	COLOR
Agua contra incendio	Rojo
Aire o gas inerte	Azul
Gas L.P., en fase vapor	Amarillo
Gas L.P., en fase líquida	Blanco
Gas L.P., en fase líquida en retorno	Blanco con bandas de color verde
Tubos de desfogue	Blanco
Tubería eléctrica	Negro

Accesorios del sistema de tuberías.

Los indicadores de flujo ubicados en la tubería de descarga de las tomas de recepción y en la línea de descarga de las bombas, resisten una presión de 2.4 MPa o 24.47 kgf/cm² y sus bridas serán de clase 300 psi.

Las válvulas de retorno automático estarán colocadas a la descarga de cada bomba y serán para una presión diferencial de 3.00 kgf/ cm² y sus bridas serán de clase 300 psi.

Los conectores flexibles colocados a la succión y descarga de las bombas y en ambos lados del compresor, serán metálicos para una presión de diseño de 2.4 MPa o 24.47 kgf/ cm² y sus bridas serán de clase 300 psi, su longitud no excederá de un metro.

Los manómetros instalados serán para un rango de presión de 0–21 kgf/ cm², también se utilizarán con rango de 0–28 kgf/cm² los manómetros estarán precedidos de válvula de aguja para su retiro.

A la succión de cada bomba se encontrará un conector flexible metálico bridado y un filtro para una presión de trabajo de 17.58 kgf/ cm², los que estarán troquelados con las siglas 400 WOG cumplen el requisito, estos son de fundición maleable o nodular y conectados con bridas de clase 300 psi.

En diversos puntos de la instalación se tendrán válvulas de globo y bola de operación manual, para una presión de trabajo de 24.47 kg /cm² las que permanecerán "cerradas" o "abiertas", según el sentido del flujo que se requiera. Las troqueladas con las siglas 400 WOG son aptas para esta instalación.

Contarán con elastómeros para el manejo de gas L.P. y sus cuerpos son de fundición maleable o nodular o bronce. En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir líquido atrapado entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán instaladas válvulas de relevo hidrostático para alivio de presiones, calibradas para una presión de apertura de 24 kg/cm² y máximo de 29 kg/cm². La presión nominal estará indicada en la válvula, la capacidad de descarga será 22 m³/min y serán de 13 mm (½") de diámetro. El material de construcción puede ser de acero, latón, bronce o fundición maleable.

Las válvulas de exceso de flujo y no retroceso estarán instaladas precedidas en el sentido del flujo por una válvula de acción manual, su caudal nominal de cierre no es mayor a 2.3 veces del caudal normal de operación y serán para una presión de trabajo de 24.47 kg /cm².

Múltiples de llenado.

Se contará con dos múltiples de llenado, los cuales estarán construidos con tubería de acero céd 40, para alta presión, de 51 mm (2") de diámetro, y ramificaciones también de 51 mm (2") de diámetro.

Las conexiones en las salidas serán roscadas para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm², se tendrá a una altura de 2.50 m en su parte más baja y se tendrá apoyado de la estructura del techo del muelle por medio de soportes especiales. Se contará con ocho salidas para surtir recipientes transportables, están integradas por los siguientes accesorios:

Cantidad	Accesorio
1 pza.	Válvula de globo de 13 mm. Ø
1 pza.	Válvula solenoide de paro automático de 13 mm. Ø
1 pza.	Manguera especial para gas L.P. de 13 mm. Ø
1 pza.	Conector especial neumático para llenado de 13 mm. Ø

Los múltiples de llenado contarán con válvula de alivio de presión hidrostática de 13 mm (½") de diámetro y manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6. 4 mm de diámetro en su entrada y carátula de 64 mm (2½") de diámetro. Cada salida para surtir recipientes transportables contará con un dispositivo automático de llenado que acciona una válvula de cierre al llegar al peso determinado.

Básculas.

Sobre el muelle de llenado se tendrán instaladas básculas del tipo plataforma con capacidad de 120 kg cada una, mismas que serán usadas para el control del peso en el llenado de recipientes transportables, estas básculas estarán conectas para su mejor protección al sistema general de "tierra".

Se contará también en el muelle de llenado con una báscula electrónica del tipo plataforma para el repeso de recipientes transportables, con capacidad de 120 kg y una resolución de 100 gr, ésta se encuentra igualmente conectada a "tierra".

Sistema de vaciado de Gas L.P.

Esta planta contará con un sistema para el vaciado de gas L.P., de recipientes transportables, el cual constará de un recipiente tipo estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado contando con los aditamentos necesarios y un tubo de desfogue de 4.50 m de altura, usado para liberar la presión existente del recipiente. Constará además de un múltiple de dos salidas conectadas al recipiente antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido de los recipientes, ubicado todo esto en un extremo del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de residuos será de acero céd. 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 residuos al recipiente estacionario de 32 mm (1¼") de diámetro y el tubo de desfogue de 19 mm (¾") de diámetro. Los accesorios existentes serán de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentren instalados. Las mangueras que se usen serán especiales para gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm² y ruptura a 140 kg/cm².

Justificación técnica del cálculo para la bomba, en el cual se basan las especificaciones de los componentes del sistema de trasiego de gas L.P. (se incluye en la memoria técnica anexa).

a). Queda justificado en la memoria técnico-descriptiva que la capacidad total de almacenamiento será de 250,000 litros, base agua, misma que se tendrá en un recipiente no transportable, especial para contener gas L.P., tipo intemperie cilíndrico-horizontal.

b). Capacidad de llenado o gasto en función de la probable operación. Se contará con dos bombas para dicha operación, la capacidad de cada bomba será de 378 L.P.M. (100 G.P.M.).

Por lo que el cálculo se realizó considerando la bomba Nº 2 y el múltiple de llenado (son dos), que contarán con ocho y 12 salidas, alimentados por dos bombas que se tendrán para dicha operación, la capacidad de cada bomba será de 378 L.P.M. (100 G.P.M.). Por lo que el cálculo se realizó considerando la bomba Nº 2 de 12 salidas.

Experimentalmente se ha determinado que el gasto por recipiente portátil de 30 kg o 56 litros no exceda de 30 L.P.M., por lo que en este caso cada recipiente se llenaría en 1.87 minutos (56 litros/30 L.P.M.), aproximadamente. **El cálculo del flujo en la tubería de alimentación y de descarga**

del sistema de bombeo, así como retorno de líquido, se indican en la memoria técnica anexa al presente ERA.

Retorno de Gas-líquido. Se indicó que, para protección de las bombas por sobrecargas, se tendrá instalada una válvula automática para relevo de presión diferencial, después de las mismas calibrada a 3 kg/cm².

Justificación técnica del cálculo para el compresor, en el cual se basan las especificaciones de los componentes del sistema de trasiego de gas L.P.

Condiciones de instalación:

Compresor: Marca Corken

Modelo: 491

Motor eléctrico de: 15 C.F.

Ø Tubería de Gas-líquido: 101 mm, 76 mm y 51 mm

Ø Tubería de Gas-vapor: 76 mm y 51 mm

Para flujos de gas L.P. en estado líquido, el manual "Handbook Butane-Propane Gases", Capítulo 11 Transfering LP-Gas with liquid Pumps, inciso VI Technical considerations, recomienda que este tenga una velocidad no mayor de 300 cm/seg para reducir al mínimo las pérdidas por fricción en las tuberías.

Para una transferencia de gas-líquido de 667 L.P.M. (176 G.P.M.), seleccionada a 740 R.P.M., tenemos las siguientes velocidades en los diferentes diámetros de tuberías instaladas en la descarga de remolques-tanque:

TUBERÍA Ø mm	ÁREA (A) cm²	GASTO (Q) L.P.M.	VELOCIDAD (V=Q/A) cm/seg
101 (4")	82.1	667	135.40
76 (3")	47.7	667	233.05
51 (2")	21.6	667÷2	257.33

Por lo que en ningún caso rebasamos la velocidad recomendada de 300 cm/seg.

Los cálculos detallados de la potencia del motor de compresores se incluyen en la memoria técnica constructiva para el proyecto la cual se anexa en el presente ERA. La potencia del motor con que contará el compresor es de 15 C.F. operando a 740 R.P.M. obteniendo un desplazamiento de 54 m3/hr (31.8 CFM) y capacidad de 667 L.P.M. (176 G.P.M.).

En la siguiente tabla se muestra que en ningún caso se rebasa la velocidad máxima aceptable en las buenas prácticas de ingeniería para ayudar a reducir las pérdidas por fricción dicha velocidad no deberá ser mayor a 3 metros por segundo.

	FLUJO (LPM)	DIÁM. (mm)	ÁREA INTERNA (cm²)	VELOCIDAD (m/seg)
Llenado de recipientes				
Alimentación a bombas	378	76	47.70	1.32
Descarga de bombas	378	76	47.70	1.32
Llenadora	30	13	1.93	2.59
Descarga de remolques-tanque	667	102	82.10	1.35
	667	76	47.70	2.33
	236.56	51	21.60	2.57
Carga de Autotanques	378	76	47.70	2.33
	189	51	21.60	2.57
Toma para carburación	114	32	9.62	1.98

Tomas de recepción, suministro y carburación de auto consumo.

Requisitos generales. Los soportes de todas las tomas se encontrarán fijos y anclados al piso y algunas tomas contarán con un separador mecánico y otras contarán con punto de fractura.

El punto de fractura se realizó de acuerdo a la tabla que a continuación se muestra:

Diámetro	Céd. 40		Céd. 80	
en mm (")	Espesor remanente 50% mm	Espesor remanente 80% mm	Espesor remanente 50% mm	Espesor remanente 80% mm
19.05 (¾)	1.44	2.30	2.47	3.34
25.40 (1)	1.69	2.70	2.86	3.87
31.75 (1 ¼)	1.78	2.85	3.24	4.34
38.10 (1 ½)	1.84	2.94	3.27	4.64
50.80 (2)	1.96	3.13	3.58	4.76
76.20 (3)	2.75	4.39	4.88	6.51
101.60 (4)	3.00	4.82	5.55	7.31

El punto de fractura se encontrará soldado al soporte y obliga a que la descarga de gas sea hacia arriba.

Medidor volumétrico o másico.

Esta planta contará con un medidor volumétrico para la toma de carburación.

Mangueras.

Todas las mangueras a ser usadas para conducir gas L.P. serán especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del gas L.P., estarán diseñadas para una presión de trabajo de 24.47 kg/cm², estas mangueras contarán con una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, en el extremo libre de las mangueras se tendrá instalada una válvula de operación manual normalmente de globo.

Se contará con mangueras en las tomas de recepción, suministro, llenado de recipientes transportables y carburación, también podrán ser usadas en un momento dado como conector flexible con abrazaderas BOSS.

Las conexiones de las tomas estarán proyectadas de tal manera que las mangueras están libres de dobleces bruscos.

Tomas de recepción.

Las tomas para descarga de remolques (recepción) estarán localizadas al lado norte del recipiente de almacenamiento y para su protección se tendrá plataforma de concreto de 0.60 m de altura.

Tomas de suministro.

Las tomas para carga de autotanques (suministro) estarán localizadas al lado sureste del recipiente de almacenamiento y para su protección se tendrán muretes de concreto de 0.60 m de altura, estando ésta a 7.00 m del recipiente de almacenamiento.

Todas las tomas contarán en sus bocas terminales con los siguientes accesorios:

	TOMAS DE SUMINISTRO		TOMAS DE RECEPCIÓN	
	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
Una válvula de exceso de flujo.	X			X
Una válvula de no-retroceso.		X	X	
Una válvula de globo recta.	X	X	X	X
Un tramo de manguera para gas L.P.	X	X	X	X
Una válvula de seguridad de 13 mm.	X		X	
Una válvula de paro de emergencia a control remoto.	X			X
Un cople y/o niple con punto de ruptura	X	X	X	X
Tapón ACME	X	X	X	X

Estos accesorios son de igual diámetro al de las tuberías que los contiene.

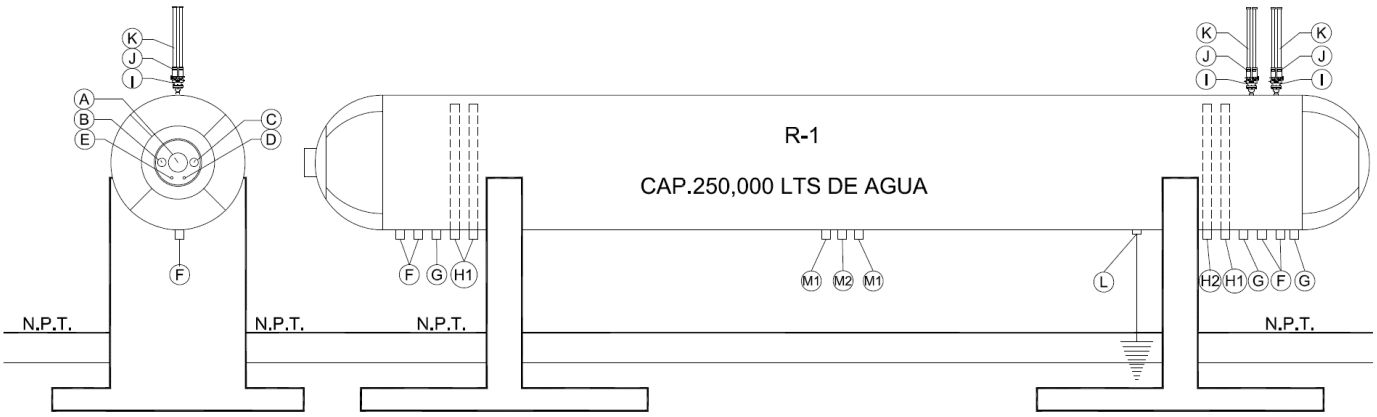
Toma de carburación de autoconsumo

Se contará con una toma para carburación para autoabasto de los propios vehículos de la empresa, localizada en el lado sur del recipiente de almacenamiento, cumpliendo con las distancias que específica la norma. Contará con un medidor volumétrico para controlar el abastecimiento de gas L.P. a los recipientes montados permanentemente en los vehículos de reparto que usan este producto como carburante, en motores de combustión interna.

Área de colocación de sello de garantía.

El área de sellado se encontrará en el muelle de llenado y la colocación del sello de garantía se hará mediante un mecanismo que no permite la combustión y tampoco requiere de instalación eléctrica alguna, ya que se realiza con fluido como vapor a temperatura.

Figura 4_b. Instrumental de seguridad del tanque de almacenamiento.



La descripción del instrumental de seguridad se ha incluido en el punto **2.0** de este ERA.

OBRAS COMPLEMENTARIAS (limpieza-detallado de obras y equipamiento).

Dentro de estas actividades se incluyen todas las referentes a señalización, según lo establecido en los lineamientos que marca la legislación vigente en la materia, como es el caso de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, atendida en todo momento durante la planeación para el proyecto de la nueva planta.

II.2.5.4. SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD. *(SISTEMAS DE SEGURIDAD).*

La planta contará con un sistema de seguridad integral, el cual persigue el objetivo de prevenir y en su caso enfrentar situaciones de peligros durante las actividades de trasiego del gas, las características del sistema son las siguientes:

COMPONENTES DEL SISTEMA.

a) Sistema contra incendio a base de agua por aspersión.
b) Extintores manuales clase A.B.C. y CO_2.
c) Extintor de carretilla.
d) Equipo de protección personal para combate al fuego.
e) Alarma sonora. (sistema de paro de emergencia)
f) Comunicaciones.
g) Vigilancia y mantenimiento.
h) Rótulos.
i) Bitácora.

SECCIÓN DE INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y CONTRA INCENDIOS CON QUE SE CONTARÁ EN LA PLANTA. (Descripción como se ha diseñado para su ejecución en base a la memoria técnica anexa).

a) Sistema contra incendio a base de agua por aspersión, en cual se describe a continuación:

a). La cisterna del sistema se localiza por el lado Norte del terreno y tiene una capacidad de almacenamiento de 90,000 Lts., su abastecimiento es por acarreo de agua en pipas.

Longitud total del recipiente (L): 29.84 m.

Diámetro (D): 3.37 m.

Superficie del recipiente.

El área correspondiente a la superficie mínima a cubrir con la aspersión directa es (recipiente de mayor capacidad):

$$Sm = \frac{3.1416 \times D \times Lt}{2} \times 0.90$$

$$Sm = \frac{3.1416 \times 3.37 \times 29.84}{2} \times 0.90 = 142.16 \text{ m}^2$$

Capacidad de la cisterna: 21,000 l + (142.16 m^2 x 10 LPM/ m^2 x 30 min.) = **63,650** lts.

Que es la capacidad mínima que debe tener la cisterna, con lo cual quedamos cubiertos, sin embargo, la cisterna tiene una capacidad de 90,000 lts.

Sobre la cisterna se localizan dos bombas, una con motor eléctrico de 75 C.F. y otra con motor de combustión interna de 110 C.F. con capacidad de 2,00 L.P.M. (530 G.P.M.).

En la zona superior, el recipiente contará con 43 boquillas rociadoras para el enfriamiento del mismo. Gasto mínimo por boquilla rociadora: 142.16 x 10 L.P.M. / m^2 = 1,421.6 L.P.M.

$$\frac{1{,}421.6 \text{ L.P.M.}}{43} = 29.61 \text{ L.P.M. / Boquilla.}$$

El gasto por boquilla rociadora es de 29.61 LP.M. (9.00 G.P.M.).

Características de las boquillas rociadoras instaladas.

El tipo de boquilla rociadora seleccionada o "sprinkler" es marca Spraying Sistems modelo HH45W con conexión de 13 mm (½") de diámetro, orificio de 6.35 mm (1/4"), de diámetro con capacidad de 29.61 L.P.M. (9.00 G.P.M.) a una presión de trabajo de 5.0 kg/cm^2 y ángulo de cobertura de 110 grados.

La altura de las boquillas sobre el domo del recipiente será de 0.70 metros, por lo que el diámetro del área que cubre la boquilla será:

$D = 2 \times h \times Tg (\Phi / 2) = 2 \times 0.60 \times Tg (110°/2) = 2.00$ m.

Considerando la longitud lineal del cuerpo del recipiente y el diámetro de cobertura de las boquillas, se emplean para bañar la parte superior, el siguiente número de boquillas distribuidas longitudinalmente:

$$\text{R-II: N° de boquillas} = \frac{29.84 - 3.37}{2.00} = 13.23 \approx 14$$

El cuerpo del recipiente tiene instalada longitudinalmente 48 rociadores, 24 rociadores de un lado y del lado opuesto 24, para que exista un traslape en sus conos de agua y asegurar la cobertura de baño del mismo.

El sistema de enfriamiento está integrado además por tres estaciones de manguera, colocadas estratégicamente para cubrir al 100% las áreas de trasiego, almacenamiento y estacionamiento. Cada estación de manguera tiene un gasto de 350 L.P.M. (92 G.P.M.), con manguera de 38 mm de diámetro y longitud de 30 metros. El alcance del chorro de agua es de 15 metros a la presión de trabajo 5 kg/cm^2. El sistema de enfriamiento demanda para efectos de cálculo el siguiente flujo:

EQUIPO	GASTO (LPM)	CANTIDAD	GASTO TOTAL (LPM)
Boquillas rociadoras	29.61	48	1,421.28
Estación de manguera.	350	2	700.00
		TOTAL:	2,121.28

El diseño del sistema y base de cálculo del mismo es basado en utilizar la bomba accionada con motor de combustión interna y/o la bomba con motor eléctrico, cuya capacidad como ya se dijo es de 2,000 L.PM., cantidad mayor que el requerido de acuerdo a norma, ya que se cubre el recipiente de mayor capacidad (en este caso un recipiente) y dos hidrantes de manguera, con un flujo máximo de 2,121.28 L.P.M. El tiempo de duración del agua de la cisterna es de 42.43 minutos, aproximadamente ya que se tiene cisterna de 90,000 l es decir más que suficiente.

Tomas de abastecimiento. En la red general se contará con una toma siamesa localizada estratégicamente al frente en la planta por el lado poniente para conexión de carros-tanque y alimentar de agua al sistema.

Red de agua: las tuberías empleadas en el sistema de enfriamiento son de fierro negro céd. 40 soldable. La tubería de succión y de descarga de las bombas es de 102 mm (4") de diámetro, hasta llegar a un cabezal de 152 mm (6") de diámetro, del cual derivan tuberías de 76 mm (3") de diámetro, para alimentar al recipiente de almacenamiento, estas tuberías estarán precedidas de una válvula de corte antes de la zona de almacenamiento.

El recipiente contará en la parte superior con un anillo de 51 mm de diámetro (2"), del cabezal principal también derivan tuberías de 51 mm (2"), para alimentar las estaciones de manguera ubicadas en los diferentes puntos de la planta.

Los tramos de tubería subterránea están protegidos especialmente contra la corrosión y en los pasos de vehículos contra posibles daños mecánicos. Sobre el tanque, las tuberías están apoyadas y fijas con soportes especiales.

Los detalles de cálculo de la potencia de cada motor de la bomba de este sistema; se incluye en la memoria técnica de diseño de la planta de almacenamiento, misma que se integra en la sección de anexos de éste ERA.

La potencia del motor eléctrico con que cuenta la bomba es de 75 C.F. y la potencia del motor de combustión interna es de 110 C.F.

Los detalles de cálculo de la potencia de cada motor de la bomba de este sistema; se incluye en la memoria técnica de proyecto de la planta de almacenamiento con sus modificaciones, misma que se integra en la sección de anexos de este ERA.

b) Extintores manuales clase A.B.C. y CO2.

SISTEMA DE SEGURIDAD POR MEDIO DE EXTINTORES.

Como medida de seguridad y como prevención contra algún incendio, en el tablero eléctrico estará ubicado por el lado norte de la planta, se contará con un extintor a base de CO_2, con una capacidad mínima de 4.5 kg.

Se contará con extintores portátiles de polvo químico seco del tipo ABC con capacidad de 9 kg cada uno, indicados en la tabla siguiente:

Tabla 9. Cantidad de extintores

UBICACIÓN	CANTIDAD
Toma de recepción	2
Tomas de carburación de autoconsumo	1
Tomas de suministro	2
Muelle de llenado para recipientes transportables	3
Zona de almacenamiento	2
Bombas y compresores para gas L.P.	5
Bombas para agua contra incendio	2
Talleres	3
Almacenes	3
Estacionamiento de vehículos de reparto y autotanques	8
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	2
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Caseta de vigilancia	1

Colocación de extintores.

Los extintores están colocados a una altura máxima de 1.50 m, y mínima de 1.2 m, medida del piso a la parte más alta del extintor, están sujetos de tal forma que se pueden descolgar fácilmente para ser usados, se encontrarán protegidos del sol y la lluvia, y están debidamente señalizados.

c) Extintor de carretilla.

Se contará con cinco extintores de carretilla de 50 kg de polvo químico seco, clase ABC,

d) Equipo de protección personal para el combate de incendio.

Se contará con un gabinete debidamente señalizado, que contendrá el equipo de protección personal para dos personas. Que consiste en: casco con protección facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero.

Equipo de seguridad, herramientas y ropa de los operarios.

a) A la entrada de la planta instalará un anaquel con artefactos matachispas, los cuales son colocados a todos los vehículos que accedan, así como también se contará con botiquín de primeros auxilios localizado en la construcción destinada a las oficinas.

b) En las áreas clasificadas por la Norma como Clase I, División 1 y 2, se utilizan herramientas antichispas y equipo adecuado para el uso de ellas, a menos que en dichas áreas de trabajo se detecte que el ambiente no contiene vapores de gas en cantidad mayor que el 20 % del límite inferior combustible.

c) Los operarios utilizan ropa de algodón, calzado antiderrapante, usan lámpara de mano que no sea a base LED, el equipo de comunicación portátil es a prueba de explosión o intrínsecamente seguro, se usan peines de plástico que no sean capaces de generar electricidad estática.

d) Los medios de iluminación y lámparas de mano a ser utilizados, serán de acuerdo al área, quedando prohibida cualquier tipo de iluminación a base de fuego.

e) Sistema de alarma.

Se contará también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, la cual será alimentada en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad de funcionamiento en caso de necesidad. Ésta es operada solamente en casos de emergencia.

Sistema de paro de emergencia.

Se contará con actuadores que son accionables a control remoto, del tipo neumático, también se contará con varios botones de paro de emergencia que actúan eléctricamente debidamente indicados en las áreas de oficina, tomas de recepción y suministro

f) Comunicaciones.

Se contará con equipo electrónico de comunicación portátil a prueba de explosión conectados a la red pública colocando en un muro un cartel en donde se especifican los canales a llamar a bomberos, policía y unidades de rescate correspondientes al área, como cruz roja y unidad del I.M.S.S más cercana. Contando con un criterio preestablecido y por medio de los camiones repartidores de gas, se

dan las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de los radios, de manera complementaria se utilizará servicio de telefonía de red móvil.

g) Vigilancia y mantenimiento.

La planta contará con el servicio de vigilancia supervisión y mantenimiento en las operaciones de trasiego, impidiendo el paso a personas no autorizadas a las instalaciones, cumpliendo con las medidas de seguridad. Además, se cuenta con el personal capacitado para el mantenimiento de las instalaciones llevándose a cabo en forma regular y permanente y checando las condiciones de operación y estado de las instalaciones y anotando estas en el libro bitácora.

h) Rótulos de prevención, pintura de protección y colores de identificación.

a) El recipiente de almacenamiento se tendrá pintados de color blanco brillante, en cada casquete un círculo rojo, cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente, también tendrá inscrito con caracteres no menores de 15 cm, la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa.

b) Todas las tuberías se encontrarán pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos de Norma, como son: de blanco las que conducen gas en su fase líquida, blanco con franjas de color verde las que retornan gas-líquido al recipiente de almacenamiento, amarillo las que conducen gas en su fase de vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul las que conducen aire o gas inerte.

c) El perímetro de los muretes dentados y plataforma de concreto de las zonas de protección, así como topes y defensas con que contará la planta se tendrán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

d) Se contará con 12 señalamientos para la ruta de evacuación en el recinto de la planta de distribución, se tendrán fijados letreros o pictogramas como indica el siguiente cuadro:

ROTULO	PICTOGRAMA	LUGAR
ALARMA CONTRA INCENDIO		INTERRUPTORES DE ALARMA
PROHIBIDO ESTACIONARSE		CUANDO APLIQUE, EN PUERTAS DE ACCESO DE VEHÍCULOS Y SALIDA DE EMERGENCIA, POR AMBOS LADOS Y EN LA TOMA SIAMESA.
PROHIBIDO FUMAR		ZONAS DE ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN.
USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD	LETRERO	MUELLE DE LLENADO

USO OBLIGATORIO DE GUANTES	LETRERO	MUELLE DE LLENADO PARA RECIPIENTES TRANSPORTABLES Y ZONAS DE TRASIEGO.
HIDRANTE		JUNTO AL HIDRANTE
EXTINTOR		JUNTO AL EXTINTOR
PELIGRO, GAS INFLAMABLE		MUELLE DE LLENADO, TOMA DE RECEPCIÓN, TOMA DE SUMINISTRO, TOMA DE CARBURACIÓN DE AUTOCONSUMO, UNO POR CADA LADO DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO, COMO MÍNIMO, Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN.
SE PROHÍBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS		ACCESOS A LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN, ZONAS DE ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN.
SE PROHÍBE ENCENDER FUEGO		ZONAS DE ALMACENAMIENTO, TRASIEGO Y ESTACIONAMIENTOS PARA VEHÍCULOS DE LA EMPRESA Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN.
LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	LETREROS	MUELLE DE LLENADO, TOMAS DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN.
CÓDIGO DE COLORES DE LAS TUBERÍAS	LETREROS	COMO MÍNIMO EN LA ENTRADA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE ALMACENAMIENTO
SALIDA DE EMERGENCIA		EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LAS PUERTAS.
PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA	LETRERO	ZONAS DE TRASIEGO, ALMACENAMIENTO Y CIRCULACIÓN.
RUTA DE EVACUACIÓN	FLECHAS	VARIOS (VERDE CON FLECHAS Y LETRAS BLANCAS)
VELOCIDAD MÁXIMA 10 KM/H		A LA ENTRADA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE CIRCULACIÓN
PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO	LETRERO	DE ACUERDO AL PROYECTO CONTRA INCENDIO
VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA	LETRERO	JUNTO A LA VÁLVULA
GABINETE DE EQUIPO DE BOMBEROS	PICTOGRAMA	JUNTO AL GABINETE
BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR	LETRERO	JUNTO A LA VÁLVULA DE PARO DE EMERGENCIA

i) Bitácora de mantenimiento y capacitación.

Se contará en la planta con bitácora de mantenimiento preventivo y programa de capacitación al personal de la misma y será supervisada por la Unidad Verificadora Responsable

Realización de pruebas.

Esta fase será previa al inicio de operaciones de manejo de gas en el tanque, el objetivo primordial será identificar algún desperfecto que pudiese tener el tanque, las bombas u otro equipo. Durante la etapa se tomarán todas las medidas pertinentes en caso de algún incidente; en caso de presentarse se controlará la situación en el momento, se identificará la causa de tal situación y posteriormente se dará solución al desperfecto de la manera más eficiente posible.

Si no presenta ningún tipo de desperfecto, se procederá a continuar con el programa de trabajo establecido, que se ha planteado para la planta de almacenamiento.

INSTALACIONES (ELÉCTRICA, HIDRÁULICA, SANITARIA).

Este proyecto es un conjunto de requerimientos técnicos para la correcta operación de la instalación eléctrica de fuerza y alumbrado que cubre los requisitos de seguridad, minimización de pérdidas eléctricas, operatividad y versatilidad necesarios para un funcionamiento confiable y prolongado, que además cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 en vigor.

Demanda Total Requerida.

La planta de gas L.P. divide su carga en dos cargas de fuerza para operación de la planta y oficinas:

Tab. 1	Descripción	Watts
2A	Fuerza para operación de la planta con una carga de 32,910 Watts y un factor de demanda del 100%, lo que significa:	32,910.00
2B	Tablero "A" con una carga de 17,090.00 Watts y un factor de demanda del 100%, lo que significa.	17,090.00
Watts máximos:		50,000.00
Factor de potencia:		0.90
KVA máximos:		45,000.00

Una carga de fuerza para operación del motor eléctrico del equipo contra incendio.

Tab.	Descripción	Watts
2C	Tablero para equipo contra incendio con una carga de 55,950.00 Watts y un factor de demanda del 100%, lo que significa	55,950.00
	Watts. Máximos:	55,950.00
	Factor de potencia:	0.90
	KVA máximos:	50,355.00

Capacidad del transformador alimentador.

Tomando en cuenta la demanda máxima de KVA se alimenta de un transformador con capacidad inmediata superior a los 50,355.00 KVA obtenidos de la suma de cargas, para lo cual se requiere un transformador de 75 KVA, que contendrá un interruptor termomagnético de 400 amps, 220 volts, 3 fases, dado que las cargas no están en operación simultáneamente.

Esta instalación contará con un circuito y contactor de bloqueo para los arrancadores de los motores eléctricos de las bombas y compresores para gas L.P. que corta la corriente y pone fuera de operación a estos, cuando se oprima el botón de paro de emergencia. Los cuales están ubicados en la oficina, andén de llenado, en las tomas de carga, en las tomas de descarga y toma de carburación.

Fuente de Alimentación.

La alimentación eléctrica se toma de la línea de alta tensión de acometida que pasa por el lindero Surponiente con una tensión de 13,2 KV y de la que se toma una derivación mediante la intercalación de un poste equipado con un juego de 3 cuchillas fusibles, 1F, 15 KV y con un juego de tres apartarrayos autovalvulares 1F, 12 KV, llevando la línea hasta el límite de la planta de Gas L.P. mediante postes de concreto C-11-450 equipados con estructuras "T"; rematando en un poste C-11-700; el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 15 KV y apartarrayos autovalvulares 12 KV, protegido a la salida de B.T. con interruptor termomagnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición, ambos instalados en la parte inferior del poste, llevando la acometida a la planta por trayectoria subterránea.

a) Tablero principal: Se tomará corriente del tablero principal localizado por lado norte de la planta de gas L.P., este tablero eléctrico está formado por interruptores, arrancadores y tablero de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, para alimentar a la planta de gas L.P., el cual contiene lo siguiente:

TAB	INTERRUPTORES	VOLTS	AMPS.	FASES
A	Tres interruptores para el equipo contra incendio	220	200	3
B	Tres interruptores para bomba 1	220	50	3
C	Tres interruptores para compresor 1	220	70	3
D	Tres interruptores bomba 2	220	50	3
E	Tres interruptores bomba de autotanques	220	50	3
F	Dos interruptores lámparas andén	220	15	3
G	Dos interruptores lámparas andén	220	15	3
H	Dos interruptores lámparas carburación	220	15	3
I	Un interruptor alumbrado rotogage	110	15	3
J	Un interruptor alimentación regulada	220	15	3
K	Tres interruptores para bomba carburación	220	30	3
L	Tres interruptores para compresor 2	220	70	3

b) Derivaciones hacia el motor: Las derivaciones de alimentación hacia los motores partirán directamente desde el arrancador colocado en el tablero principal, realizando su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

c) Tipo de motor: Los motores serán instalados en el área considerada como peligrosa y por lo tanto son a prueba de explosión.

d) Control del motor: El motor se controla por medio de un circuito electrónico (Botonera de paro y arranque) a prueba de explosión ubicado según indica el plano, el conductor de esta botonera, es llevado hasta el arrancador contenido en el tablero general, utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado perimetral y alumbrado de la toma de suministro carga y descarga.

e) Alumbrado perimetral: El alumbrado perimetral está instalado en postes con luminarios, tipo VSAP de 400W más 40W de balastro a 220V, con una altura de 6,00 m, los postes para alumbrado están protegidos con un murete de piedra de 1,00 m de altura contra daños mecánicos. El alumbrado de la descarga de remolques-tanque, está instalado en las techumbres correspondientes con luminarios a prueba de explosión, de tipo luz mixta, 110V, 160W.

f) Bases de cálculo de los conductores eléctricos: **La memoria de cálculos se puede observar en la memoria técnica descriptiva, misma que se anexa en el presente ERA.**

Según las tablas No. 310-15(b) (16), 430-248, 430-250 de la Norma Oficial Mexicana NOM- 001-SEDE-2012 y las recomendaciones dadas por fabricantes como "Condumex", de acuerdo a estas tablas se considera el valor inmediato superior.

El área de la sección transversal de los conductores permitidos en un sello, no debe exceder 25% del área de la sección transversal interior del tubo (conduit) del mismo tamaño nominal, a menos que sea específicamente aprobado para porcentaje de ocupación más altos.

Áreas peligrosas.

De acuerdo con las disposiciones correspondientes de Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEDE-2012 o la que, en su caso, la sustituya, la extensión de las áreas clasificadas como Clase I, División 1, es de por lo menos 10 m a partir de los puntos detallados a continuación:

ELEMENTO
Boca de toma de carburación de autoconsumo, de suministro o de recepción
Salida de válvula de alivio de presión
Llenaderas de recipientes transportables (a partir de la unión entre la manguera y la tubería rígida)
Trinchera en cualquier punto
Medidor rotativo
Sellos de las bombas que manejan gas L.P.
Descarga de la válvula de desfogue de la trampa de líquidos del compresor
Descarga de válvula de relevo hidrostático
Válvulas para el trasiego de gas L.P., en el recipiente de almacenamiento

Por lo anterior, en esos espacios se usan solamente aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos correspondientes, de acuerdo con el artículo 501 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Además, los arrancadores de los motores que están retirados y no a la vista, contarán con desconectadores a prueba de explosión junto a los motores. Todos los equipos eléctricos usados serán apropiados para usarse en Clase I, División 1, las instalaciones eléctricas cumplen con los artículos 500 y 501 de la NOM antes señalada.

g) Cálculo de caída de tensión en alimentadores remotos y Cálculo de corto circuito: La memoria de cálculo se incluye en la memoria técnica constructiva misma que se incluye en la sección de anexos de este ERA.

SISTEMA GENERAL DE CONEXIONES A TIERRA.

El sistema de tierras tendrá como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la planta de gas L.P. en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además, el sistema de tierras cumplirá con el propósito de disponer de caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

En el plano correspondiente se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de Copperweld. Se tendrá 4 varillas copperweld enterradas a una profundidad de 1.5 m del nivel de piso terminado.

Los equipos conectados a "tierra" serán: el recipiente de almacenamiento, bombas, compresor, tomas de suministro a autotanques y carburación de auto abasto, tomas de recepción, anden de llenado de cilindros, tuberías, transformador, tablero eléctrico, estructuras metálicas y todos los equipos que se encuentren presentes, y que se mencionan en el artículo 250 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Los materiales necesarios para la instalación eléctrica se clasificaron en materiales de baja y media tensión, quedando la lista tal como se ha mostrado previamente.

CAPTACIÓN DE ESCURRIMIENTOS.

Las actividades dentro de la planta de almacenamiento y distribución no contemplan la captación de escurrimientos u obras similares como tal; existirá una red de drenaje que captará por separado las aguas de servicios (sanitarios, baños, lavabos), hacia una fosa séptica diseñada para el control de descargas, las descargas pluviales serán descargadas naturalmente, manteniendo una pendiente en dirección norte con salidas al exterior. En la planta futura la mayor parte del suelo predio se tendrá con suelo rellenado, compactado nivelado y con una capa asfáltica en las áreas de circulación y para

estacionamientos, mientras que en las obras para manejo de gas y de administración se tendrán y adecuarán las bases de sustentación para el tanque y plataforma de concreto; fuera de la planta de almacenamiento hacia los cuatro puntos cardinales se tendrán áreas libres con suelo natural, lo cual permite que el agua proveniente de las precipitaciones se infiltre y con ello se realice la recarga de acuíferos en la zona o la infiltración al subsuelo para incorporarse a corrientes freáticas, sin que sea afectado por las obras de construcción y operación de la planta de almacenamiento.

II.2.5.5._DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES A EMPLEAR DURANTE LAS OBRAS PARA EL PROYECTO DE LA NUEVA PLANTA (ESTIMACIONES).

El listado de materiales se puede consultar en la MIA-P que acompaña al presente ERA.

Limpieza general.

Se refiere a la limpieza general que hará el contratista, con el fin de entregar Las instalaciones proyectadas y áreas, tal como fueron diseñadas, limpias y listas para su equipamiento y futura operación.

Todos los residuos sólidos no peligrosos que resulten de esta limpieza se dispondrán en tambores metálicos con tapa, para evitar su dispersión y posteriormente se entregarán al sistema de limpia pública municipal o bien dispuestos por el propio promovente en el sitio autorizado municipal.

GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS.

En las siguientes tablas se muestran las características de los residuos sólidos y aguas residuales, que se generarán para cada etapa del proyecto.

Tabla 10. Residuos a ser generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

GENERACIÓN DE RESIDUOS (mensuales)				
TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	VOLUMEN (M3)	PESO (KG)	OTRO
Sólidos	Tierra, botes de plástico, restos de comida, sacos vacíos de cartón, clavos, papel.		80	Serán dispuestos temporalmente en contenedores plásticos y finalmente en el basurero municipal
Sólidos	Materia orgánica del deshierbe.		30	Temporalmente en tambos metálicos y finalmente en el basurero municipal
Peligrosos	No se generarán			
Emisiones a la atmósfera	Ver tabla número 10_g.			
Aguas Residuales	Aguas negras de sanitarios	10 m^3		Se disponen a través de la red de drenaje existente (adjunta al terreno para el proyecto), fosa séptica y pozo de absorción
Residuos de manejo especial	Desechos de obras constructivas	8 m^3		Relleno de terreno y sitio autorizado por el ayuntamiento de Arteaga, Coahuila o bien con empresas autorizadas.

Tabla 10_b. Residuos a ser generados durante la etapa de operación- mantenimiento.

GENERACIÓN DE RESIDUOS (mensuales)				
TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	VOLUMEN (M3)/mes	PESO (KG)	OTRO
Sólidos	Tierra, botes de plástico, restos de comida, sacos vacíos de cartón, papel.		200	Serán dispuestos temporalmente en contenedores plásticos y finalmente en el basurero municipal
Peligrosos	Aceites lubricantes gastados, filtros automotrices, tela y materiales impregnados con aceites gastados.		20	Temporalmente almacenados en almacén de la planta y dispuestos a través de empresas autorizadas
Residuos de manejo especial	Baterías níquel cadmio, cartuchos de tinta vacíos, botes que contuvieron pintura libre de plomo.		3	Serán dispuestos temporalmente en tambos metálicos y la disposición a través de empresas autorizadas.
Emisiones a la atmósfera	Ver tabla 10_g.			
Aguas Residuales	Aguas negras de sanitarios	15 m^3		Se dispondrán a través de la red de drenaje, fosa séptica y pozo de absorción

Tabla 10_c. Residuos a ser generados durante la etapa de abandono del sitio.

GENERACIÓN DE RESIDUOS				
TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	VOLUMEN (M3)	PESO (KG)	OTRO
Sólidos	Tierra, botes de plástico, restos de comida, sacos vacíos de cartón, papel.		35	Serán dispuestos temporalmente en contenedores plásticos y finalmente en el basurero municipal
Peligrosos	No se generarán			
Emisiones a la atmósfera	Ver tabla 10_g			
Aguas Residuales	Aguas negras de sanitarios	4 m^3		Se dispondrán a través de la red de drenaje, fosa séptica y pozo de absorción

El cálculo de las emisiones a la atmósfera se realiza en base al equipo que se usará, las horas de trabajo diario y un factor para las emisiones por hora que generan los vehículos de carga y maquinaria. A continuación, se enlistan los equipos que se usarán, y los factores para las emisiones, así mismo se indica la cantidad de decibeles emitidos para cada equipo:

Tabla 10_d. Formas de almacenamiento y disposición de residuos de manejo especial.

TIPO	VOLUMEN ESTIMADO	MANEJO Y FORMA DE ALMACENAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
Sobrantes de materiales de construcción resultantes de las obras	8 toneladas	Se almacenarán a la intemperie en área colindante y se colecta en camiones volteo	Relleno y nivelación por adecuación de la plataforma de almacenamiento.

El manejo de los residuos a generar de la limpieza, se realizará en tambos metálicos adecuados, protegidos con tapa, que impidan la dispersión o derrame de los mismos. No se generarán residuos de manejo especial en la etapa de preparación del sitio.

Durante la construcción parte del suelo de la excavación serán reutilizados para el relleno del terreno y en la superficie de terreno colindante que es propiedad de la promovente,

Los desechos por consumo de alimentos y los de origen doméstico, podrán ser almacenados temporalmente en el sitio de preferencia en tambos con bolsas de plástico y trasladarlas cuando se llenen al basurero municipal.

Emisiones a generar

El tiempo total de operación para la maquinaria y equipos a utilizar, así como camiones de carga, será de 40 horas por semana aproximadamente, usarán diésel como combustible y el nivel de ruido que emite tiene un valor de entre 70 a 90 decibeles, esto último según datos del fabricante. La cantidad exacta de las emisiones que se generarán a la atmósfera se muestran en las tablas siguientes; en función del tiempo de operación.

La generación de emisiones a la atmósfera por el uso de los equipos y maquinaria, en las etapas de preparación y construcción son:

Tabla 10_e. Emisiones de ruido.

CANTIDAD	MAQUINARIA	MARCA	HORAS DE TRABAJO DIARIO	DECIBELES EMITIDOS	TIPO DE COMBUSTIBLE
1	Retroexcavador compacto.	CAT	8	80	Diésel
1	Camión volteo.	Dina	8	65	Diésel
1	Trascabo o Miniexcavador Bobcat 324m	Caterpillar	8	80	Diésel
1	Pipa con agua.	Mercedes-Benz	8	65	Diésel
1	Camioneta	Chevrolet	8	60	Gasolina

Tabla 10_f. Emisiones contaminantes por uso de combustible, durante la etapa de preparación de sitio y construcción.

TIPO DE MAQUINARIA	CONTAMINANTE (KG/HR DE OPERACIÓN)					
	CO	HC	NOx	HCOH	SOx	PST
Tractor Caterpillar	0.157	0.055	0.570	0.012	0.062	0.050
Camión de volteo Dina	1.225	0.277	3.069	0.055	0.258	0.252
Camión de volteo	1.225	0.277	3.069	0.055	0.258	0.252

Tabla 10_g. Factores de emisión en (g/km) para las tecnologías de vehículos con motor a diésel.

Tecnología	HC (g /km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	CO2 (g/km)	MP2.5 (g/km)
VLP D-1	0.062	0.246	0.986	190.686	0.013
VLP D-2	0.027	0.234	1,073	190.269	0.011
VLP D-3	0.017	0.305	1,079	190.710	n/a
VLC D-1	0.186	0.898	1,437	184.688	0,023
VLC D-2	0.033	0.629	1,745	323.419	0.033
VLC D-3	0.0416	0.30	1,218	283.424	0.015

Notas:

- VLP D-1 y D-2, se refiere a vehículos convencionales que utilizan diésel y que eran aceptados en la Comunidad Europea antes del 2005, los VLP D-3 eran posteriores al 2006.

- Las siglas VLC-D1 a la D-3, se refiere a vehículos a diésel livianos.

- PM2.5 (material particulado con un diámetro menor a 2.5 micrómetro, μm) son parte de los indicadores criterios para medir la calidad del aire limpio en un área determinada (OMS, 2006).

CO: Monóxido de carbono

HC: Hidrocarburos no quemados.

NOx: Óxidos de nitrógeno.

HCOH: hidroximetileno

SOx: Óxidos de azufre

PST: Partículas suspendidas totales.

CO2: Bióxido de carbono.

II.2.6. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Describir las condiciones de operación (flujo, temperatura y presiones de diseño y operación), así como estado físico de las sustancias.

II.2.6.1. Balance de materia.

En una planta de gas, no se realiza proceso alguno, ya que las actividades pueden resumirse en: recepción, almacenaje, trasiego (abasto en tomas de recepción, el suministro a autotanques para reparto en el exterior y toma de carburación de auto abasto), así como trasiego en líneas hacia andén de llenado de cilindros portátiles que se comercializan también en la región); durante estas operaciones no existe reacción química, por lo cual de cada kilo que ingresa sale la misma cantidad.

II.2.6.2. Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

Tomando como base los datos presentados por INEGI; la temperatura promedio anual en la zona es de 24.5 °C, permitiendo con ello un manejo adecuado de los combustibles en este rango de temperatura. La presión máxima que se puede generar en la operación del sistema es de 6 a 12 Kg/cm^2.

II.2.6.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

En una planta de almacenamiento de gas L.P., el trasiego de dicho gas involucra la fase líquida y la fase 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/cm^2) 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/cm^2. Cuando el número de moléculas que se libera del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y la fase 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.

II.2.6.4. Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

Las actividades se **realizarían a intervalos**, ya que el trasiego de gas no es permanente en ninguno de los puntos donde se realizan estas actividades.

Recepción de los vehículos de transporte de gas. El gas provendrá de una de las terminales de gas L.P. operadas por PEMEX, ya sea desde Abasolo, Guanajuato o Tula Hidalgo; se trata de una actividad que se realizará conforme se requiera del producto, siendo discontinua.

II.2.6.5. Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI´s) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

En el plano mecánico que se incluye en la sección de anexos gráficos se puede observar el plano isométrico de flujo y detalles de instrumental de seguridad y operativo.

II.2.6.6. UBICACIÓN FÍSICA DEL TERRENO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El predio se ubica hacia el punto lateral del Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila. En el punto **II.1.** Se señala la ubicación precisa del terreno.

Tabla 11. Actividades e instalaciones dentro de un área de 1000 metros en relación al predio.

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (METROS)	ORIENTACIÓN
TRANSPORTES BRECA	409	NORTE
VENTA DE ALIMENTOS	440	NORTE
RECICLADOS PLÁSTICOS ALVARADO S.A. DE C.V.	510	NOROESTE
TRANSPORTES COLORADO	70	SUR
TCI	401	SUR
INDUSTRIAL HEFESTO	475	SUR
WOHLER-T DE MÉXICO S.A. DE C.V.	470	SUR
EWATER	406	SURESTE
SONI GAS	430	SURESTE
MAQUILAS QUÍMICAS INDUSTRIALES S.A DE C.V.	410	SUR
I-LOG DE MÉXICO S.A. DE C.V.	116	NORTE
R&J MANUFACTURING DE MÉXICO S.A DE C.V.	469	OESTE
4 ON THE GO	90	SUR
METAUX DE MÉXICO	515	SUROESTE
ABC AUTOLINEAS SA DE CV	641	SURESTE
TTLOGISTIC	658	SUROESTE
COMIDA CASERA LA PASADITA	555	NOROESTE
LARMEX	605	NOROESTE
CONSOLIDAMEX ARTEAGA	740	NOROESTE
TOX PRESSOTECHNIK DE MEXICO S. DE RL.	630	NORESTE
VOSS AUTOMOTIVE	795	NORESTE
SANGSIN BRAKE MÉXICO	855	NORTE
MANDO CORP MÉXICO	997	NORESTE

Las figuras siguientes muestran los planos de ubicación regional y microlocalización, plano georreferenciado sobrepuesto en figura satelital, arreglo general de las áreas de la planta de gas, plano mecánico, equipos, de instalaciones eléctricas, de equipos de seguridad, equipamiento, identificación y nomenclatura y el uso de suelo donde se ubica el terreno:

Figura 5. Plano de macro localización del predio donde se pretende ejecutar el proyecto.



Figura 6. Foto mapa de Google con plano georreferenciado en autoCAD escala 1_100 y delimitación del polígono para la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P.



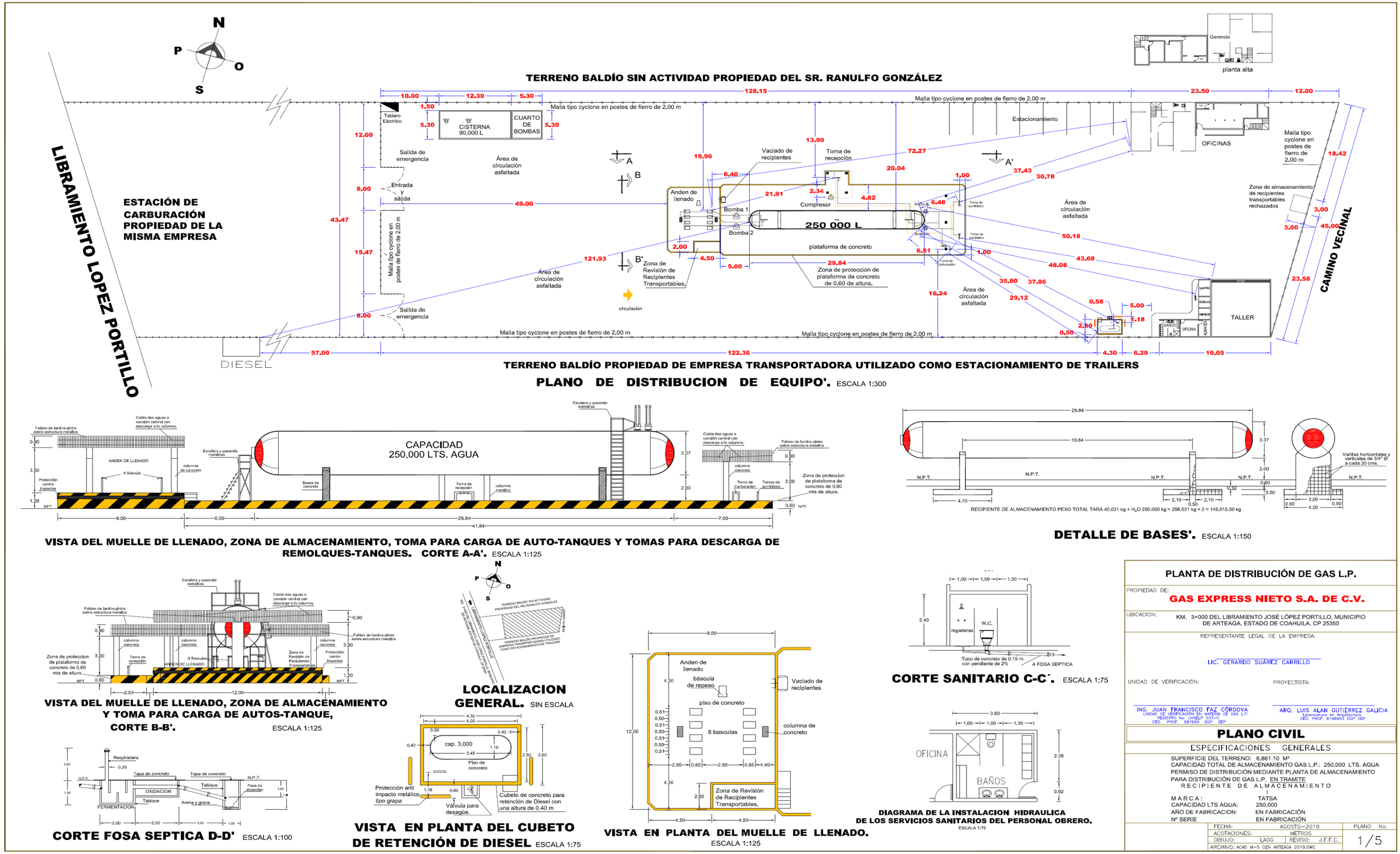
Figura 7. Foto mapa de Google Earth con plano georreferenciado en autoCAD y delimitación del polígono para la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., identificando un radio de influencia de 1000 metros.



POLIGONO DE LA PLANTA

CAUDRO DE CONSTRUCCION					
LADO		DISTANCIA	V	DISTANCIA	
EST.	P.V.			X	Y
1	2	163.65	1	309114.25	2818394.20
2	3	45	2	309107.23	2818349.76
3	4	152	3	308956.72	2818328.51
4	5	43.47	4	308952.14	2818371.74
AREA: 6825.50° M					

Figura 7_b. Distribución de áreas proyectadas en la planta de almacenamiento de acuerdo al arreglo y diseño de la NOM-001-SESH-2014.



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

PROPIEDAD DE: **GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V.**

UBICACION: KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSÉ LÓPEZ PORTILLO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, ESTADO DE COAHUILA, CP 25350

REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA:

LIC. GERARDO SUÁREZ CARRILLO

UNIDAD DE VERIFICACIÓN: ING. JUAN FRANCISCO FAZ CÓRDOVA
UNIDAD DE VERIFICACIÓN EN MATERIA DE GAS L.P.
REGISTRO No. UVSELP 033-C
CED. PROF.: 5876992 DGP SEP

PROYECTISTA: ARQ. LUIS ALAN GUTIÉRREZ GALICIA
Licenciatura en Arquitectura
CED. PROF. 8148453 DGP SEP

PLANO CIVIL

ESPECIFICACIONES GENERALES

SUPERFICIE DEL TERRENO: 6,861.10 M²
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO GAS L.P.: 250,000 LTS. AGUA
PERMISO DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. EN TRAMITE

RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO

MARCA:	TATSA
CAPACIDAD LTS AGUA:	250,000
AÑO DE FABRICACION:	EN FABRICACIÓN
Nº SERIE	EN FABRICACIÓN

FECHA:	AGOSTO-2019	PLANO No.
ACOTACIONES:	METROS	
DIBUJO: LAGG	REVISO: J.F.F.C.	1/5
ARCHIVO: ACAD M-5 GEN ARTEAGA 2019.DWG		

Figura 7_c. Distribución de áreas proyectadas en la planta de almacenamiento de acuerdo al arreglo y diseño de la NOM-001-SESH-2014, sobre foto mapa satelital de Google Earth.



Figura 7_d. Sección de carta topográfica, señalando la ubicación de la planta, en escala 1:20,000.

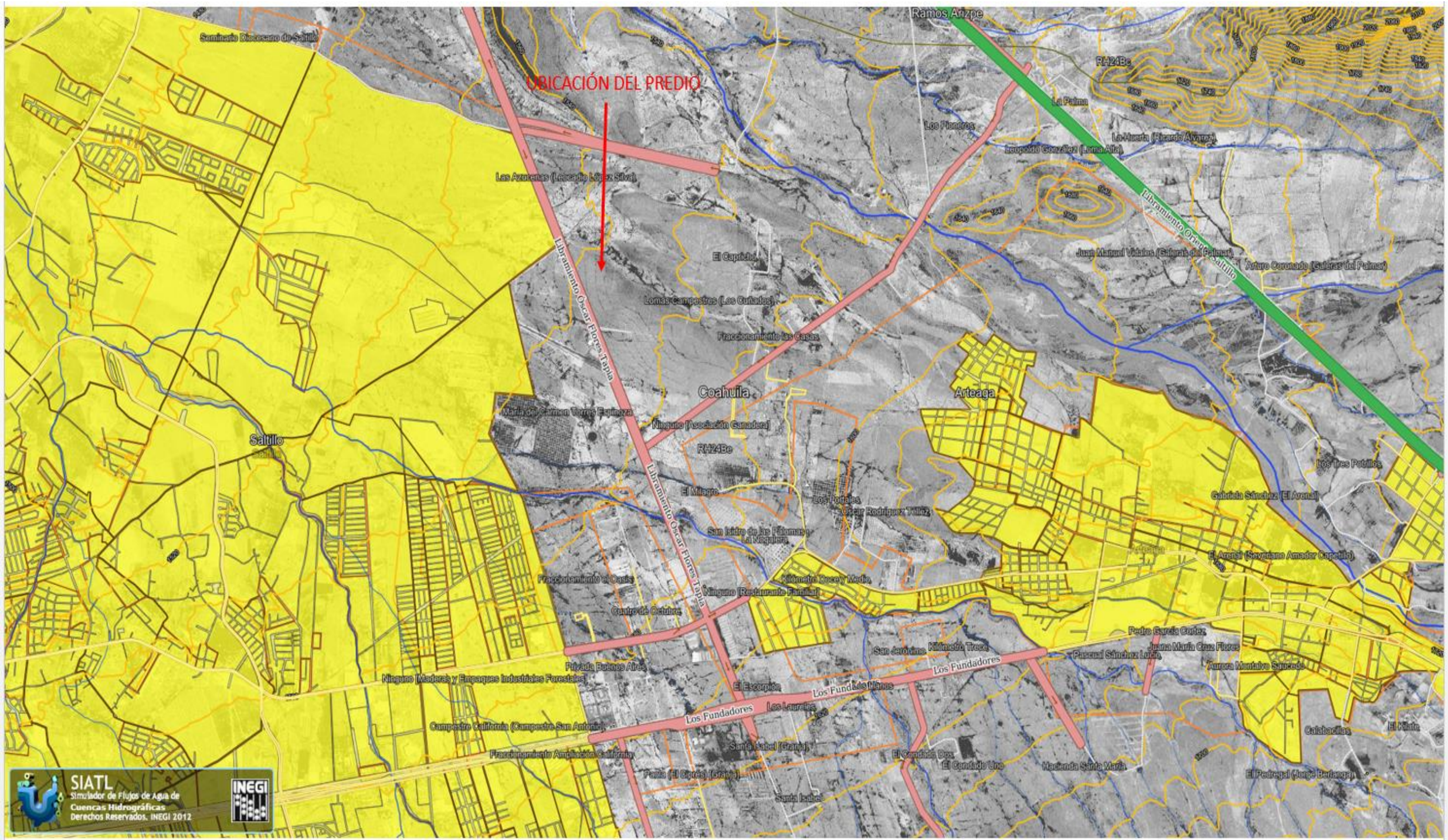


Figura 7_e. Sección de carta topográfica, señalando la ubicación actual de la planta, en escala 1:50000.

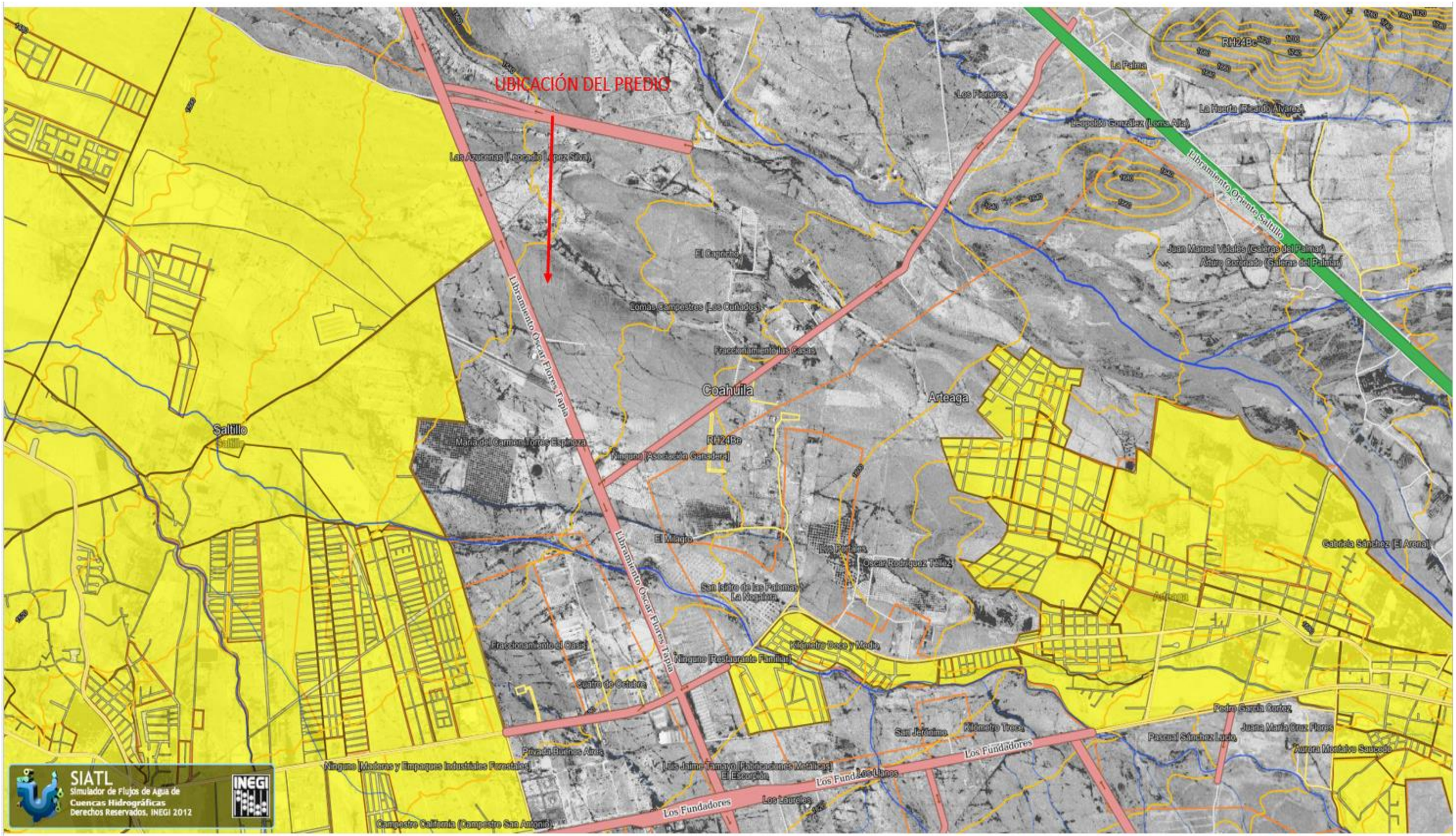
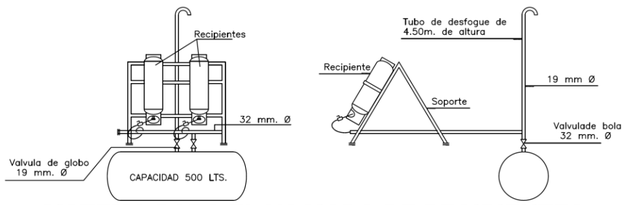
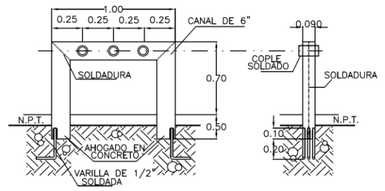


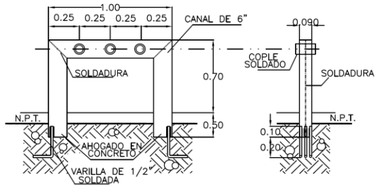
Figura 7_f. Plano de arreglo mecánico para las instalaciones de manejo de gas cumpliendo el arreglo y diseño de la NOM-001-SESH-2014.



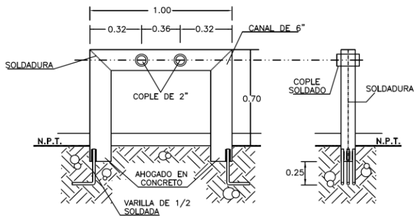
SISTEMA PARA EL VACIADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES SIN ESCALA



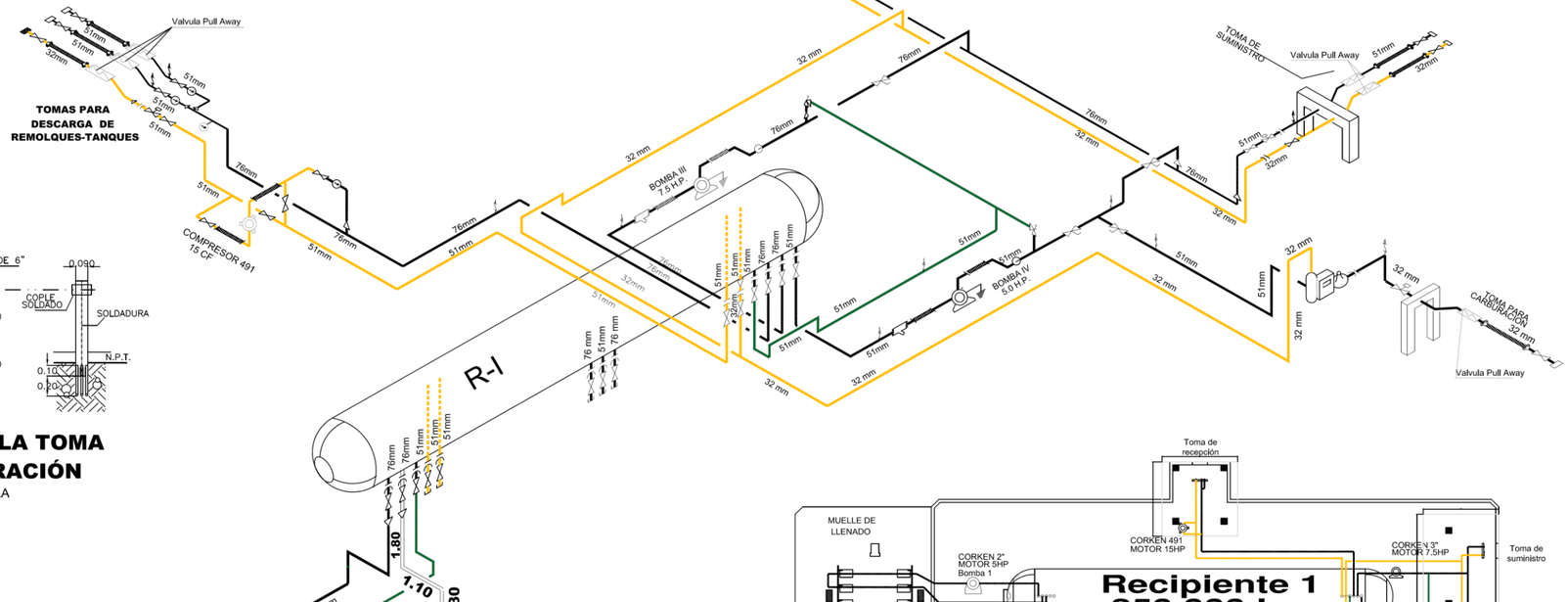
ANCLADO DE LA TOMA DE RECEPCIÓN SIN ESCALA



ANCLADO DE LA TOMA DE CARBURACIÓN SIN ESCALA



ANCLADO DE LAS TOMAS DE SUMINISTRO SIN ESCALA



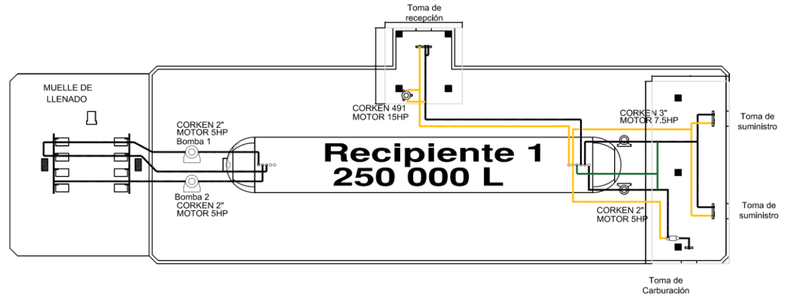


DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN EN PLANTA ESCALA 1:200

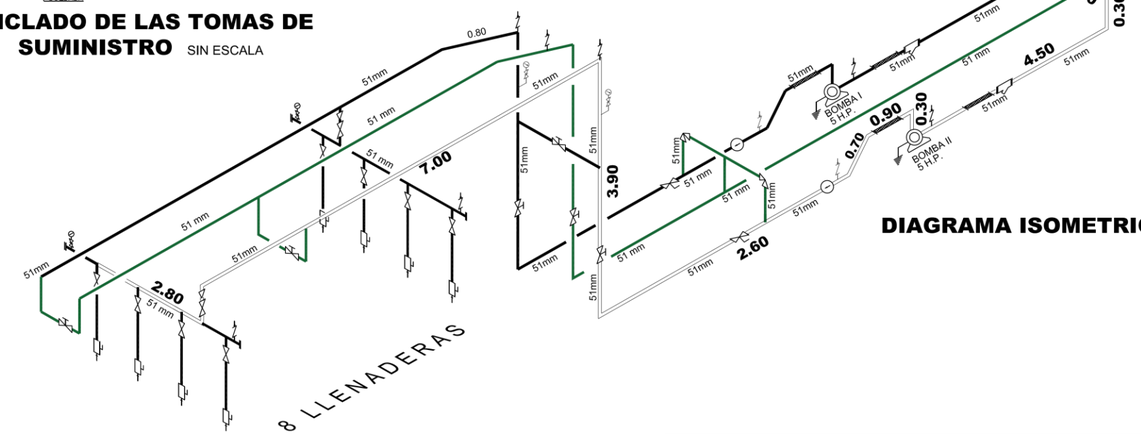
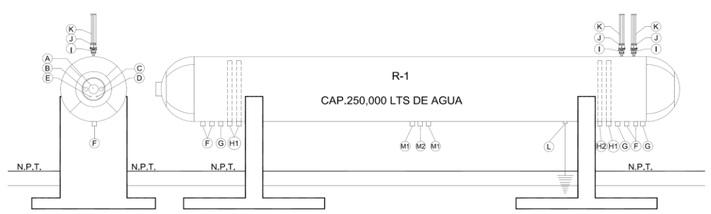


DIAGRAMA ISOMETRICO DE FLUJO SIN ESCALA



ACCESORIOS DEL RECIPIENTE SIN ESCALA

LET	SIMB	MM	ACCESORIOS DE LOS RECIPIENTES	CARACTERISTICAS
A		6.4	MEDIDOR MAGNETICO DE NIVEL	ROCHESTER
B		12.7	TERMOMETRO –20 A 50°	METRON
C		6.4	MANOMETRO DE 0–21 KG/CM2	METRON
D		6.4	VALVULA DE MAXIMO LLENADO 90%	REGO 3165C
E		6.4	VALVULA DE MAXIMO LLENADO 86.25 %	REGO 3165C
F		76	VALVULA EXCESO DE FLUJO PARA LIQUIDO	REGO A7539 V6
G		51	VALVULA DE NO RETROCESO P/ RETORNO DE LIQUIDO.	REGO A7537P4
H1		51	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO PARA VAPOR	REGO A3292B
H2		32	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO PARA VAPOR	REGO A3282C
I	--	102	VALVULA MULTIPORT BRIDADA	REGO 8574G
J	--	64	VALVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN 294 M^3/MIN	REGO A3149 MG
K	--	--	TUBO DE DESCARGA CON CAPUCHON	CED. 40
L		76	CONEXION SOLDADA PARA TIERRA	CABLE DE COBRE DESNUDO
M1 M2		51 76	TAPÓN MACHO	ACERO ALTA PRESIÓN

SIMB	ACCESORIOS DE LA INSTALACION	CARACTERISTICAS
	ACOPLADOR DE LLENADO PARA LIQUIDO	REGO A 3195
	ACOPLADOR DE LLENADO PARA VAPOR	REGO A 3175–A
	VALVULA DE GLOBO RECTA	28 KG/CM2 A. A. G.
	VALVULA DE BOLA	28 KG/CM2 A. A. G.
	VALVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN PARA LINEA	APERTURA 28 KG/CM2 CAPACIDAD 22 KG/CM2
	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO	REGO A7596V6 76MM A3292C 51MM
	VALVULA AUTOMATICA DE RETORNO (BY PASS)	PRESION DIFERENCIAL 5 KG/CM2
	VALVULA DE AGUJA	28 KG/CM2 A. A. G.
	MANOMETRO DE 0–21 KG/CM2	CARATULA 64 MM
	BOMBA ACOPLADA A MOTOR ELECTRICO 5.0 C.F. 7.5 C.F.	CORKEN 521 189 L.P.M.(50 G.P.M.) CORKEN 1021 378 L.P.M.(100 G.P.M.)
	COMPRESOR CON MOTOR ELECTRICO 15 C.F.	CORKEN 491 749 L.P.M. (198 G.P.M.)
	MEDIDOR DE LIQUIDO	Neptune Tipo 4D
	VALVULA DE NO RETROCESO	REGO 6586 B
	INDICADOR VISUAL DE FLUJO TIPO NO RETROCESO	REGO A7794
	FILTRO DE PASO	SARCO
	VALVULA DE PARO DE EMERGENCIA	WORCESTER 51mm
	CONECTOR FLEXIBLE	METALICO
	MANGUERA ESPECIAL PARA GAS L.P.	17.57 KG/CM2 PRESION DE TRABAJO 140 KG/CM2 PRESION DE RUPTURA
	TUBO DE ACERO AL CARBON PARA LIQUIDO SOLDABLE	CED. 40 SIN COSTURA
	TUBERIA UTILIZADA PARA EL CÁLCULO DE LA BOMBA	CED. 40 SIN COSTURA
	CONEXION A TIERRA	CABLE DE COBRE DESNUDO

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

PROPIEDAD DE:
GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.

UBICACION: KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSÉ LÓPEZ PORTILLO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, ESTADO DE COAHUILA. CP 25350

REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA:

LIC. GERARDO SUÁREZ CARRILLO

UNIDAD DE VERIFICACION:

ING. JUAN FRANCISCO FAZ CÓRDOVA
UNIDAD DE VERIFICACION EN MATERIA DE GAS L.P.
REGISTRO No. UVGLP 033–C
CED. PROF. 5876999 DGP SEP

PROYECTISTA:

ING. RAFAEL BARCELOS IPIÑA
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CED. PROF. 3578178 DGP SEP

PLANO MECANICO

ESPECIFICACIONES GENERALES

SUPERFICIE DEL TERRENO: 6,861.10 M²
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO GAS L.P.: 250,000 LTS. AGUA
PERMISO DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. EN TRAMITE

RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO

MARCA: TATSA
CAPACIDAD LTS AGUA: 250,000
AÑO DE FABRICACION: EN FABRICACIÓN
Nº SERIE EN FABRICACIÓN

FECHA: AGOSTO–2019		PLANO No.
ACOTACIONES: METROS		3/5
DIBUJO: RBI	REVISO: J.F.F.C.	
ARCHIVO: ACAD M–5 GEN ARTEAGA 2019.DWG		

Figura 7_g. Plano de instalaciones eléctricas para las instalaciones y equipos del proyecto.

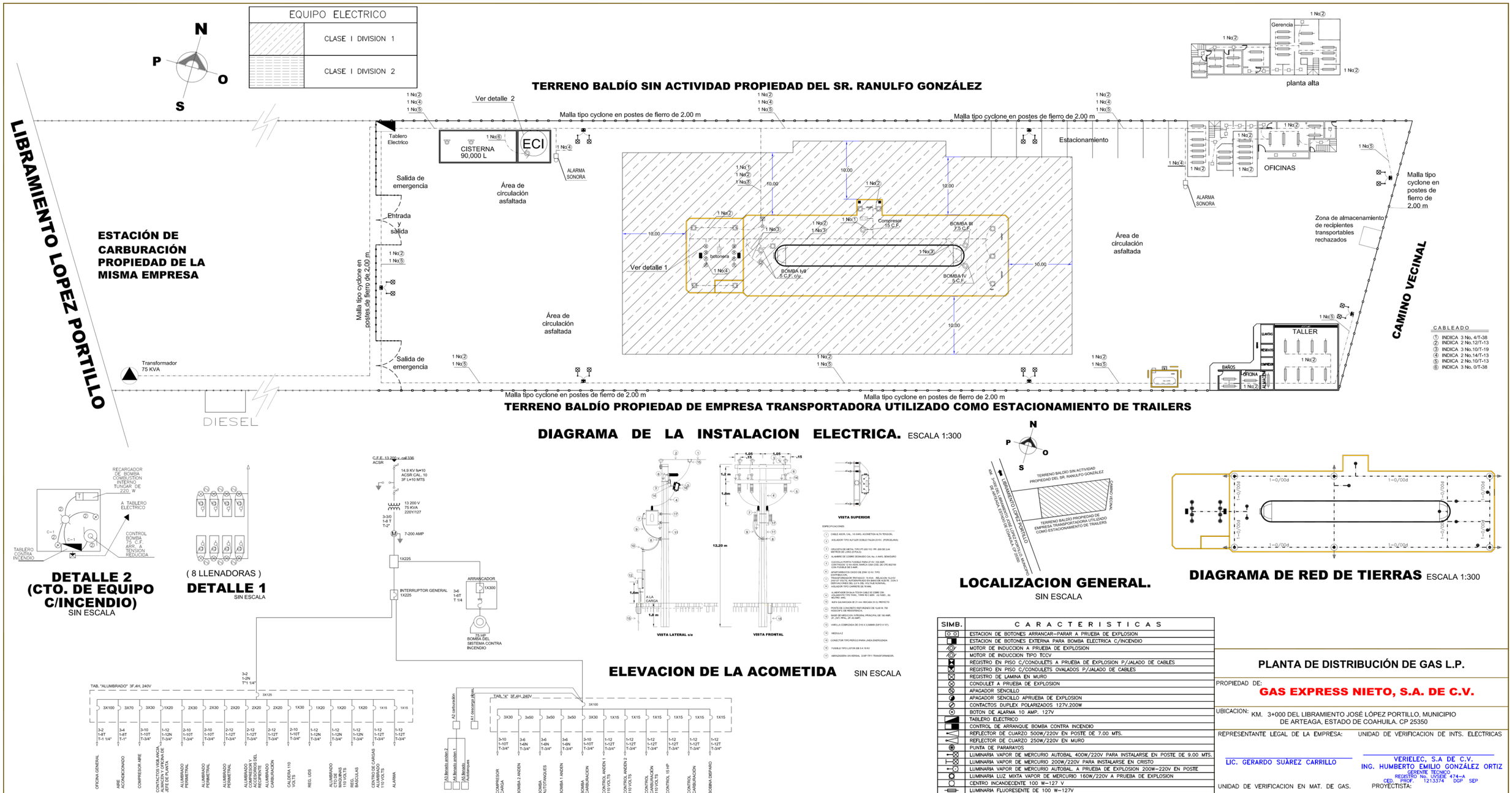


DIAGRAMA DE LA INSTALACION ELECTRICA. ESCALA 1:300

DETALLE 2 (CTO. DE EQUIPO C/INCENDIO)
SIN ESCALA

(8 LLENADORAS)

DETALLE 1
SIN ESCALA

ELEVACION DE LA ACOMETIDA SIN ESCALA

DIAGRAMA UNIFILAR SIN ESCALA

LOCALIZACION GENERAL.
SIN ESCALA

DIAGRAMA DE RED DE TIERRAS ESCALA 1:300

CUADRO GENERAL DE CARGAS

CLAVE	EQUIPO	INTERRUPTOR		ARRANCADOR		CONDUCTOR		MOTOR		WATTS
		No.POLOS	AMP.	No.POLOS	TIPO	No.HILOS	CALIBRE	FASES	C. F.	
B. C. I.	BOMBA CONTRA INCENDIO	3	300	3	T/RED	3	00	3	75	55,950
TAB. "A"	TAB. ALUMB. Y CONTACTOS "A"	2	100	———	———	3	4	———	———	17,090
BOMBA 1	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	30	3	T/PLENA	3	10	3	5	4,491
BOMBA 2	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	30	3	T/PLENA	3	10	3	5	4,491
BOMBA 3	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	50	3	T/PLENA	3	8	3	7.5	6,576
BOMBA 4	BOMBA PARA GAS LIQUIDO	3	30	3	T/PLENA	3	10	3	5	4,491
COMP. 1	COMPRESOR PARA GAS VAPOR	3	100	3	T/PLENA	3	4	3	15	12,861
									CARGA CONECTADA TOTAL:	105,950

CUADRO DE FUERZAS

MOTOR	C.F.	VOLTS	AMPERES A PLENA CARGA	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD	ARRANCADOR MAGNETICO
A	5	220	14,0	3 X 30	LCG-3 B25
B	5	220	14,0	3 X 30	LCG-3 B25
C	7,5	220	20,5	3 X 50	LCG-3 B36
D	5	220	14,0	3 X 30	LCG-3 B25
E	15	220	39,8	3 X 100	LDG-1 B70
M	75	220	183,0	3 X 300	LGG-1 DD280

CUADRO DE CARGAS

CIRCUITO	7,5CF	5CF	15CF	160W	400W	40W	375W	180W	100W	100W	C.F.	WATTS	FASES A	FASES B	FASES C
A		1									5	4,491	1,497	1,497	1,497
B		1									5	4,491	1,497	1,497	1,497
C	1										7.5	6,576	2,192	2,192	2,192
D		1									5	4,491	1,497	1,497	1,497
E			1								15	12,861	4,287	4,287	4,287
F				9								1,440	720		720
G					14							5,600	2,800		2,800
H						8						320			320
I							2					750		750	
J								11				1,980			1,980
K									51			5,100		5,100	
L										19		1,900	1,900		
										TOTAL		50,000	16,390	16,820	16,790

DESBALANCEO DE FASES = $\frac{16,8200-16,390}{16,820}$ X 100= 2.55 %

SIMB.	CARACTERISTICAS
	ESTACION DE BOTONES ARRANCAR–PARAR A PRUEBA DE EXPLOSION
	ESTACION DE BOTONES EXTERNA PARA BOMBA ELECTRICA C/INCENDIO
	MOTOR DE INDUCCION A PRUEBA DE EXPLOSION
	MOTOR DE INDUCCION TIPO TCCV
	REGISTRO EN PISO C/CONDULETS A PRUEBA DE EXPLOSION P/JALADO DE CABLES
	REGISTRO EN PISO C/CONDULETS OVALADOS P/JALADO DE CABLES
	REGISTRO DE LAMINA EN MURO
	CONDULET A PRUEBA DE EXPLOSION
	APAGADOR SENCILLO
	APAGADOR SENCILLO APRUEBA DE EXPLOSION
	CONTACTOS DUPLEX POLARIZADOS 127V.200W
	BOTON DE ALARMA 10 AMP. 127V
	TABLERO ELECTRICO
	CONTROL DE ARRANQUE BOMBA CONTRA INCENDIO
	REFLECTOR DE CUARZO 500W/220V EN POSTE DE 7.00 MTS.
	REFLECTOR DE CUARZO 250W/220V EN MURO
	PUNTA DE PARARAYOS
	LUMINARIA VAPOR DE MERCURIO AUTOBAL 400W/220V PARA INSTALARSE EN POSTE DE 9.00 MTS.
	LUMINARIA VAPOR DE MERCURIO 200W/220V PARA INSTALARSE EN CRISTO
	LUMINARIA VAPOR DE MERCURIO AUTOBAL. A PRUEBA DE EXPLOSION 200W–220V EN POSTE
	LUMINARIA LUZ MIXTA VAPOR DE MERCURIO 160W/220V A PRUEBA DE EXPLOSION
	CENTRO INCANDECENTE 100 W–127 V
	LUMINARIA FLUORESENTE DE 100 W–127V
	LUMINARIA FLUORESENTE 200 W–127V
	TUBERIA POR PISO
	TUBERIA POR TECHO O POR MURO
	CABLE DESNUDO CAL. 2/0 AWG PARA RED DE TIERRAS
	TRANSICION DE CANALIZACION AREA A SUBTERRANEA
	CONEXION CABLE A CABLE PARA RED DE TIERRAS
S B	SUBE BAJA
	ALARMA
	BOTON DE ALARMA CONTRA INCENDIO
	VALVULA SOLENOIDE
	INTERRUPTOR DE MERCURIO A PRUEBA DE EXPLOSION 10 AMP–127V
	CONEXION FLEXIBLE A MOTOR O INTERRUPTOR DE MERCURIO
	INTERRUPTOR FUSIBLES NEMA 1,2 POLOS
	ARRANCADOR A TENSION PLENA
	ARRANCADOR A TENSION REDUCIDA
A	ARRANCADOR A TENSION PLENA EN CAJA NEMA 1
AR	ARRANCADOR A TENSION REDUCIDA EN CAJA NEMA 1
	POZO DE TIERRAS
M	ESTACION DE MEDICION
	INTERRUPTOR TERMOMAG. EN CAJA A PRUEBA DE LLUVIA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICO EN CAJA NEMA 1
	TRANSFORMADOR
	TRANSFORMADOR 112.5 KVA
	CORTA CIRCUITOS FUSIBLE
	APARTARAYOS AUTOVALVULAR

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

PROPIEDAD DE:
GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.

UBICACION: KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSÉ LÓPEZ PORTILLO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, ESTADO DE COAHUILA. CP 25350

REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA: LIC. GERARDO SUÁREZ CARRILLO

UNIDAD DE VERIFICACION DE INTS. ELECTRICAS: VERIELEC, S.A DE C.V. ING. HUMBERTO EMILIO GONZÁLEZ ORTIZ GERENTE TECNICO REGISTRO No. UVGEIE 474–A CED. PROF. 1213374 DGP SEP

UNIDAD DE VERIFICACION EN MAT. DE GAS. ING. JUAN FRANCISCO FAZ CÓRDOVA UNIDAD DE VERIFICACION EN MATERIA DE GAS REGISTRO No. UVGLP 033–C CED. PROF. 5876?9 DGP SEP

PROYECTISTA: ING. RAFAEL BARCELOS IPIÑA INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA CED. PROF. 3578178 DGP SEP

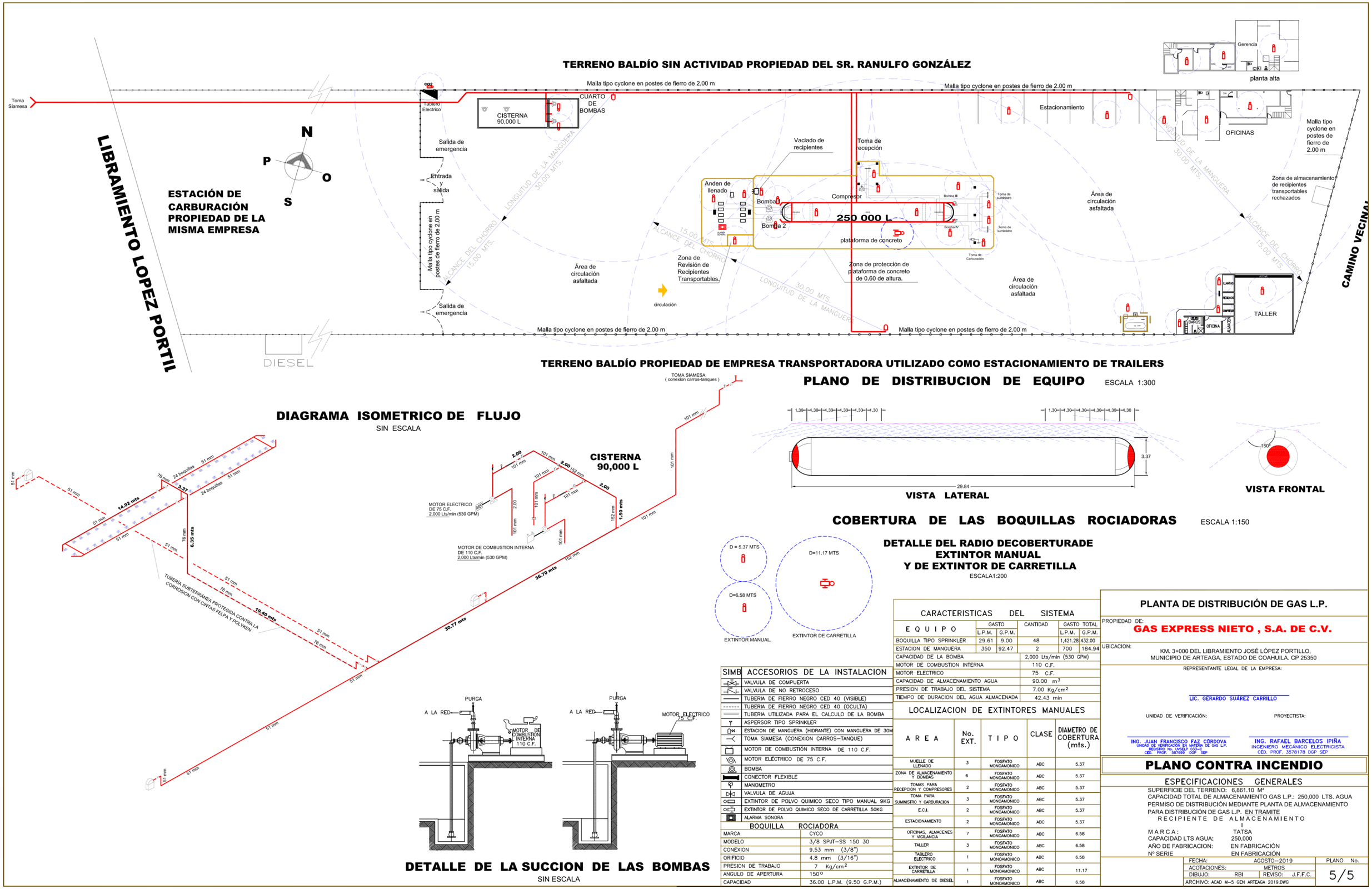
PLANO ELECTRICO

ESPECIFICACIONES GENERALES

SUPERFICIE DEL TERRENO: 6,861.10 M²
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO GAS L.P.: 250,000 LTS. AGUA
PERMISO DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. EN TRAMITE
RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO
I
MARCA: TATSA
CAPACIDAD LTS AGUA: 250,000
AÑO DE FABRICACION: EN FABRICACIÓN
Nº SERIE EN FABRICACIÓN

FECHA: AGOSTO–2019	PLANO No.
ACOTACIONES: METROS	
DIBUJO: RBI REVISO: J.F.F.C.	4/5
ARCHIVO: ACAD M–5 GEN ARTEAGA 2019.DWG	

Figura 7_h. Plano de instalaciones contra incendio para la planta.



SIMB	ACCESORIOS DE LA INSTALACION
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE NO RETROCESO
	TUBERIA DE FIERRO NEGRO CED 40 (VISIBLE)
	TUBERIA DE FIERRO NEGRO CED 40 (OCULTA)
	TUBERIA UTILIZADA PARA EL CALCULO DE LA BOMBA
	ASPERSOR TIPO SPRINKLER
	ESTACION DE MANGUERA (HIDRANTE) CON MANGUERA DE 30M
	TOMA SIAMESA (CONEXION CARROS-TANQUE)
	MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 110 C.F.
	MOTOR ELÉCTRICO DE 75 C.F.
	BOMBA
	CONECTOR FLEXIBLE
	MANOMETRO
	VALVULA DE AGUJA
	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO TIPO MANUAL 9KG
	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO DE CARRETILLA 50KG
	ALARMA SONORA

BOQUILLA ROCIADORA	
MARCA	CYCO
MODELO	3/8 SPJT–SS 150 30
CONEXION	9.53 mm (3/8")
ORIFICIO	4.8 mm (3/16")
PRESION DE TRABAJO	7 Kg/cm²
ANGULO DE APERTURA	150°
CAPACIDAD	36.00 L.P.M. (9.50 G.P.M.)

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

EQUIPO	GASTO L.P.M.	GASTO G.P.M.	CANTIDAD	GASTO TOTAL L.P.M.	GASTO TOTAL G.P.M.
BOQUILLA TIPO SPRINKLER	29.61	9.00	48	1,421.28	432.00
ESTACION DE MANGUERA	350	92.47	2	700	184.94
CAPACIDAD DE LA BOMBA			2,000 Lts/min (530 GPM)		
MOTOR DE COMBUSTION INTERNA			110 C.F.		
MOTOR ELECTRICO			75 C.F.		
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO AGUA			90.00 m³		
PRESION DE TRABAJO DEL SISTEMA			7.00 Kg/cm²		
TIEMPO DE DURACION DEL AGUA ALMACENADA			42.43 min		

LOCALIZACION DE EXTINTORES MANUALES

AREA	No. EXT.	TIPO	CLASE	DIAMETRO DE COBERTURA (mts.)
MUELLE DE LLENADO	3	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	5.37
ZONA DE ALMACENAMIENTO Y BOMBAS	6	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	5.37
TOMAS PARA RECEPCION Y COMPRESORES	2	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	5.37
TOMA PARA SUMINISTRO Y CARBURACION	3	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	5.37
E.C.I.	2	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	5.37
ESTACIONAMIENTO	2	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	5.37
OFICINAS, ALMACENES Y VIGILANCIA	7	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	6.58
TALLER	3	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	6.58
TABLERO ELECTRICO	1	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	6.58
EXTINTOR DE CARRETILLA	1	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	11.17
ALMACENAMIENTO DE DIESEL	1	FOSFATO MONOAMONICO	ABC	6.58

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

PROPIEDAD DE: **GAS EXPRESS NIETO , S.A. DE C.V.**

UBICACION: KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSÉ LÓPEZ PORTILLO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, ESTADO DE COAHUILA. CP 25350

REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA:

LIC. GERARDO SUÁREZ CARRILLO

UNIDAD DE VERIFICACIÓN: ING. JUAN FRANCISCO FAZ CÓRDOVA, UNIDAD DE VERIFICACIÓN EN MATERIA DE GAS L.P. REGISTRO No. UVGLP 033–C, CED. PROF. 587699 DGP SEP

PROYECTISTA: ING. RAFAEL BARCELOS IPIÑA, INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA, CED. PROF. 3578178 DGP SEP

PLANO CONTRA INCENDIO

ESPECIFICACIONES GENERALES

SUPERFICIE DEL TERRENO: 6,861.10 M²
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO GAS L.P.: 250,000 LTS. AGUA
PERMISO DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. EN TRAMITE

RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO I

MARCA: TATSA
CAPACIDAD LTS AGUA: 250,000
AÑO DE FABRICACION: EN FABRICACIÓN
Nº SERIE EN FABRICACIÓN

FECHA:	AGOSTO–2019	PLANO No.
ACOTACIONES:	METROS	
DIBUJO: RBI	REVISO: J.F.F.C.	5/5
ARCHIVO: ACAD M–5 GEN ARTEAGA 2019.DWG		

Figura 7_i. Delimitación del Sistema Ambiental dentro de la UGA 232 del POETPE (de 1.5 km).



La siguiente serie de fotos, muestra las colindancias y condiciones de vegetación en referencia al predio:

Figura 8. Fotos con vista general de colindancias lado Oeste. Libramiento José López Portillo por donde se tendrá el acceso, en la foto inferior se muestran detalles de la zona de acceso hacia donde se ubica una estación de carburación sin operar y de aquí se accesará al terreno y futura planta.







Figura 8_b. Foto con vista general de colindancias Norte, con barda de block, terreno rellenado, compactado y nivelado, esa son sus condiciones actuales.



Figura 8_c. Vegetación presente en el terreno, se observa un huizache, así como una barda delimitada por la parte Norte.



Figura 8_d. Fotos de las condiciones en la colindancia oeste, vegetación secundaria, pastos y maguey, instalaciones y de construcción de una estación de carburación sin uso, así como el acceso principal de la futura planta.





Figura 8_e. Serie de fotos de la colindancia sur, con malla ciclónica, bases de sustentación ya existentes y suelo rellenado, compactado y nivelado, se observa vegetación secundaria herbácea y colindancia al oriente del terreno.







II.2.7. DUCTOS.

Las obras y actividades proyectadas no incluyen construcción u operación de ductos ni implican manejo de sustancias a través de ductos que lleguen a la planta proyectada; el medio de transporte del gas a manejar será mediante semirremolques y su tracto camión; el sistema de tubería dentro de la planta de gas va exclusivamente desde el cobertizo de las tomas de recepción para abastecer el tanque y desde las líneas de tuberías dentro de la plataforma del tanque hacia la toma de suministro a autotanques; toma de carburación de auto abasto y anden de llenado de cilindros portátiles; consistirán de tuberías soldadas para conducir gas L.P. de acero al carbón cédula 40 sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2. Las bridas utilizadas en esta planta son de fundición nodular o maleable clase 300 para una presión de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm^2) a una temperatura de 338.15°K (65°C) y los empaques utilizados en las uniones bridadas son de materiales resistentes a la acción del gas L.P., construidos de material metálico, con temperatura de fusión mínima de 988.15°K o 715°C. la profundidad y longitud de las cuerdas roscadas cumplen con las especificaciones de la NOM-H-22.

II.3. POZOS.

Durante las actividades que se realizarán en la planta de gas no existirán obras o actividades que se relacionen con pozo exploratorio o de desarrollo, por lo que no resulta aplicable.

II.4. TRANSPORTE DISTINTO A DUCTOS.

El trasporte del gas hacia la planta de almacenamiento se realizará a mediante semirremolques y tracto camión, los que deberán contar con los permisos necesarios para el transporte de materiales peligrosos, dicha actividad es regulada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, quien emite los requisitos que deben reunir esas unidades de transporte para sus actividades; la ruta que seguirán será, es a través de la red carretera y de vialidades existentes, desde el sitio de abasto que puede ser, para el presente caso, cualquiera de las terminales de hidrocarburos operadas por PEMEX, ya sea desde Tula Hidalgo o de Abasolo, Guanajuato; adicionalmente, las unidades de transporte cubrirán los requisitos de seguridad para prevenir fugas del combustible, señalización de la sustancia transportada, etc.

Tablas 12 y 13. Resumen de las características del sistema de transporte distinto a ducto.

Tipo	Origen	Destino	Tipo de recipiente o contenedor	Capacidad (m^3 o barriles)	Sustancia peligrosa
Terrestre	Terminal de recibo	Arteaga, Coahuila	Tractocamión y semirremolques	40 m^3	Gas Licuado de petróleo

Guía de respuesta en caso de emergencia (Guía Naranja 1)		Código IMDG2		Condiciones de transporte	
No. de identificación de Riesgo	No. de guía	Clase o división	No. ONU	Presión kg/cm²	Temperatura °C
1075	115	2	1075	7	Ambiente

1. Guía de respuesta en caso de emergencia, Departamento de Transporte de Estados Unidos (U.S. DOT); Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México, Transporte de Canadá, Revisión 2016, o la que en su caso la sustituya o modifique.

2. Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas, Organización Marítima Internacional, Edición de 2016, o la que en su caso lo sustituya o modifique.

II.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO (ACTIVIDADES).

Ya se han descrito las actividades de manejo de gas en el apartado **II.2;** así como las obras y equipamiento que se realizarán. No existe proceso productivo solo el trasiego del gas, primero el abastecimiento hacia el tanque de almacenamiento, para poder suministrarlo tal como se ha reiterado.

II.5.1. Fecha de inicio de operaciones.

Se tiene programado iniciar operaciones una vez que se obtengan los permisos necesarios para la construcción estimando que, para finales del año 2021, podrá ya realizar las actividades de trasiego de gas para distribución en la región mediante esta planta de almacenamiento.

II.5.2. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

No se tienen contemplados por el momento el crecimiento de instalaciones, distintos a los que se señalan en el presente Estudio de Riesgo Ambiental.

II.5.3. Vida útil del proyecto.

Se calcula que la planta puede operar en las condiciones programadas por al menos unos 40 años.

II.5.4. USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.

En el Análisis del PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DE COAHUILA DE ZARAGOZA (POETE). Publicado en el periódico oficial del estado de Coahuila el martes 28 de noviembre de 2017. el terreno del proyecto se ubica en la UGA número 232 DES-URB; con política de aprovechamiento sustentable. Se refieren a las superficies de los Planes Directores de Desarrollo Urbano. Se rigen por su normatividad. Son de competencia del Municipio correspondiente; mientras que; según lo establecido en el PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE LA ZONA METROPOLITANA: "SALTILLO-RAMOS ARIZPE-ARTEAGA", COAHUILA. (PDUZM), el terreno se ubica en una zona con Política de crecimiento y aptitud urbana apta; dentro del Área Urbanizable y uso de suelo para Industria, incluye la pesada y la ligera, compatible para las obras y actividades a realizar ya que además cumple con las disposiciones de éste PDU.

Mientras que Según lo establecido en el PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO ARTEAGA, COAHUILA 2005 -2027. (actualización del aprobado en 1992), Publicado en el periódico oficial del estado de Coahuila el viernes 3 de junio de 2005, el uso de suelo del terreno para el proyecto en su zonificación primaria y secundaria es para **Corredor Urbano Comercio y Servicios (CU-3)** y ***Comercio y Servicios*: Corredor Urbano Habitacional; respectivamente,** siendo compatible para las actividades proyectadas debiendo cumplir con las condiciones que establezca la autoridad municipal. Lo anterior esta también fundamentado en lo señalado en el dictamen de uso de suelo condicionado expedido a la empresa promovente mediante el oficio número 06A/002/06 U; otorgado por la Dirección de Obras Públicas Municipales de Arteaga, Coahuila.

A continuación, se describen las condiciones del entorno en un radio posterior a los 30.00 metros a partir de la tangente del tanque, según lo establecido en la NOM-003-SEGOB-2011, que requiere una zona libre de instalaciones de 30 metros; asimismo, se dan detalles también de las actividades que se realizan en un radio de hasta 1,000 metros a partir centro del terreno, teniéndose lo siguiente:

El terreno para la planta de almacenamiento tiene los siguientes colindantes:

- Al Norte en 163.65 m colinda con terreno baldío sin actividades propiedad del Sr. Ranulfo González.
- Al Poniente en 43.47 m con terreno propiedad de la misma empresa utilizado como estación para carburación y también da acceso al Libramiento José López Portillo.
- Al Oriente en 45.00 m con camino vecinal.
- Al Sur en 152.0 m con terreno baldío sin construcciones utilizado para estacionamiento y resguardo de tráiler.

El predio ya rellenado, compactado y nivelado, con barda que lo delimita al Norte y malla ciclónica al Sur, Este y Oeste está ubicado al Noroeste en el municipio de Arteaga, y dentro de un radio de 1000 metros no existen asentamientos humanos, si existen actividades comerciales, industriales y de servicios, la concentración de viviendas más cercana se encuentra a unos 2000 metros con dirección al Suroeste (Jardines de Los Bosques), en Saltillo Coahuila, se trata de una zona con buen flujo de personas habitantes de la cabecera municipal, entre otros habitantes de poblaciones cercanas, fraccionamientos que acuden de paso para realizar actividades de tipo comercial o llegar a sus hogares (trabajadores, habitantes cercanos en dirección al predio, prestadores de servicios, proveedores, comerciantes y usuarios en general, que acuden a realizar sus actividades cotidianas); hacia las colindancias del predio la concentración de personas es baja conformada básicamente por trabajadores de instalaciones de servicios, comerciales e industriales.

En conclusión, en ninguna de las colindancias mencionadas anteriormente se desarrollan actividades que pongan en riesgo la actividad normal de la planta de acuerdo a la NOM-001-SESH-

2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, por lo que su ubicación se considera técnicamente correcta, ya que NO existen elementos externos que pongan en riesgo esta planta, o que contravengan la norma aquí aplicable de acuerdo a lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014.

Las instalaciones comerciales, industriales y de servicios dentro de un radio de 1.0 kilómetro se enumeran a continuación:

Tabla 14. Actividades e instalaciones dentro de un área de 1000 metros en relación al predio.

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (METROS)	ORIENTACIÓN
TRANSPORTES BRECA	409	NORTE
VENTA DE ALIMENTOS	440	NORTE
RECICLADOS PLÁSTICOS ALVARADO S.A. DE C.V.	510	NOROESTE
TRANSPORTES COLORADO	70	SUR
TCI	401	SUR
INDUSTRIAL HEFESTO	475	SUR
WOHLER-T DE MÉXICO S.A. DE C.V.	470	SUR
EWATER	406	SURESTE
SONI GAS	430	SURESTE
MAQUILAS QUÍMICAS INDUSTRIALES S.A DE C.V.	410	SUR
I-LOG DE MÉXICO S.A. DE C.V.	116	NORTE
R&J MANUFACTURING DE MÉXICO S.A DE C.V.	469	OESTE
4 ON THE GO	90	SUR
METAUX DE MÉXICO	515	SUROESTE
ABC AUTOLINEAS SA DE CV	641	SURESTE
TTLOGISTIC	658	SUROESTE
COMIDA CASERA LA PASADITA	555	NOROESTE
LARMEX	605	NOROESTE
CONSOLIDAMEX ARTEAGA	740	NOROESTE
TOX PRESSOTECHNIK DE MEXICO S. DE RL.	630	NORESTE
VOSS AUTOMOTIVE	795	NORESTE
SANGSIN BRAKE MÉXICO	855	NORTE
MANDO CORP MÉXICO	997	NORESTE

Cabe señalar que de acuerdo a la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, la zona se clasifica **como área urbana**, por contar con servicios como red de agua potable, electricidad, y vialidades asfaltadas, así mismo se tienen caminos de tierra (radio de 1000 metros).

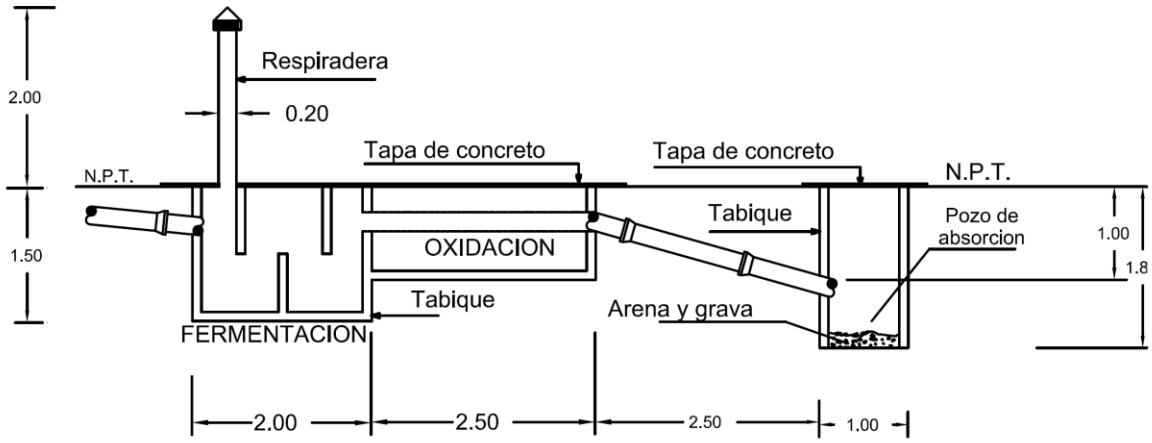
II.5.4.1. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.

El sitio de ubicación del terreno es apto para las obras y actividades, por las características generales del entorno como son localización; en una planicie donde predominan las actividades agrícolas; topografía, uso actual y potencial del suelo, grado de acceso, superficie y frente mínimo, litología, edafología e infraestructura vial.

La zona cuenta con posibilidad de distribución de energía eléctrica para la planta. Por parte de la empresa promovente se desarrollarán las instalaciones eléctricas internas, acometida, tableros, etc.

Respecto de los servicios de comunicación, para el transporte vía terrestre se utilizará la vialidad frontal que es el Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila; siendo adecuada para el abasto del gas a la planta de almacenamiento, a través de los tractocamiones y semirremolques propios de la empresa, al igual que para las actividades de distribución a nivel regional. Los servicios de telefonía satelital ya existen y son funcionales en la zona y región.

A su vez, los servicios e insumos que requiera la operación y funcionamiento de la planta de almacenamiento se proveerán de la cabecera municipal o de la capital del estado; el servicio de agua cruda y potable (servicios y consumo de empleados), será por cuenta del promovente a través de una cisterna, tinacos y garrafones; las descargas de aguas residuales serán a través de la red de drenaje hacia la fosa séptica proyectada, cuyo diseño se detalla en el plano civil de la empresa, cumpliendo las siguientes especificaciones:



CORTE FOSA SEPTICA D-D' ESCALA 1:100

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

Las principales actividades que se desarrollan en torno al terreno para el proyecto dentro de un radio de 1,000 metros, se muestran en la tabla 14 de este ERA.

Las siguientes figuras muestra el tipo de vegetación y uso de suelo oficial para el área del proyecto de acuerdo a INEGI, que indica áreas desprovistas de vegetación en el terreno modificado y pastizal hacia el entorno, y uso de suelo establecido en el PDU; así como las actividades que se desarrollan tomando como base el área de influencia de 1000 metros:

Figura 9. Vegetación y uso del suelo en hacia la zona de ubicación del terreno en la zona poniente respecto a la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila.



Figura 10. Foto mapa de Google Earth con plano georreferenciado en AutoCad; identificando las actividades en un radio de 1000 metros respecto al terreno para el proyecto.

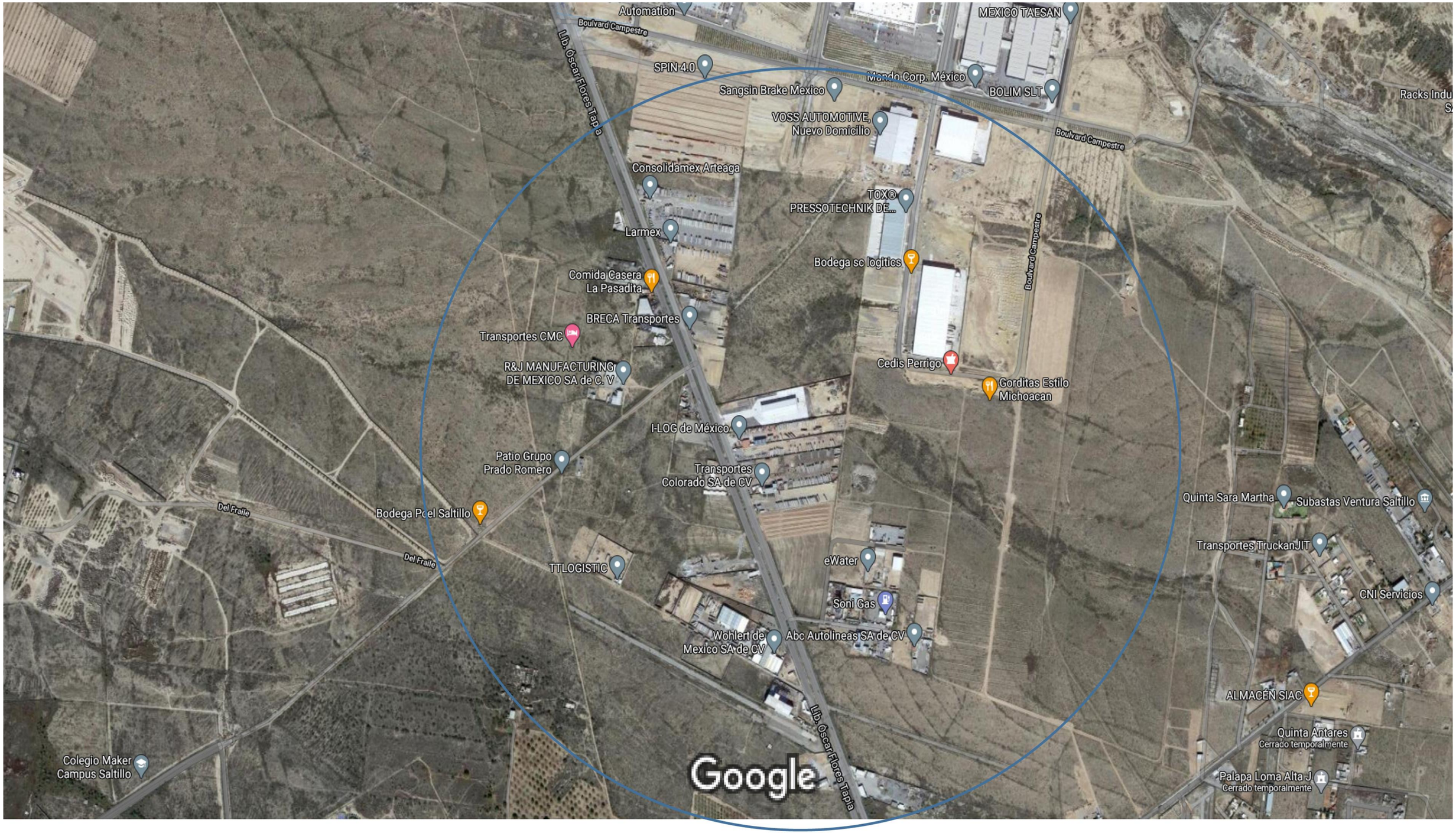
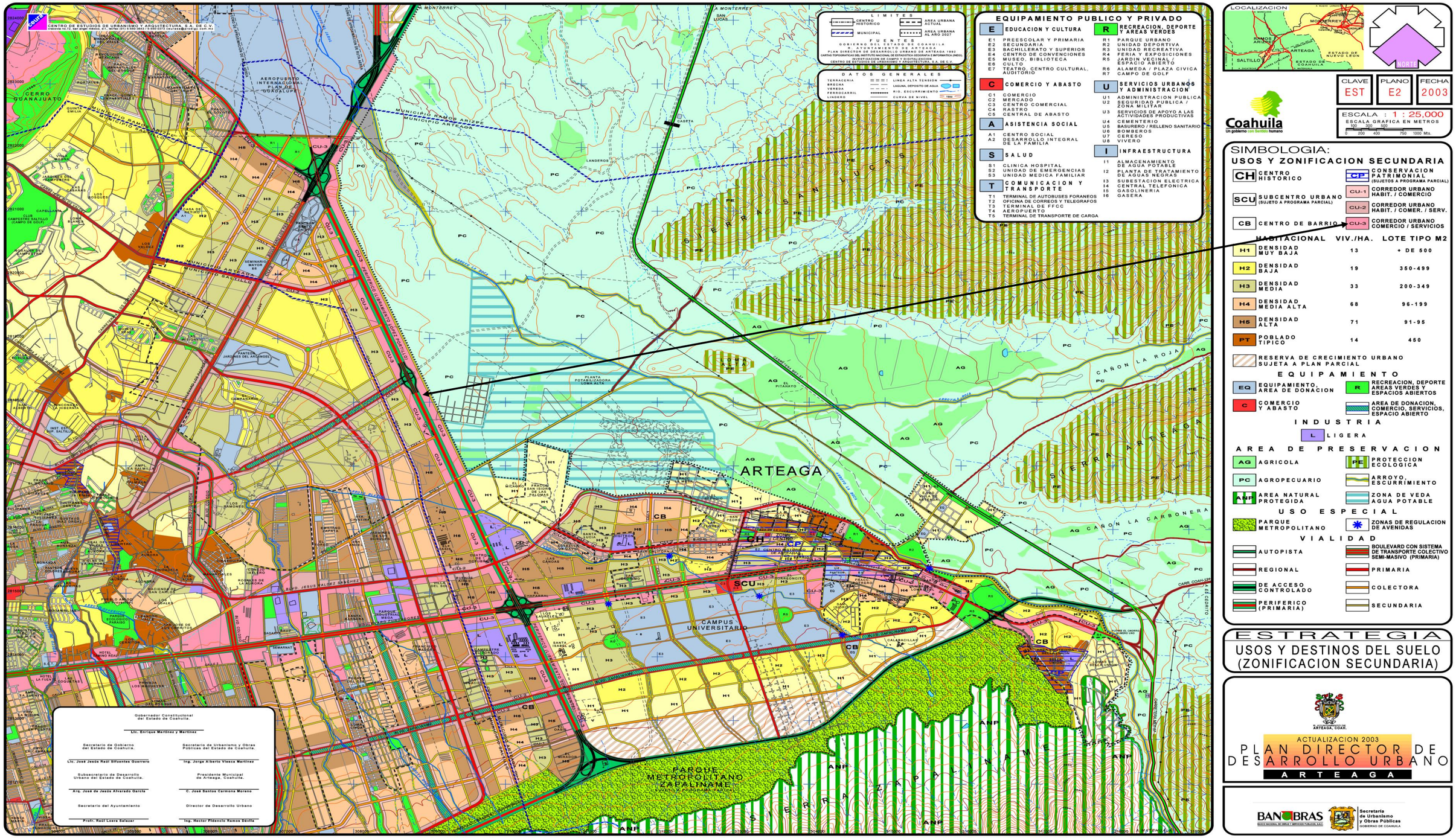


Figura 11. Ubicación del terreno y uso de suelo de acuerdo al Plan Director de Desarrollo Urbano de Arteaga, Coahuila.



III.1 CARACTERIZACIÓN SOCIO AMBIENTAL EN LA ZONA DEL PROYECTO (INFORMACIÓN DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO).

III.1.1. UBICACIÓN DEL PREDIO.

Tal como se ha señalado, el terreno se ubica hacia el punto lateral del Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila; dentro de la zona de actividades mixtas que incluyen las comerciales, de servicios, microindustrias y crecimiento poblacional.

III.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO.

El municipio se localiza al sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas 101° 50´24" Longitud Oeste y 25° 25´58" Latitud Norte, a una altura de 1,660 metros sobre el nivel del mar y con una superficie de 1,818.60 kilómetros cuadrados.

Se localiza a una distancia aproximada de 18 km. de la capital del Estado. Limita al norte con el municipio de Ramos Arizpe; al sur con el estado de Nuevo León y al oeste con el municipio de Saltillo. Por su cercanía con Ramos Arizpe y Saltillo, el municipio forma parte de una zona conurbada de gran importancia en el estado.

Extensión y principales localidades.

Cuenta con una superficie de 1,818.60 kilómetros cuadrados, que representa un 1.19% del total de la superficie del Estado. En Arteaga se encuentran un total de 366 localidades, entre las cuales están 26 comunidades ejidales, 8 congregaciones, 13 colonias populares y un gran número de fraccionamientos campestres y pequeñas propiedades, entre los más importantes están Villa de Arteaga, San Antonio de las Alazanas, El Tunal, Huachichil, Bella Unión, los Lirios, Mesa de las Tablas, Jamé y Escobedo.

III.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y AMBIENTALES PARA EL MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA.

INFORMACIÓN DEL MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA.

Población 2010: 22,544 Habitantes

Superficie: 1638.661 Km^2

Densidad de población: 13.76 Habitantes/Km^2

Tipo de urbanización: Metropolitano

Colindancias: Colinda al Norte con el municipio de Ramos Arizpe y el estado de Nuevo León; al Este con el estado de Nuevo León; al Sur con el estado de Nuevo León; al Oeste con el municipio de Saltillo.

Municipio de Arteaga, Coahuila.	**2010**		
Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total
Población total	11,540	11,004	22,544
Viviendas particulares habitadas	5,832		
Población hablante de lengua indígena de 5 años y más	22		
Índices sintéticos e indicadores			
Grado de marginación municipal (Ver indicadores)	**Bajo**		
Lugar que ocupa en el contexto estatal	6		
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,810		
Grado de rezago social municipal (Ver indicadores)	**Muy Bajo**		
Indicadores de carencia en vivienda (Ver indicadores)			
Porcentaje de población en pobreza extrema	5.29		
Población en pobreza extrema	1,163		
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2,003		
Cobertura			
ZAP rural	No		
PDZP	No		

III.2.2 ASPECTOS ABIÓTICOS.

a) Tipo de clima.

Su clima es templado subhúmedo con lluvias escazas todo el año (55%9, semiseco templado (21%), semifrío subhúmedo con lluvias escazas todo el año (10%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (8%), seco templado (3%) semiseco semicálido (2%) y seco semicálido (1%).

Tabla 15. Climatológica de Arteaga, Coahuila.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. Max. abs. (° C)	33	39	38	38	40	41	39	38	39	39	36	34	**41**
Temp. Max. media. (°C)	18.4	20.0	23.1	26.5	28.7	29.5	29.8	28.4	25.8	23.8	21.8	18.7	**24.5**
Temp. min. media (°C)	4.8	5.6	7.5	10.4	12.5	13.3	13.6	13.0	11.0	9.0	7.0	5.1	**9.4**
Temp. Mínima abs (°C)	-4	-4	-3	0	0	2	2	1	1	-1	-2	-10	**-10**
Precipitación total (mm)	10	15	7	25	34	56	88	85	103	31	17	20	**491**

Precipitación.

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Arteaga varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 4,5 meses, de 19 de mayo a 4 de octubre, con una probabilidad de más del 20 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 35 % el 8 de septiembre. La temporada más seca dura 7,5 meses, del 4 de octubre al 19 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 4 % el 19 de febrero.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 35 % el 8 de septiembre.

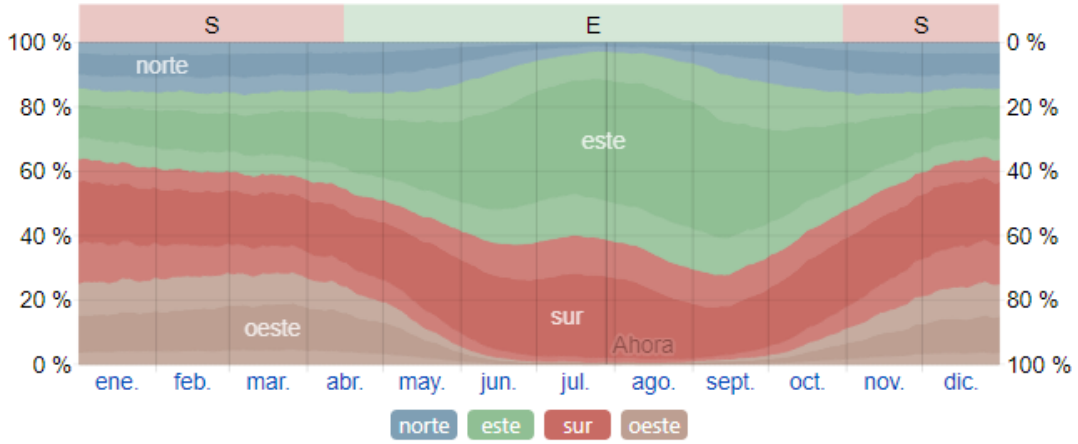
Viento.

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Arteaga tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 6,7 meses, del 19 de febrero al 10 de septiembre, con velocidades promedio del viento de más de 12,9 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 2 de julio, con una velocidad promedio del viento de 14,5 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 5,3 meses, del 10 de septiembre al 19 de febrero. El día más calmado del año es el 1 de diciembre, con una velocidad promedio del viento de 11,4 kilómetros por hora. La dirección predominante promedio por hora del viento en Arteaga varía durante el año.

El viento con más frecuencia viene del Este durante 6,5 meses, del 15 de abril al 30 de octubre, con un porcentaje máximo del 64% en 1 de septiembre. El viento con más frecuencia viene del Sur durante 5,5 meses, del 30 de octubre al 15 de abril, con un porcentaje máximo del 38 % en 1 de enero.



El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

b) Geología.

Su geología es de los periodos Cretácico (57%), Cuaternario (33%), Jurásico (9%) y Neógeno (1%); con roca sedimentaria: Caliza (46%), caliza-lutita (9%), lutita- arenisca (8%), conglomerado (7%), basalto (6%), conglomerado (2%), lutita (3%) y brecha sedimentaria (1%). Su suelo es aluvial en un 26%.

c) Fisiografía.

En cuanto a su fisiología, se clasifica en la Provincia de la Sierra Madre Oriental (100 % Subprovincia de Gran Sierra Plegada (95%) y Pliegue de Saltillo Parras (5%) y cuenta con un sistema de topoformas de Sierra Plegada-Flexionada (62%); Bajada con Sierras (26%); Llanura Baja de Piso Rocoso o Cementado con Lomerío (5%), Bajada con Sierras (4%) y bajada Típica (3%).

c) Suelos.

En el municipio de Arteaga se presentan los siguientes tipos: Leptosol (53%), Kastañozem (17%), Phaeozem (16%), Regosol (4,8%), Calcisol (4.0%), Luvisol (3.3%), Fluvisol (0.3%) y No aplicable (0.2%).

El tipo de suelos en el SA es el tipo Calcisol, que sin embargo para el predio se encuentra modificado ya que es un terreno rellenado, compactado y nivelado la siguiente figura muestra el tipo de suelo. (**Fuente:** mapa de suelos de la república Mexicana Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad).

Características de los suelos Calcisoles. Su principal característica es que son pobres en materia orgánica. La infiltración del agua durante los periodos húmedos es muy escasa, y la fuerte evaporación durante los secos, propicia la acumulación de sales o carbonatos en la superficie.

Los Calcisoles (del latín calx, cal) se distinguen por presentar una capa dura de "caliche" a menos de un metro de profundidad, una gran cantidad de calcio y, a menudo, una capa ócrica, características que los convierten en suelos secos e infértiles. Los Calcisoles se desarrollan bajo climas áridos.



III.2.2.1 Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, movimientos de tierras o roca, actividad volcánica, sistemas de fallas, fracturas y zonas de inundaciones, incendios forestales. Con lo anterior, y de ser el caso, establecer zonas críticas respecto al proyecto pretendido.

La sismicidad es consecuencia de la movilidad y de las altas temperaturas de los materiales en las capas intermedias de la Tierra, así como de la interacción de las placas tectónicas; se manifiestan en áreas o sectores bien definidos.

Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha definido la Regionalización Sísmica de México. Ésta cuenta con cuatro zonas. La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.

La zona donde se ubica el terreno para el proyecto pretendido es la zona A. Es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años.

Figura 12. Regionalización sísmica de México. (CENAPRED, 2001)



d) Riesgos y vulnerabilidad.

Arteaga se encuentra en una zona de alta propensión de tormentas provenientes del golfo, que descargan su contenido de gua en la Sierra Madre Oriental, la cual genera descarga de tipo torrencial que bajan y se unen con los arroyos intermitentes que existen en las inmediaciones de la ciudad.

Por su cobertura vegetal el municipio está catalogado como una zona de alto riesgo de ocurrencia de incendios, sin embargo, la ciudad de Arteaga presenta un riesgo bajo o nulo a los incendios.

e) Hidrología superficial.

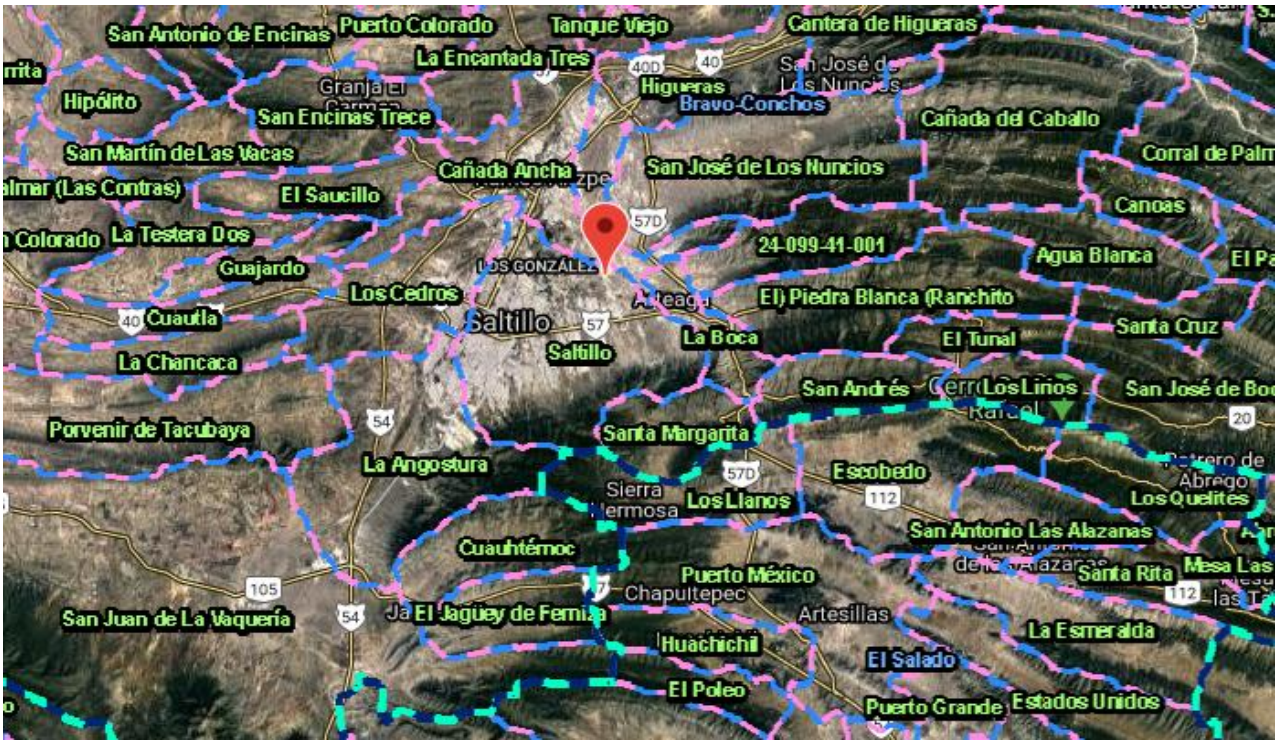
Se sitúa en la región hidrológica Bravo-Conchos (62% y el Salado (38%). Se ubica en la cuenca del río Bravo-San Juan (62%) y Sierra Madre Oriental (38%), en la subcuenca San Rafael (38%), R. San Miguel (34%), R. Pilón (21.9%), R. Monterrey (5%), R. Pesquería (1%) y R. Ramos (0.1%), Región hidrológica Bravo-Conchos (No. 24). En su mayoría está constituida por tierras planas, con altitud media de 1000 m a 1800 m. Es una región árida cuya sequedad se agudiza al norte. La mayoría de las corrientes del Norte desaguan en el río Bravo, y hay además algunas cuencas endorreicas, como de las lagunas Tortuguillas y Chancaplio, dentro del área de la cuenca del río Conchos.

Cuenca del río Bravo-San Juan (24B). Con un área dentro del estado de 12,155.69 km^2, el río San Juan, corriente principal de esta cuenca, es el segundo en importancia por la margen derecha del río Bravo. Este río es uno de los más importantes de la región Noreste del país. Dada su ubicación, la cuenca del río San Juan queda expuesta a frecuentes perturbaciones ciclónicas del golfo, que

periódicamente causan crecientes de importancia. Los escurrimientos superficiales de la cuenca, calculados de acuerdo a la precipitación, permeabilidad de los terrenos y topografía, es el orden de 20 a 50 mm anuales. Tiene como subcuencas intermedias las de los ríos Pesquería (24BC), sabinas (24BD), San Miguel (24BE) y Monterrey (24BF).

Las siguientes figuras muestran la ubicación de la subcuenca; la topografía de la subcuenca y dirección del flujo, así como la delimitación de la subcuenca:

Figura 13. Delimitación de la microcuenca Saltillo, identificando la topografía en el sistema ambiental y dirección de corrientes.



f) Hidrología subterránea.

El municipio pertenece a la cuenca Rio Bravo-San Juan, la cuenca se localiza en forma parcial en el sureste del estado y en el Oeste de la región RH-24, colinda al sur con la RH-37 y en el Oeste con la RH-36. La porción del estado de Coahuila que comprende la cuenca es el área más alta de ésta, y en su desarrollo hacia el golfo de México comprende los estados de Nuevo León y Tamaulipas, con pendientes menores. Es importante señalar que en la cuenca se ubica la ciudad de Saltillo, capital del estado.

El rio San Juan es un escurrimiento perenne muy importante en el Noreste del país, por las zonas urbanas localizadas en su cuenca; desemboca el Rio Bravo, a 58 Km agua debajo de la presa

Falcon, dada su ubicación la cuenca del Rio San Juan está expuesta a frecuentes perturbaciones ciclónicas del golfo de México. El régimen del río es irregular y está formado por los siguientes afluentes; Salinas, Pesquería, Santa Catarina, Ramos, Pilón y Mohíno, de estos los primeros nacen en el Estado de Coahuila.

Existen varias obras hidráulicas en la cuenca que son aprovechadas en las pequeñas unidades de riego de 200 a 600 ha, en promedio. El aprovechamiento se logra por medio de vasos de almacenamiento y presas derivadoras; las más significativas son las presas de almacenamiento El Entronque, El Tulillo y La Lagunilla, con 5.0. 10.0 y 5.8 millones de m^3, respectivamente.

Usos de las aguas subterráneas en el municipio.

El principal uso del agua en el área de estudio es agrícola y le sigue el doméstico e industrial del líquido, que se efectúan en la ciudad de Saltillo.

III.2.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS.

a) VEGETACIÓN TERRESTRE.

En los últimos 50 años las actividades humanas han modificado los ecosistemas con mayor rapidez y amplitud que en cualquier otro período equivalente en la historia, esto se debe en gran medida a la necesidad del ser humano de satisfacer la demanda de alimentos, agua dulce, madera, fibras y combustibles. El municipio de Arteaga no ha estado exento de estas modificaciones, las cuales se ven reflejadas a lo largo y ancho de su territorio, debido a las diversas actividades que se realiza.

En particular el predio del proyecto, este se asienta sobre una zona comercial en donde muestra una evidente transformación en el uso de suelo, por lo que no existirá afectación que incida sobre el ecosistema de la zona de influencia, por motivo de la instalación y operación de la planta de almacenamiento y distribución. En el predio para el proyecto se identifican especies de herbáceas pertenecientes a las especies que se muestran en la 29.

Tabla 16. Especies de plantas registradas en el SA.

Nombre científico	Nombre común
Araucaria sp.	Araucaria
Washingtonia sp	Palmas
Parkinsonia	Palo verde
Salix babylonica	Sauce Llorón
Prosopis jungiflora	Mezquite
Ricinus communis	Higuerilla
Acacia farnesiana	huizache
Aristida sp	Pasto

Aloe vera	Sábila
Opuntia sp	Nopal
Agave sp.	Maguey
Nicotiana glauca.	Tabaquillo

Los ejemplares identificados dentro de estas superficies, no son especies que estén incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con alguna categoría de protección.

Figura 14. Algunas de las especies que hacen parte de la vegetación dentro del predio.



Maguey (*agave americana*)



Huizache (*Vachellia farnesiana*)

B. FAUNA.

La fauna dentro del área en estudio es nula, se encuentra en una zona donde los establecimientos comerciales, industriales y de servicios son característicos de la zona, lo que ha ahuyentado la presencia de fauna, siendo las aves las que, por su desplazamiento, se adaptan más a las condiciones imperantes.

Durante la visita al predio no se avistó alguna especie endémica, amenazada o en peligro de extinción, contenida en el texto de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 17. Principales especies de fauna presentes en el SA.

Nombre científico	Nombre común
Sceloporus sp	Lagartija
Columbina inca	Tortolita
Quiscalus mexicanus	Zanate
Passer domesticus	Gorrión común

III.2.2.3 PAISAJE.

El paisaje debe ser tratado como un sujeto natural o cultural que puede verse afectado por una acción humana determinada y puede analizarse desde la perspectiva de valor como un conjunto de interrelaciones del resto de los elementos (agua, aire, plantas, rocas, etc.) y su estudio precisa de la previa investigación de éstos, o englobando una fracción importante de los valores plásticos y emocionales del medio natural.

En particular, el análisis del paisaje considera:

Condiciones de Visibilidad, es decir el proyecto desde diferentes puntos visible para la comunidad humana y establecimiento de las posibles interrelaciones con otros factores como el viento, la humedad, vialidades, movilidad peatonal y vehicular, acercamientos de fauna.

Fragilidad del Paisaje, el cual integra características del territorio con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas, y considerando el elemento constructivo, su proximidad y la exposición visual.

Calidad del Paisaje, o la belleza del paisaje, cuya valoración se realiza de forma directa a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, con la desventaja en que la apreciación es subjetiva, ya que depende del observador y las características de la zona observada.

Es importante considerar que la calidad formal de los objetos que conforman el paisaje y las relaciones con su entorno, se describen en términos de diseño, tamaño, forma, color y espacio, y existen grandes diferencias al medir el valor relativo de cada uno y su peso en la composición total.

El valor del paisaje dentro del área de influencia del proyecto está relacionado con rasgos modificados por el hombre entorno a un uso y dinámica urbana del suelo, considerando la evidencia física de elementos (servicios, industrias, carreteras, caminos, calles), y baja presencia de elementos biológicos originales.

Figura 15. Visualización de las calidades estético-paisajista.



Otros aspectos claves son:

- Pendiente (baja fragilidad visual): el terreno presenta una alta capacidad de absorción visual y baja fragilidad visual en el mismo.

- Densidad de vegetación de moderada fragilidad visual. El predio carece actualmente de vegetación y es escasa la presencia faunística. En el SA se evidencian actividades comerciales sin cualidades especiales naturales y sin cambios importantes por el establecimiento de la planta de gas L.P.

- Altura de la vegetación: Baja fragilidad visual en el sitio.

- La visibilidad desde la carretera de acceso es apreciable desde diversos puntos de ubicación, con el establecimiento de las posibles interrelaciones con otros factores como el viento, la humedad, vialidades, movilidad peatonal y vehicular, acercamientos de la fauna.

- La calidad está dada por el aspecto que bordean el Libramiento, comercios y servicios.

De acuerdo a la metodología Fines, el valor del paisaje es regular con un valor de 6.04. La ecuación aplicada es:

Vr = KVa

K = 1.125 * [P/d * Ac * S] 0.25

Las cualidades paisajísticas dentro del predio permanecen junto con las interrelaciones del sistema ambiental donde es baja la producción de biomasa o captura de carbono, por la escasa vegetación del terreno, lo que a su vez conforma un hábitat poco atractivo para el establecimiento de fauna. Similares condiciones se observan sobre las colindancias y dentro del SA ya existe mayor variabilidad de elementos bióticos; la construcción de la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., representa un elemento que modifica las condiciones paisajísticas de manera puntual pero ya en el SA permanece con la predominancia de construcciones de bodegas, industrias e incluso con una planta de gas ubicada en las cercanías. En síntesis, las obras y actividades del proyecto no afectan las vistas paisajistas en el SA.

III.2.2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO.

Se abordan las condiciones del medio social y económico para la zona donde se ubica el predio para el proyecto incluyendo desde luego el escenario ambiental que nos permitirá dilucidar si las obras y actividades pueden generar impactos o desequilibrios ecológicos, extendiendo la descripción socioeconómica a nivel de la zona urbana de Arteaga, Coahuila, ya que este tipo de proyectos tienen una influencia social y económica muy extensa.

MEDIO SOCIOECONÓMICO. DEMOGRAFÍA.

Arteaga de Coahuila, cuenta con 22,544 habitantes, de los cuales 11,004 son mujeres y 11,540 son hombres, lo que representa una relación hombres mujeres de 104.91

El municipio registro una taza de crecimiento poblacional promedio anual en el periodo 2000-2010 de -0.26, lo cual explica por el decrecimiento registrado principalmente de los años 2002 a 2006.

En 2010 existían 5,901 viviendas particulares habitadas, con una tasa de crecimiento medio anual 2000-2010 de .28, y cuentan con un promedio de 3.8 ocupantes. Del total de viviendas particulares habitadas el 95% cuenta con piso diferente de tierra, 85% de las mismas dispone de agua de la red pública, el 91% dispone de drenaje y el 93% cuenta con excusado o sanitario.

Del total de las viviendas habitadas el 96% dispone de energía eléctrica, y en cuanto a la disposición de aparatos electrónicos, el 83% de las viviendas cuenta con refrigerador, mientras que el 89% cuenta con televisión. El 73% dispone de lavadora y tan solo el 11% dispone de computadora.

Por otra parte, existen 5,832 hogares. El 13% de los hogares cuentan con jefatura femenina, cifra interior a la estatal del 21%.

Durante 2010, ocurrieron 327 nacimientos, lo que representa el .54% del total en el Estado, y 104 defunciones generales equivalentes al .68% de las defunciones generales en Coahuila de Zaragoza. Por otra parte, en 2010 se efectuaron 259 matrimonios (1.68% del total en el estado) y en el año 2010, se registraron 0 divorcios.

Municipio de Arteaga	2010		
Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total
Población total	11,540	11,004	22,544
Viviendas particulares habitadas		5,832	
Población hablante de lengua indígena de 5 años y más			22
Grado de marginación municipal		Bajo	
Lugar que ocupa en el contexto estatal		6	
Lugar que ocupa en el contexto nacional		1,810	
Grado de rezago social municipal		Muy bajo	

Indicadores de carencia por tamaño de localidad (Absolutos)

Tamaño de localidad (Habitantes)	Número de localidades	Viviendas particulares habitadas	Carencia de calidad y espacios de la vivienda No. de viviendas	Carencia de acceso a los servicios básicos en la vivienda No. de viviendas			
			Con piso de tierra	Sin luz eléctrica	Sin agua entubada	Sin drenaje	Sin sanitario
Menos de 100	88	583	35	42	194	47	59
100 a 499	21	1,375	41	14	151	117	137
500 a 1,499	3	460	43	3	128	18	17
1,500 a 2,499	2	993	28	8	38	45	73
2,500 a 4,999							
5,000 a 9,999	1	2,102	33	11	89	52	40
10,000 y más							
Confidenciales (una y dos viviendas)	271	319	21	66	143	46	54

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales Resultados por Localidad.

Indicadores de Marginación.

Arteaga	2005	2010
Población total	6,394	8,446
% Población de 15 años o más analfabeta	3.55	2.89
% Población de 15 años o más sin primaria completa	16.97	14.90
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	1.66	2.47
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	2.36	0.52
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	5.54	4.25

% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	27.22	0.93
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	3.35	1.58
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	6.45	5.76
Índice de marginación	-1.53513	-1.37485
Grado de marginación	Muy bajo	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional		101,950

Fuente: Estimaciones del CONAPO, Índices de marginación 2005; y CONAPO (2011)

Indicadores de carencia en viviendas.

Arteaga	2005 [1]		2010 [2]	
Indicadores	Valor	%	Valor	%
Viviendas particulares habitadas	1,568		2,102	
Carencia de calidad y espacios de la vivienda				
Viviendas con piso de tierra	52	3.35	33	1.58
Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas particulares habitadas				
Viviendas sin drenaje	32	2.06	40	1.91
Viviendas sin luz eléctrica	40	2.55	11	0.52
Viviendas sin agua entubada	86	5.54	89	4.25
Viviendas sin sanitario	74	4.72	52	2.47

Nota: Para el cálculo se excluyen las viviendas no especificadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. II Conteo de Población y Vivienda 2005.
Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Principales Resultados por Localidad.

Salud.

Salud	2010	2015	Variación
Total de población	22,544	23,271	6.49%
IMSS	7,569	8,791	16.15%
ISSSTE	895	608	-32.07%
Pemex Defensa o Marina	19	17	-10.53
Seguro Popular o una Nueva Generación	6,863	9,763	42.26%
Institución privada	329	3,152	858.05%
Otra institución	474	378	-20.25%
SIN SERVICIO	6,395	562	-91.21%

Es indiscutible que el gran porcentaje de personas que no contaban con servicio médico ha sido incorporado en estos últimos años al seguro popular, pues el aumento en esta clase de afiliación asciende en un 42.26%. Por su parte las afiliaciones al IMSS también han crecido mientras que las incorporaciones a servicios médicos del ISSSTE y Defensa o Marina han disminuido.

La asistencia médica por parte de los ciudadanos a instituciones privadas va en aumento, lo que claramente denota que el poder adquisitivo y las oportunidades laborales de nuestra población van en aumento.

En estos últimos 5 años el municipio ha invertido en materia de salud un promedio per cápita de:

Año /habs	2014/22544	2015/22544	2016/23271	2017/23271	2018/23271
Salud	2,642,822.22	6,641,883.36	7,537,579.92	10,778,706.55	19,430,550.05
Per cápita	117	286	324	463	835

Los servicios de salud son uno de los sectores fundamentales de la sociedad y la economía, el trabajo arduo de instituir centros de salud regionales en nuestro municipio ha permitido bajar los indicadores de 6580 personas con carencia de servicios de salud en el 2010 a 3338 personas en el 2015 según dato emitido por la CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de Política de Desarrollo Social).

Educación.

El porcentaje de personas de 15 años y más que cuentan con escolaridad paso entre el 2010 y 2015 de un 93.03% a un 99.90%.

El número de asistentes a instituciones educativas de habitantes de 5 años y más paso de 5,740 a 6,236 entre el 2010 y 2015.

	2010		2015	
	Porcentaje	Personas	Porcentaje	Personas
Porcentaje de personas de 15 años y más analfabetas	93.03%	20,972	99.90%	21,064
Población de 5 años y más que asiste a la escuela	25.46%	5,740	26.79%	6,236
Grado de escolaridad de mayor incidencia			34.40%	3

Según datos estadísticos del INEGI en la encuesta intercensal 2015 el grado de mayor escolaridad es tercero de primaria, distribuida de la siguiente manera:

Grado de estudio	Número de personas
Ninguno	1,510
Primer grado	2,366
Segundo grado	3,264
Tercer grado	8,006
Cuarto grado	1,391
Quinto grado	1,194
Sexto grado	4,143
Secundaria	9
No especificado	72
Blanco por base	1,316
	23,271

Las personas que teniendo 15 años o mas no han alcanzado su nivel básico de secundaria en el 2010 eran 6028 personas, para el 2015 el indicador bajo a 4591 personas, esto debido a los grandes esfuerzos que se han realizado en la materia.

Servicios.

Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales

El municipio brinda el servicio de Agua a través de SIMAS Arteaga, la captación del agua se hace en el cañón de los chorros donde se extrae a base de bombeo y del manantial "el ojo negro", una vez tratada con cloro el agua es de calidad apta para consumo humano, sin embargo es necesaria la instalación de plantas potabilizadoras con tecnología moderna y mejorar los sistemas de distribución del vital líquido, el sistema de cobro es prácticamente por cuota, ya que se cuenta con sólo 1,200 medidores instalados.

Cuenta con un sistema de drenaje y alcantarillado funcional en un 80%, siendo necesaria la instalación de plantas para el tratamiento de aguas residuales, ante la demanda de agua tratada para la industria.

Alumbrado público.

Actualmente Arteaga cuenta con 2,500 luminarias, un 12 % se encuentran en necesidad de reposición en la zona serrana, el 95 % funcionan con el mecanismo de vapor de sodio, siendo necesaria su reconversión a led u otro tipo de sistema de ahorro de energía.

Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.

La administración cuenta con 5 camiones recolectores con los que realiza eficientemente el servicio de limpia sin embargo derivado de la integración del municipio al área metropolitana de la cd. de Saltillo es de esperarse que la demanda por este servicio se incremente gradualmente, por lo que deberán de tomarse las medidas y prevenciones necesarias para afrontar este problema.

Debido a la clausura por parte de SEMARNAT del relleno sanitario municipal para la disposición de los residuos sólidos no peligrosos, el municipio hace uso del relleno sanitario de Saltillo, donde deposita un promedio de 20 toneladas diarias.

Panteones.

La capacidad de los panteones que hay en el municipio se encuentra casi agotada haciéndose necesario más infraestructura de fraccionamientos funerarios

Rastro.

Este servicio se encuentra concesionado a particulares.

Calles, parques y jardines y su equipamiento.

La cabecera municipal tiene pavimentadas el 75% de sus calles requiriendo rehabilitación de bacheo menor, las comunidades de Potrero de Abrego, Nuncio, Ciénega de la Purísima, Poleo, Sierra Hermosa y Piedra Blanca no cuentan con vialidades pavimentadas.

El municipio cuenta con 25 plazas públicas dando un mantenimiento satisfactorio a esta infraestructura.

Población económicamente activa:

Población de 12 años y más según condición de actividad económica, 2010

	Total [2]	Población Económicamente Activa (PEA) [3]			Población no Económicamente Activa [6]	No especificada [7]
		Total	Ocupada [4]	Desocupada [5]		
Absolutos						
Nacional	84,927,468	44,701,044	42,669,675	2,031,369	39,657,833	568,591
Estatal	2,071,514	1,078,100	1,009,845	68,255	984,442	8,972
Municipal	17,034	8,133	7,818	315	8,835	66
Relativos (%)						
Nacional	100	52.63	95.46	4.54	46.70	0.67
Estatal	100	52.04	93.67	6.33	47.52	0.43
Municipal	100	47.75	96.13	3.87	51.87	0.39

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Salario mínimo vigente.

El Municipio de Arteaga, Coahuila, se localiza en el Área Resto del país, donde el salario mínimo general vigente, a partir del 1 de enero del 2020, es de $ 123.22 (ciento veintitrés pesos 22/100 M.N).

IV. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

DEFINICIÓN DE RIESGO.

RIESGO: es la probabilidad de ocurrencia de un peligro. El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad). La valoración cualitativa puede hacerse cuantitativa por medición de pérdidas y probabilidad de ocurrencia. Cuando se cuenta con los datos adecuados para realizar un cálculo de probabilidades se puede definir el riesgo. En cambio, cuando no existe posibilidad de calcular probabilidades, sino que solo existe intuición o criterio personal, se está frente a una incertidumbre.

El concepto de peligro.

Otra aclaración terminológica que se impone es la del término peligro: del latín *periculum:* "contingencia inminente de perder una cosa o de que suceda un mal "(Espasa Calpe, 1975, p.57).

El primer paso en el análisis de riesgos consiste en la identificación de los posibles sucesos no deseados que pueden ocurrir en la instalación. Este primer paso es fundamental, y de él depende el éxito posterior de todo el estudio. Una buena identificación, rigurosa y detallada, de todos los posibles peligros que pueden suceder en la actividad en estudio, es un requisito indispensable y básico para llegar a buen fin en el análisis de riesgos.

Aunque una buena identificación de peligros se encauza principalmente hacia los accidentes que involucren productos químicos, también incluye un análisis de las actividades, instalaciones y equipos en que se maneja y dilucidar en consecuencia; todo factor que pueda ser causal de peligros y/o accidentes que puedan causar daño al ambiente, las personas o las propiedades.

El proyecto de la nueva planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., incluye pues las operaciones de manejo del gas por sus características de alta inflamabilidad y explosividad, implica contar con las medidas necesarias desde el diseño mismo; esa planeación inicial es tomada en cuenta en la identificación y evaluación de riesgos, lo que permitirá analizar no solo los potenciales riesgos o peligro de ocurrencia de emergencias durante la etapa operativa, tanto por las condiciones de las instalaciones, como por las propias operaciones de trasiego del gas desde el abasto, almacenamiento y suministro que involucra equipos, tubería, instrumental de seguridad y el factor humano.

IV.1. IDENTIFICACIÓN DE SUCESOS NO DESEADOS, QUE PUEDEN LLEVAR A LA MATERIALIZACIÓN DE UN PELIGRO.

Información adaptada del libro *"BATTELLE COLUMBUS DIVISION-IChE/CCPS"*; *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, American Institute of Chemical engineers. Nueva York (1985)"* y tomada del libro *"Análisis y reducción de riesgos en la industria química, fundación MAPFRE, J.M. Santamaría Ramiro y P:A: Braña Aísa*".

CARACTERÍSTICAS PELIGROSAS	SUCESOS INICIADORES	CIRCUNSTANCIAS PROPAGADORAS	CIRCUNSTANCIAS MITIGANTES	CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE
Almacenamiento de cantidades elevadas de sustancias peligrosas. (Materiales inflamables y explosivos, Materiales almacenados a presiones elevadas).	**Fallos de maquinaria y equipo de proceso.** (Bombas, válvulas, instrumentos, sensores, etc.). **Fallos de contención.** (Tuberías, recipientes, tanques de almacenamiento, juntas, etc.) **Errores humanos.** (Operación, mantenimiento, revisiones). **Pérdida de servicios.** (agua, electricidad, aire comprimido, vapor) **Agentes externos.** (Inundaciones, terremotos, tormentas, vientos fuertes, impactos, sabotajes, etc.) **Errores de método o información.**	**Desviaciones en parámetros de proceso.** (Presiones, temperaturas, flujos, concentraciones, cambios de fase o de estado). **Fallos de contención.** (Tuberías, recipientes, tanques, juntas, fuelles, entrada o salida de venteo, etc.) **Ignición, explosión. Errores del operador.** (Comisión, omisión, diagnóstico, toma de decisiones). **Agentes externos. Errores de método o de información.**	**Respuestas de seguridad.** (Válvulas de alivio, servicios de reserva, sistemas y componentes redundantes, etc.) **Mitigación.** (Venteo, diques, rociadores, etc.) **Respuestas de control, repuestas de los operadores. Operaciones de emergencia.** (Alarmas, procedimientos de emergencia, equipos de protección personal, evaluación, etc.) **Agentes externos. Flujo adecuado de información.**	**-Fuego.** **-Explosiones.** **-Impactos.** **-Dispersión de gases y partículas.** **- Ondas de sobrepresión.**

IV.1.1. METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN PARA UN ANÁLISIS PRELIMINAR.

La identificación de riesgos durante las operaciones de distribución de gas mediante planta de distribución se dirige hacia las áreas de manejo que son las que se relacionan con el trasiego del combustible, debido a que sería el área o sitios donde iniciarían los peligros que pudiesen desencadenar consecuencias por incendio y/o explosión; dentro de las metodologías de análisis preliminar de riesgos, nuestro caso incluye un análisis de actividades mediante listas de verificación:

Tabla 28. Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros

Tipo	Nombre
Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros	Identificación de Peligros (Hazid)
	Lista de Verificación
	Revisión de seguridad

El análisis preliminar de riesgos se realizó en base a listas de verificación mismas que se incluyen en el **apartado IV.4.**

IV.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES.

Al tratarse de un proyecto nuevo a desarrollar; no se tiene referencia de eventos ocurridos, por lo cual no es posible establecer algún antecedente de riesgo o de probabilidad de eventos para estas instalaciones; por ello se recurrirá al análisis histórico de accidentes para eventos ocurridos en plantas de gas, que es de donde pueden extraerse los eventos ocurridos históricamente, reflejados en publicaciones periodísticas.

El Análisis Histórico de Accidentes constituye una metodología de introducción en la identificación de riesgos durante el manejo de sustancias peligrosas; se trata de reportes de eventos que involucran en este caso, fuga, explosión e incendio de gas L.P., conocerlos proporciona un panorama general con antecedentes de causas, actuaciones de respuesta, consecuencias y conclusiones, que permiten mejorar los procedimientos de manejo, medidas de seguridad y disponibilidad de recursos, para administrar los peligros implícitos. La ventaja de esta técnica radica en que se refiere a accidentes ya ocurridos y, por tanto, los peligros identificados son reales. Por otro lado, la principal limitación del análisis es que solo hace referencia a accidentes que han tenido lugar y de los cuales se posee información insuficiente, así como el hecho de que muchos accidentes e incidentes se registran de forma restringida o no se registran.

Además, el número de casos a registrar es finito y no cubre todas las posibilidades importantes. Otras veces, sin embargo, es posible identificar un cierto número de situaciones, operaciones o errores, que han propiciado el inicio de un accidente en un determinado tipo de instalación.

A pesar de lo anterior, el Análisis Histórico de Accidentes es una técnica útil, que permite la identificación de riesgos concretos. Al menos puede indicar que dirección seguir en una empresa que tiene instalaciones análogas a otra empresa o que maneja la misma sustancia y que, desafortunadamente han experimentado un indicio o accidente real. Esto sería suficiente para iniciar un estudio que indique si es o no verosímil que el accidente tenga lugar en la empresa en cuestión. Además, es un medio muy valioso para una verificación de los modelos con que se dispone en la actualidad, en cuanto a la predicción de las consecuencias de accidentes.

En este sentido cualquier proceso operativo o actividad relacionado con la industria química, presenta cierto grado de riesgo, tal es el caso del manejo del gas L.P.

A nivel nacional, los accidentes graves cuyas consecuencias han generado gran cantidad de muertos y daños materiales, han sido esporádicos, en realidad son pocos los eventos de riesgo acaecidos en plantas de almacenamiento de gas L.P. (en el presente caso se trata de una planta de gas), a continuación, se detallan algunos de los accidentes más graves:

Tabla 19. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

No.	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento o Causa del Accidente e incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
1	1984	México	Terminal Satélite Norte de Pemex, San Juan Ixhuatepec, Estado de México.	Gas L.P.	Fuga de gas L.P. en una tubería de alimentación de 8", a una de las esferas de almacenamiento. El gas fugado al alcanzar la flama de un mechero de piso	650 defunciones, 2,500 lesionados, más de 25 mil damnificados, 60 mil evacuados y daños materiales estimados en más de 2 mil millones de pesos.	Se requirió la ayuda de más de 7 mil personas, incluidos más de 200 bomberos, tanto de PEMEX, como del D.F. y de diferentes municipios del Estado de México, socorristas, policías, voluntarios y ejército, quienes, una vez ocurridas las explosiones, se limitaron al enfriamiento, mediante la aplicación de chorros de agua, de las esferas de almacenamiento
2	1999	México	"Gas Hilda" en Cadereyta, Estado de Nuevo León	Gas L.P.	Se degolló la tubería en la entrada a la válvula de exceso de flujo, exactamente en la parte inferior del tanque, el cual encontró una fuente de ignición, provocando un flamazo	Daños materiales en instalaciones y paro de actividades en la planta. Se informó que la llama estuvo pegando en la parte inferior de 2 tanques de 42,000 litros, y afectando a un tercer tanque adjunto de 240,000 litros.	Los informes periodísticos señalan la intervención de cuerpos de bomberos y socorristas de la cruz roja y protección civil.
3	2003	México	La Marquesa kilómetro 45 de la carretera México-Toluca	Gas L.P.	volcadura y explosión de una pipa que transportaba gas L.P., debido a una falla mecánica	6 defunciones, 9 lesionados y daños materiales	Los informes periodísticos señalan la intervención de cuerpos de bomberos.
4	2006-2007	México	Chihuahua	Gas L.P.	Accidentes relacionados con contenedores de gas L.P.	6 defunciones, 12 lesionados, 160 intoxicados y daños materiales	Los informes periodísticos señalan la intervención de cuerpos de bomberos.
5	1995	México	México D.F.	Gas L.P.	Fuga de gas L.P. de 1 tanque salchicha	Daños en instalaciones	Intervención del personal de la empresa.
6	1994	México	México D.F.	Gas L.P.	Fuga de una planta de gas L.P. de PEMEX, al purgar tuberías.	Daños materiales (el universal)	Intervención del personal de la empresa.
7	1995	México	San Juan Ixhuatepec, Estado de México.	Gas L.P.	Fuga de gas de uno de los tanques de almacenamiento de la empresa "Gasomático",	Daños materiales (Excélsior-Reforma)	Intervención del personal de la empresa.
8	1990	México	México, D.F.	Gas L.P.	Explosión de gas butano en un depósito de la fábrica "Anderson Clayton"	Daños materiales.	Intervención del personal de la empresa.
9	1990	México	México,	Gas L.P.	Fuga y explosión	Daños materiales.	Intervención del personal de

			D.F.		de combustible de una pipa de la compañía "UNIGAS", por falla en la conexión de la manguera al surtir el producto	(uno+uno)	la empresa.
10	1990	México	Orizaba, Veracruz	Gas L.P.	Fuga de gas propano en la planta "Vela-Gas" en Orizaba, por sobrecarga en 1 tanque con 115,000 litros	Daños materiales (Excélsior)	Intervención del personal de la empresa.

Fuente: *Programa de Prevención para Emergencias Químicas CENAPRED/2008.*

De acuerdo con los reportes de accidentes históricos, así como sus causas y consecuencias, se observa que el evento causal predominante ha sido falla humana, esto se deduce ya que en la mayoría de los casos el evento es propiciado por falla de conexión en tubería, sobrellenado, fallo de equipos, y accidentes durante el transporte de la sustancia, en consecuencia, esta condición es relevante al momento de evaluar los potenciales riesgos.

Las siguientes consideraciones permiten especificar las áreas u operaciones que pueden generar riesgos. (De acuerdo a hallazgos de la revisión mediante Checklist):

a) Programa de mantenimiento deficiente en su aplicación.

b) Falla en funcionamiento de algún de las bombas para suministro.

c) No seguir los procedimientos de abastecimiento desde semirremolque (faltan calzas, no aterrizados, etc.).

d) Mal funcionamiento en instrumental de seguridad (válvulas).

e) Errores de los operarios en las tomas al suministrar gas para autotanques, lo que generaría desacoples del sistema de trasiego, fugas y potencial explosión y/o incendio.

f) Accidentes con unidades vehiculares de empleados.

g) Falla en instalaciones eléctricas por eventos de naturaleza externa (tormentas, accidentes del exterior, sabotaje, etc.).

El enfocar la atención hacia estos puntos, permitirá conocer las medidas de seguridad complementarias, para atenuar los riesgos derivados de la actividad altamente riesgosa, además de contar con el antecedente que permita diseñar posteriormente, un Plan Integral de Prevención de Accidentes.

ESTADÍSTICAS DE EMERGENCIAS AMBIENTALES Y PROBABILIDADES PARA CASOS DE MANEJO DE GAS L.P.

EMERGENCIAS QUÍMICAS TOTALES 2000-2014 REPORTADAS A PROFEPA PARA COAHUILA; UN TOTAL DE 171 EN 15 AÑOS.

TOTAL	AÑOS	PROMEDIO POR AÑO
171	15	11.4

EMERGENCIAS POR TIPO (PROMEDIOS)			
TIPO	PROMEDIO EMERGENCIAS/POR TIPO (TOTALES)	EMERGENCIAS REORTADAS POR GAS L.P. (PROMEDIO)	PROMEDIO EMERGENCIAS/AÑO (COAHUILA) TOTALES
FUGA	11.6	4.11	11.40
EXPLOSIÓN	6.3		
INCENDIO	7		

4.11	PROMEDIO DE EMERGENCIAS DONDE SE INVOLUCRA EL GAS L.P.
11.40	PROMEDIO DE EMERGENCIAS TOTALES POR AÑO EN COAHUILA

Según registros de la Secretaría de Energía, al 2019 se tienen 1,267 plantas de gas L.P; con un incremento respecto del año 2016, donde se tenían 1,146 plantas; sin embargo, dado que las estadísticas disponibles de Emergencias Químicas Reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2014) SEMARNAT/PROFEPA 2015; se toman las 1,126 plantas de gas como el total de tipo de instalaciones para establecer la probabilidad de que se presente un evento que involucre al gas L.P., así tenemos que:

4.11 es el promedio de emergencias donde se involucre al gas L.P. (sin especifica si es en plantas o todo tipo de instalaciones industriales donde se maneje este combustible); tomando en cuenta que ocurra en plantas la probabilidad en promedio se divide entre el número de plantas con los siguientes resultados:

4.11/1,126 = 0.00365, es el promedio de posibilidad de que ocurra una emergencia por fuga en una planta de gas, de acuerdo a considerarlas como el total de instalaciones donde ocurren emergencias.

Ahora bien, considerando que el número de instalaciones de manejo de gas al 2016, es de 4,397 (incluyendo estaciones de carburación), el promedio de potencial evento para una instalación de manejo de gas (planta o estación de carburación), arroja los siguientes resultados:

4.11/4,397 = **0.000934,** es el promedio de posibilidad de que ocurra una emergencia por fuga en una instalación de manejo de gas, de acuerdo a considerarlas como el total de instalaciones donde ocurren emergencias.

Las siguientes figuras muestran los registros de numero de instalaciones de manejo de gas al 2016 y 2019.

Cuadro 1. Número de Permisos por Actividad Otorgados por La Comisión Reguladora de Energía en 2016.

ACTIVIDAD	NUMERO DE PERMISOS*
Transporte de Gas Licuado de Petróleo por medios Distintos a Ductos (TDD)	168
Distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución (DPD)	1126
Expendio al público de Gas Licuado de Petróleo mediante Estación de Servicio con fin específico (EEXP)	3103
Total	**4,397**

Fuente: Comisión Reguladora de Energía (CRE), disponible en http://organodegobierno.cre.gob.mx/permisosglp.aspx

SENER Mapa 2. Plantas de distribución de gas L.P.

Región	Número de Permisos	Capacidad en miles de barriles
Centro	254	715
Golfo	119	175
Noreste	286	363
Noroeste	133	386
Norte	94	145
Occidente	251	473
Sur	76	123
Sureste	54	94
Total general	1,267	2,474



Al 14 de marzo 2019, las zonas de mayor consumo, regiones centro y occidente, concentran el 48% de la capacidad en plantas de distribución a nivel país.

Fuente: Comisión Reguladora de Energía (CRE) : con datos publicados por la CRE al 14 de marzo de 2019.

FUENTES: Emergencias Químicas Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 - 2014) SEMARNAT/PROFEPA 2015

MODELACIÓN DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR EXPLOSIONES EN INSTALACIONES DE GAS ELEMENTOS DE RIESGO EN LA INDUSTRIA DE GAS LP. Sistema Nacional de Protección Civil Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), SECRETARIA DE GOBERNACIÓN (2001)

ASAI (ASESORIA AMBIENTAL INTEGRAL), información propia al 2019.

http://organodegobierno.cre.gob.mx/permisosglp.aspx.

Permisos otorgados en materia de Gas LP Comisión Reguladora de Energía (Permisos de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución y Permisos de Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo mediante planta de distribución con fin específico), 2016.

PRONTUARIO ESTADÍSTICO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (SENER-2019).

Figuras 16 y 17. Estadísticas de emergencias ocurridas en instalaciones de manejo de sustancias riesgosas.

SEMARNAT PROFEPA

Subprocuraduría de Inspección Industrial
Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación
Dirección de Emergencias Ambientales

Emergencias Químicas Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 - 2014)

Estado	Año															Total		Acumulado
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Eventos	%	(%)
Veracruz	143	83	73	94	118	85	63	65	44	46	45	57	90	76	123	1205	15.88	15.88
Tabasco	98	93	92	60	65	63	46	59	26	29	9	12	20	24	95	791	10.42	26.30
Tamaulipas	10	33	30	41	44	32	44	44	58	36	23	22	34	42	63	556	7.33	33.62
Guanajuato	31	34	6	14	6	9	11	16	24	26	25	14	33	53	237	539	7.10	40.72
Campeche	39	41	41	48	116	38	5	10	2	4	2	6	6	5	12	375	4.94	45.67
México	25	19	19	21	8	23	15	11	14	12	21	17	35	51	59	350	4.61	50.28
Oaxaca	18	19	17	19	18	23	29	22	24	19	16	21	30	21	29	325	4.28	54.56
Puebla	12	16	20	30	11	19	8	7	7	22	20	28	25	23	62	310	4.08	58.64
Nuevo Leon	18	21	25	4	7	5	16	9	14	20	25	24	30	28	35	281	3.70	62.35
Sonora	13	15	4	6	13	15	10	18	12	4	9	20	55	29	37	260	3.43	65.77
Chiapas	21	21	32	20	13	21	13	18	14	12	8	4	13	3	9	222	2.92	68.70
Jalisco	19	8	5	8	2	13	11	11	7	11	18	13	30	24	38	218	2.87	71.57
Hidalgo	22	20	13	8	8	11	8	7	9	9	8	16	17	22	32	210	2.77	74.33
Distrito Federal	14	3	4	7	16	19	11	9	6	12	9	13	15	34	34	206	2.71	77.05
Chihuahua	4	8	3	0	1	6	13	13	12	8	10	20	24	29	35	186	2.45	79.50
Coahuila	25	19	12	9	7	6	7	5	6	14	8	18	15	10	10	171	2.25	81.75
Baja California	7	10	10	2	2	4	5	11	2	6	7	20	23	23	17	149	1.96	83.72
Michoacán	11	14	13	11	7	3	7	6	6	6	12	9	15	10	13	143	1.88	85.60
San Luis Potosí	11	16	17	13	2	17	2	8	7	7	5	9	8	8	9	139	1.83	87.43
Querétaro	9	3	5	6	6	1	6	9	7	11	10	11	13	10	27	134	1.77	89.20
Sinaloa	6	5	9	3	2	2	2	5	4	3	4	13	16	21	34	129	1.70	90.90
Zacatecas	2	4	3	3	1	8	4	10	5	9	15	11	15	13	22	125	1.65	92.54
Yucatán	3	5	2	7	7	2	4	5	6	7	4	8	13	8	8	89	1.17	93.72
Durango	5	10	4	3	5	9	1	9	4	0	3	4	8	5	8	78	1.03	94.74
Morelos	8	1	1	2	5	1	4	4	5	7	4	5	4	8	6	65	0.86	95.60
Tlaxcala	6	7	1	0	1	6	4	4	1	2	1	8	7	6	10	64	0.84	96.44
Guerrero	2	3	0	5	4	2	2	1	6	7	3	8	3	5	6	57	0.75	97.19
Baja California Sur	0	5	0	3	0	0	0	1	6	4	7	8	6	6	4	50	0.66	97.85
Aguascalientes	4	5	3	1	1	1	1	0	3	8	3	2	2	2	7	43	0.57	98.42
Colima	2	0	2	2	4	4	4	2	4	5	1	0	3	2	8	43	0.57	98.99
Nayarit	5	3	1	4	0	4	3	3	2	0	0	3	5	3	5	41	0.54	99.53
Quintana Roo	3	0	3	0	2	3	3	3	3	2	4	2	5	2	1	36	0.47	100.00
Total	596	544	470	454	502	455	362	405	350	368	339	426	618	606	1095	7590	100.00	
Eventos / Día	1.63	1.49	1.29	1.24	1.38	1.25	0.99	1.11	0.96	1.01	0.93	1.17	1.69	1.66	3.00	1.39		

Emergencias Químicas Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 - 2014)

Tipo de las Emergencias

Año	Número de Eventos	Tipo									
		Fuga		Derrame		Explosión		Incendio		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	46	7.7	483	81.0	26	4.6	35	5.9	6	1.0
2001	544	50	9.2	455	83.6	14	2.6	21	3.9	4	0.7
2002	470	22	4.7	403	85.7	15	2.6	27	5.7	3	0.6
2003	454	22	4.8	385	84.8	18	3.2	21	4.6	8	1.8
2004	502	29	5.8	445	88.6	10	1.8	18	3.6	0	0.0
2005	455	51	11.2	338	74.3	28	4.9	38	8.4	0	0.0
2006	362	51	14.1	251	69.3	31	5.5	29	8.0	0	0.0
2007	405	54	13.3	292	72.1	25	4.4	34	8.4	0	0.0
2008	350	54	15.4	249	71.1	16	2.8	30	8.6	1	0.3
2009	368	67	18.2	245	66.6	22	3.9	34	9.2	0	0.0
2010	339	44	13.0	228	67.3	33	5.8	34	10.0	0	0.0
2011	426	65	15.3	273	64.1	50	8.8	36	8.5	2	0.5
2012	618	87	14.1	408	66.0	66	11.6	51	8.3	6	1.0
2013	606	102	16.8	384	63.4	70	12.3	44	7.3	6	1.0
2014	1095	139	12.7	819	74.8	51	9.0	83	7.6	3	0.3
Total:	7590	883	11.6	5658	74.5	475	6.3	535	7.0	39	0.5

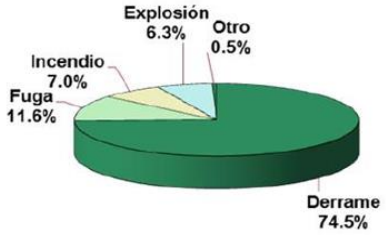
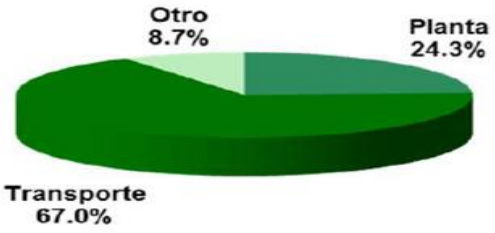


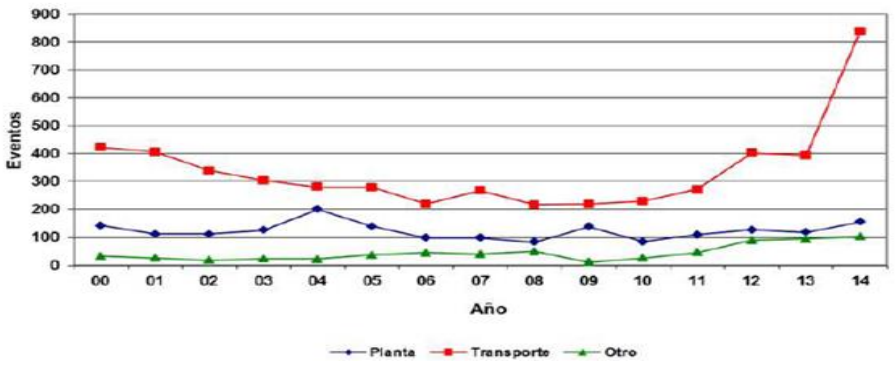
Figura 18. Estadísticas de emergencias ocurridas en instalaciones de manejo de sustancias riesgosas.

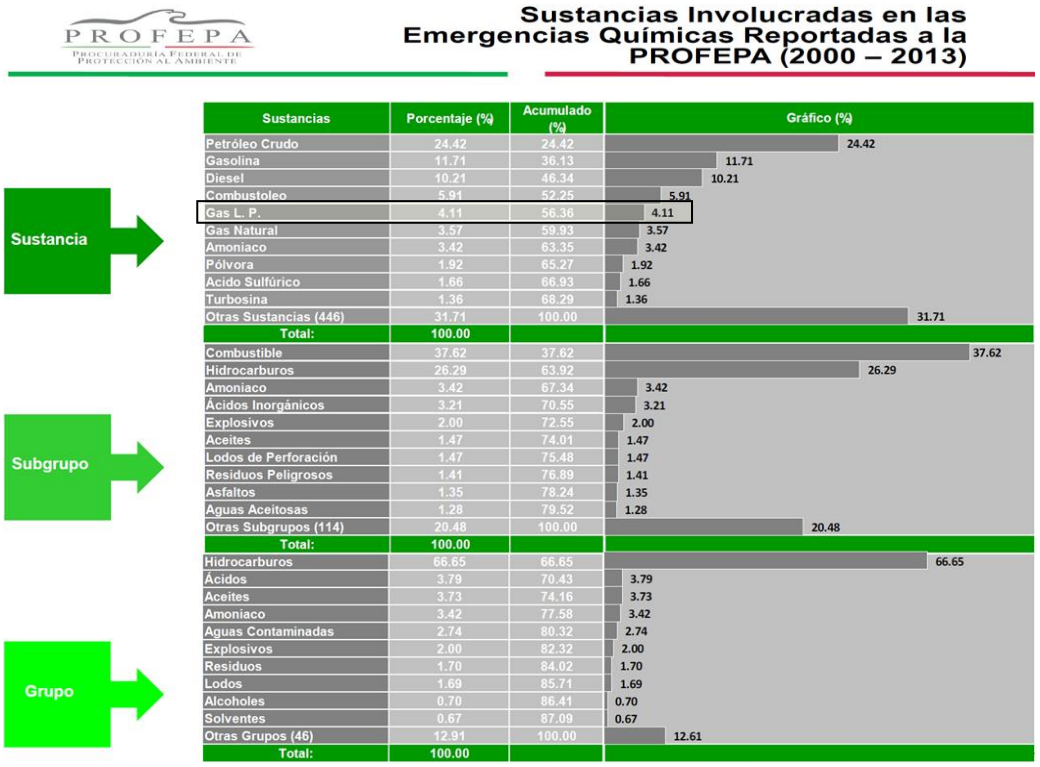
Emergencias Químicas Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 - 2014)

Ubicación de las Emergencias

Año	Número de Eventos	Ubicación					
		Planta		Transporte		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	142	23.8	422	70.8	32	5.4
2001	544	112	20.6	406	74.6	26	4.8
2002	470	112	23.8	339	72.1	19	4.0
2003	454	126	27.8	304	67.0	24	5.3
2004	502	200	39.8	280	55.8	22	4.4
2005	455	139	30.5	279	61.3	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	405	98	24.2	268	66.2	39	9.6
2008	350	83	23.7	217	62.0	50	14.3
2009	368	138	37.5	219	59.5	11	3.0
2010	339	84	24.8	229	67.6	26	7.7
2011	426	109	25.6	271	63.6	46	10.8
2012	618	127	20.6	402	65.0	89	14.4
2013	606	118	19.5	394	65.0	94	15.5
2014	1095	155	14.2	837	76.4	103	9.4
Total:	7590	1841	24.3	5086	67.0	663	8.7







Sustancias	Porcentaje (%)	Acumulado (%)	Gráfico (%)
Petróleo Crudo	24.42	24.42	24.42
Gasolina	11.71	36.13	11.71
Diesel	10.21	46.34	10.21
Combustoleo	5.91	52.25	5.91
Gas L. P.	4.11	56.36	4.11
Gas Natural	3.57	59.93	3.57
Amoniaco	3.42	63.35	3.42
Pólvora	1.92	65.27	1.92
Acido Sulfúrico	1.66	66.93	1.66
Turbosina	1.36	68.29	1.36
Otras Sustancias (446)	31.71	100.00	31.71
Total:	100.00		
Combustible	37.62	37.62	37.62
Hidrocarburos	26.29	63.92	26.29
Amoniaco	3.42	67.34	3.42
Ácidos Inorgánicos	3.21	70.55	3.21
Explosivos	2.00	72.55	2.00
Aceites	1.47	74.01	1.47
Lodos de Perforación	1.47	75.48	1.47
Residuos Peligrosos	1.41	76.89	1.41
Asfaltos	1.35	78.24	1.35
Aguas Aceitosas	1.28	79.52	1.28
Otras Subgrupos (114)	20.48	100.00	20.48
Total:	100.00		
Hidrocarburos	66.65	66.65	66.65
Ácidos	3.79	70.43	3.79
Aceites	3.73	74.16	3.73
Amoniaco	3.42	77.58	3.42
Aguas Contaminadas	2.74	80.32	2.74
Explosivos	2.00	82.32	2.00
Residuos	1.70	84.02	1.70
Lodos	1.69	85.71	1.69
Alcoholes	0.70	86.41	0.70
Solventes	0.67	87.09	0.67
Otras Grupos (46)	12.91	100.00	12.61
Total:	100.00		

IV.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS.

IV.3.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO.

De la revisión del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, se aprecia que en la planta se manejará gas L.P., el cual se encuentra listado y se rebasa la cantidad de reporte (50,000 kg); por lo que es considerada como una actividad altamente riesgosa.

El gas L.P., se almacena en estado líquido por presión y con el fin de cumplir con los objetivos de presente estudio, se considera como la sustancia de interés.

En la siguiente tabla se presenta la sustancia involucrada en el análisis de riesgo ambiental:

Sustancia	Fórmula o familia química	Concentración de Interés (ERPG1)	Estado físico	Capacidad Máxima de almacenamiento	Cantidad de reporte
GAS L.P.	Hidrocarburos de petróleo en mezcla de butano y propano	2100 ppm (IPVS) PPT: 800 ppm	Líquido a presión inducida	121.5 toneladas en el tanque de almacenamiento.	50 toneladas

Para la identificación y evaluación de los posibles riesgos que pudieran ocurrir durante el manejo de la sustancia de riesgo (gas L.P.), se incluye la recepción, almacenamiento y suministro.

Tal como se ha expuesto; la sustancia motivo de la actividad, es el gas L.P.

No existirán otras sustancias de alto riesgo durante la operación de la planta de gas.

Para la identificación y evaluación de los potenciales riesgos que pudieran ocurrir durante las operaciones de trasiego de gas L.P., a través de las distintas áreas de la planta, tales como: área de toma de recepción (abasto desde semirremolques), área del tanque de almacenamiento, área de tomas de suministro para autotanques; toma de carburación de auto abasto, y anden de llenado de cilindros portátiles, se utilizaron los métodos ya descritos, donde conjugan los cualitativos y cuantitativos bajo el siguiente esquema:

1. Primero se realizan las consideraciones que se tomaron para la evaluación de riesgo, para las operaciones futuras de la planta de almacenamiento de gas L.P.

2. Se presenta una identificación y jerarquización de riesgos, con los posibles orígenes de accidentes potenciales en cualquier actividad relacionada con el manejo de gas L.P.

3. Se identifican los sucesos iniciadores no deseados, que pueden llevar a la materialización de un peligro; (incluye un análisis de sucesos iniciadores, medidas de seguridad recomendadas y posibles consecuencias del accidente).

4. Identificación de peligros y evaluación de riesgos en unidades de proceso, a través de los métodos semicuantitativo HAZOP, (Análisis funcional de operatividad); para las actividades que se han enlistado, relacionadas con el manejo de gas L.P. en la planta de gas.

5. Jerarquización de los riesgos, mediante el uso del método matemático de William Fine adaptada a las actividades de manejo de gas L.P. mediante el uso de una matriz de riesgo (consecuencias * probabilidad), nos da una valoración del nivel de riesgo, para determinar las frecuencias de eventos se recurrió al empleo del método del árbol de sucesos.

6. Posteriormente se presentan un análisis cuantitativo de riesgos, que incluye un análisis de consecuencias por los eventos que pudieran suscitarse, se les asigna una probabilidad de ocurrencia, y se seleccionan los que tengan mayor posibilidad de suscitarse; así como, el evento que por sus consecuencias se considere de mayor consecuencia, aunque su probabilidad de ocurrencia sea prácticamente improbable.

7. Se presentará un resumen donde se identifican los posibles riesgos que puedan suscitarse por contención, funcionamiento de equipo, errores humanos y/o eventos externos. Lo anterior se relacionará con la descripción del posible origen, así como el tipo de riesgo y la probabilidad que tiene cada uno.

8. Identificación del evento máximo probable y catastrófico. De acuerdo a la cuantificación y verosimilitud de los eventos en términos de probabilidad, se definen los eventos máximo probable y catastrófico.

9. Cuantificación de los eventos propuestos. Los eventos definidos como máximo probable y catastrófico serán modelados a través del modelo computacional de simulación SCRI FUEGO 2.2, para estimar cuantitativamente sus daños y consecuencias, por lo que en este punto se da una explicación del objetivo de representar mediante ejercicios de simulación dichos eventos.

10. Con los resultados obtenidos de las simulaciones se determinarán, en su caso; las posibles zonas de salvaguarda o de amortiguamiento.

11. Se realizó un análisis de capas (o barreras) de protección, LOPA (Layer of Protection Analysis).

Es importante mencionar que se consideraron las posibilidades de riesgo para luego evaluar los eventos cuyo nivel de riesgo sea de valoración baja, como representativos de las consecuencias más probables y aquellos de valoración moderada (en su caso), donde será necesario establecer con precisión los radios potenciales de afectación y probables interacciones de riesgo con otras áreas en las propias instalaciones o incluso del exterior, cuando sea el caso; las evaluaciones permitirán definir si se trata de riesgos administrables (controlables), o requiere de revisión de medidas de seguridad y ponderar el incluir otras medidas adicionales a las existentes.

IV.3.2. CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Como se ha reiterado, las operaciones futuras de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. implican una actividad de servicios que consiste en el almacenamiento y trasiego del gas para distribución, todo en instalaciones adecuadas y con los equipos necesarios, los cuales ya se han señalado; las actividades serán altamente riesgosas, y se considera el número de operaciones que se ejecuten por día o semana.

La planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. se ubicará prácticamente confinada en una zona alejada de asentamientos humanos e instalaciones comerciales o de servicios, rodeada de terreno propiedad de la empresa, el cual se mantiene con vegetación secundaria y una parte con vocación agrícola, fungiendo como zona de amortiguamiento para casos de emergencias durante el manejo de gas L.P.

La operación futura de la planta de gas de gas L.P. es relativamente simple, ya que no se tiene proceso de transformación, siendo que el gas L.P. sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego.

La sustancia a ser manejada será el gas L.P., tal como se ha reiterado; el cual tiene un grado de riesgo a la salud bajo (grado 1); su principal característica de peligrosidad es por inflamabilidad (grado 4, las sustancias que entran en esta clasificación son cualquier sustancia líquida o gas licuado, cuyo punto de inflamación es menor que 22.8 °C y cuyo punto de ebullición es menor a 37.8 °C).

Cuando el gas L.P. se escapa de su recipiente, presenta riesgos tanto de explosión por combustión como de incendio, este riesgo se acentúa cuando el gas L.P. se emplea en interiores en su fase líquida, ya que un galón (3.78 litros) de butano o propano líquido, produce entre 245 y 275 galones (927 a 1041 litros) de gas. Por esta razón, las normas y códigos de seguridad son muy severos respecto al empleo de gas L.P. en fase líquida.

Una vez que se ha analizado la cantidad y tipo de equipamiento del recipiente en que se manejará el combustible, adicionalmente se han identificado las edificaciones con que se contará, así como la maquinaria y equipos base de la actividad, con este escenario de servicios valorado, enseguida se han identificado aquellas áreas y/o actividades que representan un potencial riesgo durante el manejo del gas L.P., las cuales son:

1.El abastecimiento que implica la actividad de transvasado, es decir, en el paso de un recipiente a otro, como, por ejemplo, de un semirremolque (tomas de recepción), al tanque de almacenamiento a través de la red de tuberías, conexiones, válvulas de servicio y seguridad, así como compresores y bombas para posibilitar el abasto y suministro (llegada y salida).

2. El almacenamiento del combustible en el tanque de tipo intemperie cilíndrico de 250,000 litros de capacidad, base agua (por seguridad se manejará solo a un máximo del 90% de la capacidad).

3. El suministro de gas desde las líneas de tuberías del tanque en la zona de almacenamiento, hacia las tomas de suministro a autotanques y de carburación auto abasto.

4. El trasiego de gas en el andén de llenado de cilindros portátiles, ya que recorre una distancia desde la zona del tanque de almacenamiento, vía tuberías, hacia el andén.

5. Los procedimientos de mantenimiento proyectados para las instalaciones.

6. La operación de las bombas y compresores que harán posible el bombeo de gas ya sea desde el remolque de abasto, el andén de llenado de cilindros portátiles, tomas de suministro para autotanques y toma de carburación de auto a abasto.

Estos problemas pueden ocasionarse por errores humanos o por falla en los equipos y/o accesorios del sistema de manejo, como son las válvulas de seguridad, sensores o por falla en suministro de energía eléctrica, que corte el suministro de gas durante alguna actividad de trasiego.

De acuerdo a lo anterior, se expresan las fallas más comunes en una serie de eventos que son los que podrían tener lugar durante el manejo futuro del gas L.P.; a estos eventos se les asigna una probabilidad de ocurrencia de lo que resulta una jerarquización de riesgos. Para establecer esta jerarquización se recurrió a la técnica de cuantificación de riesgos en su parte 1, basada en el Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA), publicado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos en su boletín No. 26, de septiembre del 2004, estas probabilidades se definen en el método del FMEA, y la matriz de riesgos, misma que se explica más adelante.

IV.3.3. SELECCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS. Existe una amplia gama de métodos para la identificación de riesgos. Los principales son los siguientes:

A) METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO CUALITATIVO.

Se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos. Suelen estar basados en técnicas de análisis crítico en las que intervienen distintos expertos de la instalación. Su eficacia depende de la calidad de la información disponible y de su exhaustividad.

Destacan los siguientes:

Análisis histórico. Consiste en un estudio lo más amplio posible sobre accidentes ocurridos en el pasado en instalaciones y/o con productos similares a los estudiados.

HAZOP (o AFO, Análisis Funcional de Operabilidad). Técnica inductiva de análisis crítico, realizada por un equipo pluridisciplinar, para identificar desviaciones de proceso que pueden conducir a accidentes.

Análisis preliminar de riesgos. Método inductivo en el que se analiza de forma sistemática las causas, efectos principales y medidas preventivas/correctivas asociadas.

Checklist. Constituyen listas exhaustivas de posibles iniciadores/accidentes a contemplar en la identificación de riesgos.

¿Qué pasa si? o What if...? Método inductivo en el cual se analiza sistemáticamente las consecuencias de determinados sucesos.

Para nuestro caso utilizaremos la metodología HAZOP, como método cualitativo para la identificación de riesgos.

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO SEMICUANTITATIVAS Y CUANTITATIVAS.

Tipo	Nombre
Análisis de frecuencias	Análisis de Capas de Protección (LOPA)
	Análisis Bow – Tie
	Análisis de Árbol de fallas
	Análisis de Árbol de sucesos (eventos)
Análisis de consecuencias	Simulación de consecuencias con software especializado (Radiación Térmica, Dispersión tóxica, Sobrepresión y derrame en superficies terrestres)
	Simulación de consecuencias con software especializado (Derrame sobre superficies marinas)
	Estudio para ubicación segura de Instalaciones (*Facility Siting Analysis*)

Para nuestro caso utilizaremos las metodologías (Análisis de Capas de Protección y Análisis de Árbol de eventos, como métodos para el análisis de frecuencias de riesgos y el programa SCRI FUEGO 2.2, para el análisis de consecuencias.

IV.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS MEDIANTE LISTAS DE VERIFICACIÓN.

Para iniciar la identificación de peligros recurriremos a dos metodologías simples, utilizaremos listas de verificación, previamente hemos realizado un análisis histórico de accidentes o emergencias

que se generaron en instalaciones similares; las listas o Checklist son una herramienta valiosa para segregar en base a el tipo de instalaciones, equipos, propiedades fisicoquímicas de la sustancia manejada, operaciones que se realizan, capacitación del personal para las operaciones y mantenimiento en equipos de trasiego, así como la ubicación respecto a otras instalaciones, topografía y vulnerabilidad del entorno para casos de eventos por fenómenos geológicos o meteorológicos; de tal manera que como introducción nos permitirá conocer aquellas condiciones revisadas donde se identifican potenciales peligros o emergencias.

METODOLOGÍA CHECK LIST (LISTAS DE VERIFICACIÓN).

La lista de verificación considera los siguientes conceptos de construcción e instalación, así como de condiciones de seguridad para atenuar los riesgos que en dado momento se presenten:

- Áreas de la planta de gas.
- Construcciones.
- Operaciones.
- Equipos,
- Instrumentación y equipo eléctrico.
- Equipo de seguridad.
- Capacitación
- Procedimientos.

EMPRESA:	GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.
UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN:	KM. 3+000, DEL LIBRAMIENTO JOSÉ LÓPEZ PORTILLO, AL NOROESTE DE LA CABECERA MUNICIPAL DE ARTEAGA, COAHUILA.
OPERACIONES, EQUIPOS O ÁREAS EVALUADAS:	TANQUE, BOMBA(S), TUBERÍAS, DESPACHADORES, INSTRUMENTAL, ALMACENAMIENTO, OPERACIONES DE MANEJO, MANTENIMIENTO.
SUSTANCIA DE RIESGO MANEJADA.	GAS L.P.
FECHA:	25 DE OCTUBRE-2020
EVALUADOR:	ING. ÁNGEL JUÁREZ MEDINA.

CORROSIVIDAD	SI	NO	OBSERVACIONES
¿La sustancia manejada en el sistema es corrosiva?		X	Se manejará gas L.P.
¿Los materiales empleados en la construcción de los equipos y tuberías son los adecuados de tal forma que se asegure que no habrá daño por corrosión?	X		SI, se fabrican en base a códigos internacionales y cumplen con la NOM-001-SESH-2014.
¿Se realiza el mantenimiento de los equipos e instalaciones para prevenir daños por corrosividad?	X		Se tiene programado un exhaustivo programa de mantenimiento preventivo y correctivo, el cual incluye cada instrumental, equipo o sistema utilizado para el trasiego del gas, lo que previene y/o evita cualquier eventualidad por corrosión o inclusive fallos en las operaciones.
¿Existen goteos, chorros, fugas y alguna otra situación que pueda generar corrosión a través del tiempo?		X	Se realizarán pruebas de hermeticidad antes de la puesta en operación, lo cual evitará fugas en uniones roscadas de instrumentación y tuberías.

¿El suministro y abastecimiento de la sustancia se realiza siguiendo procedimientos preestablecidos de tal forma que se evitan al máximo fugas en boquillas, vertederos, válvulas, etc.?	X		Procedimientos para abasto y suministro de gas L.P.
¿Se tienen establecidos lineamientos de seguridad para prevenir riesgos por corrosión?	X		Si, están referidos en el manual de operación y mantenimiento del sistema.
¿El personal se encuentra capacitado en cuanto al manejo de sustancias corrosivas?	NA	NA	No se manejarán sustancias corrosivas.
¿Se ha capacitado al personal en cuanto a los riesgos que representan las sustancias corrosivas?	NA	NA	No se manejarán sustancias corrosivas.
REACTIVIDAD	SI	NO	OBSERVACIONES
¿El material es inestable o altamente reactivo?		X	Se manejará gas L.P., por lo cual no existen riesgos de reacción.
¿Se manejan, almacenan o transportan otras sustancias en la misma área?		X	En las instalaciones solo se manejará el gas L.P.
¿Existen otros flujos o condiciones de proceso que puedan generar una contaminación con riesgo de reacción?		X	No existe este riesgo.
¿Se han determinado los tipos de reacciones que se pueden generar?	NA		No existen posibilidades de reacción.
¿Dentro de las reacciones identificadas, existen reacciones espontáneas potencialmente peligrosas?			
¿Las cantidades de energía liberada o absorbida durante una reacción representan riesgos?			
¿Existen las precauciones necesarias para evitar reacciones indeseables?			
¿Existen condiciones para la generación de reacciones en cadena?			
¿Pueden generarse reacciones peligrosas como resultado de la falla mecánica de un equipo?		X	En caso de falla de un equipo, el evento de mayor probabilidad de ocurrencia sería una fuga de gas L.P. al medio ambiente, diluyéndose en el aire de forma paulatina no habría reacción en condiciones normales.
¿El personal se encuentra capacitado en cuanto a la reactividad de la sustancia?	X		Todo el personal se ha capacitado para el manejo de gas L.P. y atención de emergencias por fuga, incendio y/o explosión.
EXPLOSIVIDAD	**SI**	**NO**	OBSERVACIONES
¿El material es inestable de tal forma que se pueda presentar una explosión?		X	No es inestable en almacenamiento, solo en caso de sobrepresión en el tanque (sobrellenado o ebullición), potencialmente puede haber una explosión, en caso de fuga y encontrar una fuente de ignición, si causaría una explosión de la masa fugada.
¿El material se maneja de acuerdo a las normas de seguridad aplicables a sustancias explosivas?	X		De acuerdo a la Normatividad Vigente.
¿La construcción del área permite amortiguar las ondas de expansión en caso de una explosión?	X		Si, las bases de sustentación diseñadas para el tanque, son bases de concreto debidamente ancladas y soportadas en una plataforma de concreto que permitiría amortiguar ondas de sobrepresión.
TOXICIDAD	**SI**	**NO**	**OBSERVACIONES**
¿El material presenta características toxicológicas?		X	Se considera de riesgo a la salud bajo, ya que es una sustancia de baja toxicidad. Si se inhala gas por combustión de un incendio por gas L.P., existe riesgo de intoxicación solo a grandes concentraciones, ya que el monóxido de carbono es un gas tóxico.

¿El estado físico de la sustancia representa riesgos a la salud del personal?		X	En caso de presentarse una fuga de gas L.P. esta se disipará en el aire en forma gaseosa.
¿El personal tiene contacto directo con el material?		X	NO, el gas L.P., Se manejará en estado líquido por sobrepresión y para facilitar su manejo, dadas sus propiedades fisicoquímicas, siempre se contiene en tanques de acero al carbón, tubería y/o manguera especial para su trasiego.
¿La sustancia genera vapores, humos, neblinas, polvos, etc., que causen daño a la salud de los trabajadores?		X	Solo en caso de una liberación espontánea (fuga).
¿Se tiene establecidos los procedimientos para el manejo seguro de la sustancia?	X		Se incluyen los procedimientos de trasiego dentro del programa de capacitación.
¿Se ha impartido capacitación al personal para el manejo seguro de la sustancia?	X		Se capacitará a todo el personal que laborará en las instalaciones.
¿La sustancia se encuentra en los recipientes adecuados para su resguardo?	X		Se ha considerado como unidad de almacenamiento el tanque de almacenamiento, de acuerdo a la normatividad vigente.
¿La sustancia se encuentra almacenada en un sitio seguro?	X		El gas L.P. se encontrará almacenado en un tanque, que cuente con las protecciones adecuadas y de acuerdo a normatividad vigente.
INFLAMABILIDAD Y COMBUSTIÓN	**SI**	**NO**	**OBSERVACIONES**
¿El material es combustible o inflamable?	X		Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión.
¿Existe la probabilidad de generarse mezclas combustibles dentro de los equipos?		X	Dentro del sistema de manejo no existen otras sustancias con las cuales se pueda mezclar el gas L.P.
¿Las temperaturas de operación se encuentran cerca o dentro de los límites de inflamabilidad de la sustancia?		X	La temperatura de operación fuera del tanque es la ambiental, dentro del recipiente o tubería se manejará a baja temperatura por la presión ejercida y no se representa riegos de inflamabilidad espontanea.
¿Se manejan fuentes de ignición que puedan provocar la combustión de la sustancia?		X	Se tendrán prohibidas las fuentes de ignición.
¿Se toman las precauciones necesarias para evitar la inflamabilidad de la sustancia durante las operaciones de trasiego del gas?	X		Si, existen procedimientos de manejo preestablecidos y serán colocados en las áreas de manejo, también se dará la oportuna capacitación al personal.
¿Se tienen establecidos los procedimientos e indicaciones para el manejo seguro de la sustancia?	X		Tal como se ha señalado y de acuerdo al Programa de Capacitación del Personal.
¿Se cuenta con la señalización adecuada de tal forma de que comunique al personal en general el riesgo de inflamabilidad que la sustancia representa?	X		Se contará con las señalizaciones pertinentes dentro de la planta, de acuerdo a la norma oficial aplicable al tipo de instalaciones.
¿El personal se encuentra capacitado para el manejo seguro de la sustancia?	X		En cuanto a los riesgos específicos de la sustancia.
¿El almacenamiento de la sustancia se realiza de forma adecuada y segura?	X		Se considera como unidad de almacenamiento el tanque de 250,000 litros, base agua, con su instrumental de seguridad.
¿El almacén o la zona de almacenamiento de la sustancia cuentan con las medidas de seguridad adecuadas?	X		SI, el diseño de la planta de gas ha seguido los requisitos establecidos en la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación (de acuerdo a la memoria técnica constructiva del proyecto).
¿Se cuenta con los procedimientos adecuados para	X		De acuerdo al manual de emergencias y el

actuar en caso de combustión de la sustancia?			programa de capacitación del personal
¿Se cuenta con los sistemas, equipos y extintores específicos y adecuados para atacar un incendio provocado por la sustancia?	X		Dentro de la planta de gas se contará con los sistemas de instrumentación (válvulas de seguridad y medidores, tableros de control, alarma), red de extintores y sistema de aspersores con tuberías que conforman una red de agua contra incendio.
¿Los materiales de construcción de las instalaciones donde se maneja la sustancia son los adecuados de tal forma que evitan la propagación de un incendio?	X		Si, el área de manejo como plataforma del tanque de almacenamiento, contará con murete y bases sustentación de concreto para soportar movimientos de dilatación y la techumbre, será a base de materiales incombustibles, de igual manera las áreas de recepción y suministro son de concreto con protecciones y materiales incombustibles, los equipos son a prueba de combustión y no generan chispa.
ALMACENAMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se realiza el almacenamiento de la sustancia?	X		En un tanque de almacenamiento; de 250,000 litros de capacidad, base agua.
¿Se utilizan los contenedores adecuados para el almacenamiento de la sustancia?	X		El diseño y construcción están apegados a la NOM-001-SESH-2014.
¿El o los contenedores de almacenamiento se encuentran identificados de acuerdo a la normatividad vigente con la finalidad de indicar los riesgos de la sustancia contenida?	X		Se tendrán identificados como lo indica la Norma.
¿En el sitio de almacenamiento, se cuenta con equipo de seguridad para atender emergencias?	X		Si se tendrán extintores manuales y sistema de aspersores sobre el tanque, extintores incluyendo uno de carretillas e hidrantes con toma siamesa.
¿Se lleva a cabo el control de acceso de personal a las zonas de almacenamiento?	X		Si, estará protegido por muretes con acceso restringido.
¿Se cuenta con la señalización informativa, restrictiva, prohibitiva, etc.?	X		Se contará con los rótulos adecuados para el área de abastecimiento, almacenamiento y suministro.
¿El almacenamiento de la sustancia se realiza respetando la incompatibilidad de ésta?	X		No se almacenarán otras sustancias químicas en la plataforma de almacenamiento y trasiego del gas.
DISEÑO	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se tienen establecidas las especificaciones de ingeniería del sistema?	X		El diseño y construcción de la planta de gas (memoria técnica constructiva), fue basada en las especificaciones técnicas y de diseño, avalada por una unidad de verificación bajo la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación vigente.
¿Los equipos que constituyen el sistema corresponden con las especificaciones de diseño?	X		
¿Los materiales de construcción cumplen con las especificaciones requeridas por el sistema?	X		SI, la plataforma del tanque de almacenamiento con sus muretes de protección, zonas de trasiego, piso soportes y canaletas, cumplen con estándares de construcción avalados por una unidad de verificación en la materia; así mismo el equipamiento, tanque (s), tubería, mangueras e instalaciones eléctricas serán construidos en base a códigos de ingeniería internacionales, en concordancia con la normatividad mexicana.
¿Los equipos que constituyen el sistema cumplen con las normas de seguridad nacionales e internacionales?	X		
¿Se realizaron las pruebas de operabilidad antes de iniciar las operaciones normales del sistema?	X		Se ejecutarán de acuerdo a Normas ASME.
¿El diseño de la tubería cuenta con la flexibilidad suficiente para evitar rupturas y fallas en caso de existir condiciones de operación muy severas?	X		Se realizarán pruebas de hermeticidad antes de la operación.
¿Se consideró tolerancia a la corrosión en la construcción de los equipos?	X		Además, se tendrá un programa de mantenimiento preventivo, para evitar daños por corrosión.

UBICACIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
¿El sistema se localiza en el sitio adecuado de acuerdo a las especificaciones de diseño?	X		El sitio fue seleccionado específicamente para tal fin.
¿El sitio donde se ubica la instalación, se encuentra protegido de humedad, corrientes de aire, lluvia, etc.?	X		Las áreas de manejo de gas contarán con techumbres de acero (vigueta, PTR y láminas, así como concreto colado en su piso), las áreas de administración, logística, mantenimiento taller para unidades de reparto, baños, bodega, y área de manejo de cilindros de rechazo o pintura se tienen con losa de concreto reforzada con acero, así como techumbre de lámina, respectivamente.
¿El sitio de instalación del sistema se encuentra libre de vibraciones, movimientos, corrimientos de tierra, etc.?	X		Las instalaciones se encontrarán ubicadas en suelo firme, no existen antecedentes de hundimientos o corrimientos de tierra.
¿La ubicación de las tuberías y equipos es la adecuada, de tal forma que se permite realizar las actividades de mantenimiento en cualquier momento?	X		Las áreas de trabajo se encontrarán libres debido a que la tubería está debidamente soportada y/o atrincherada.
¿El sitio de instalación de los equipos se encuentra libre de tráfico interno y externo en caso de que realicen actividades de carga y descarga de sustancias peligrosas?	X		Dentro de la zona de almacenamiento no existirá tráfico de unidades móviles.
¿La instalación del sistema se realizó tomando en consideración las actividades de los predios colindantes?	X		En los predios colindantes no se dan actividades que manejen sustancias peligrosas, se trata de predios propiedad de la propia empresa.
¿En los predios colindantes se realizan actividades riesgosas que pueden afectar las actividades del predio en estudio?		X	La planta de almacenamiento para distribución a gas L.P. se ha proyectado en un terreno que no colinda con instalaciones de riesgos en un radio de unos 1000 metros (se tiene una estación de carburación de la misma empresa al poniente sin operaciones); mientras que en las colindancias al sur y norte se tienen instalaciones de servicios, de carga); mientras que el oriente se tiene un camino de terracería.
¿Las vías de comunicación en los alrededores son adecuadas de tal forma que permiten la movilización de vehículos de emergencia en cualquier momento?	X		Como acceso se tiene una entrada amplia hacia el derecho de vía la carretera frontal que da a la zona previa de la estación de carburación sin actividades y de ahí se tendrá acceso a la planta proyectada.
¿La zona cuenta con servicios de apoyo a emergencias (estación de bomberos, hospitales, ambulancias, seguridad vial, tránsito, etc.)?	X		Las actividades en la zona es de tipo mixto que incluye el comercial y de servicios y en un radio de 1000 metros con asentamientos humanos de baja densidad fuera de los 1000 metros de radio, las instituciones de auxilio se ubican a más de 3 kilómetros del sitio; se dispone ya de un directorio de dependencias de auxilio y apoyo para casos de emergencia, así como de empresas ubicadas en la región.
¿La instalación se encuentra delimitada en todas sus colindancias con muros adecuados para evitar daños en los predios colindantes?	X		La delimitación de la planta de gas cuenta con barda de block al norte y malla ciclónica del sur, este y oeste, misma que será adecuada a las instalaciones, reparando tramos dañados (maya ciclónica de 3 metros de altura con muretes inferiores anclados al suelo.
¿Los espacios internos cuentan con las dimensiones suficientes para realizar maniobras y actividades propias sin perjudicar las instalaciones?	X		Se contará con áreas de tránsito de vehículos cuyas dimensiones son suficientes para realizar cualquier actividad.
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD E INSTRUMENTACIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
¿El sistema requiere de dispositivos especiales para	X		Se contará con operaciones de trasiego de gas

controlar las condiciones de operación?			utilizando medidores, válvulas y un dispensador con sistema de corte automático en caso de fugas y controles eléctricos que permiten el control de los parámetros de descarga de combustible.
El sistema cuenta con todos los dispositivos de seguridad requeridos por el sistema.	X		Se cuenta ya desde el diseño; con red de extintores y un extintor de carretilla, sistema de rociadores sobre el tanque de almacenamiento, cisterna para almacenamiento de agua, hidrante y toma siamesa, bombas para red contra incendio, procedimientos para atención de fugas y alarma.
¿La instrumentación cumple con las normas de ingeniería requerida por el sistema?	X		De acuerdo a la Normatividad aplicable NOM-001-SESH-2014
¿Los dispositivos a los que se hace referencia se encuentran en condiciones adecuadas de funcionamiento?	X		Se mantendrá supervisión diaria de las condiciones de operación de instrumental de seguridad y de equipos para el trasiego del combustible, adicionalmente, se contará con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
¿Se realiza el mantenimiento adecuado a la instrumentación del sistema?	X		Se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
¿Se realizan reemplazos de los instrumentos caducos y obsoletos del sistema?	X		
¿La instrumentación es calibrada adecuadamente antes de ser instalada al sistema?	X		De acuerdo al manual de instalación y operación del sistema.
¿El sistema requiere de dispositivos para paro de emergencia?	X		Si se tendrán, aun cuando se tratará de actividades a intervalos (no continuas).
¿El sistema cuenta con dispositivos para paro de emergencia?	X		
¿Los dispositivos para paro de emergencias se encuentran en perfecto estado de funcionamiento?	X		De acuerdo al manual de instalación y operación del sistema y se mantendrá supervisión diaria de las condiciones de operación del instrumental de seguridad y de equipos para el trasiego del combustible,
¿Los dispositivos para paro de emergencia se encuentran identificados?	X		Si se ubicarán en las áreas de abasto y suministro.
¿Los dispositivos para paro de emergencia se encuentran ubicados en sitios de fácil acceso?	X		Si se ubicarán en las áreas de abasto y suministro.
¿El personal se encuentra capacitado en cuanto a la identificación y el accionamiento de los dispositivos para paro de emergencia del sistema?	X		Todo el personal estará capacitado.
¿Se cuenta con un margen de seguridad si llegase a fallar la instrumentación del sistema?	X		Si se tendrá un procedimiento alterno de corte de suministro eléctrico.
Los manómetros, medidores, registradores, etc., ¿pueden ser leídos fácilmente?	X		Se encontrarán a la vista para una fácil lectura.
¿Los instrumentos se encuentran ubicados estratégicamente de tal manera que no sean afectados por las condiciones de presión y temperatura que no tengan que ver con ellos?	X		De acuerdo al diseño.
¿Los instrumentos cuentan con las adaptaciones, empaques y sellos adecuados?	X		De acuerdo al manual de instalación y operación del sistema.
¿Se tienen establecidos los procedimientos de instalación de los instrumentos del sistema?	X		De acuerdo al manual de instalación y operación del sistema.
¿El personal se encuentra capacitado en cuanto a la instalación y operación de la instrumentación del sistema?	X		Si, el personal será capacitado en base a un programa de capacitación continua.
¿El personal se encuentra capacitado en cuanto a la interpretación de los datos, lecturas, índices y nomenclatura de la instrumentación del sistema?	X	X	Todo el personal estará capacitado.

¿La instalación requiere de venteos y/o válvulas de alivio?		X	El sistema operará en un sistema cerrado, aunque cuenta por diseño con válvulas de seguridad en caso de emergencia.
¿Se tienen instalados los venteos y válvulas de alivio requeridos por el sistema?		X	No se requieren venteos continuos, se tendrán válvulas de apertura por sobrepresión o sobrellenado debidamente calibradas.
¿Las válvulas de alivio se encuentran calibradas correctamente?	X		Las de apertura en caso de emergencia si, abren a una presión mayor a la que maneja cada equipo en específico.
¿Las válvulas se encuentran protegidas contra corrosión e incrustaciones?	X		Si, de acuerdo al manual de mantenimiento preventivo.
ACCESORIOS	SI	NO	OBSERVACIONES
¿La instalación requiere de estructuras y soportes?	X		De acuerdo al diseño de construcción.
¿Se cuenta con las estructuras y soportes requeridos por la instalación?	X		De acuerdo al diseño de construcción.
¿Las estructuras y soportes se encuentran construidas con los materiales establecidos en los reglamentos y normas aplicables?	X		De acuerdo a la Normatividad aplicable NOM-001-SESH-2014
¿La instalación requiere de escaleras y plataformas para actividades de supervisión de equipos?	SI		Solo escalera sobre el tanque de almacenamiento.
¿Las escaleras y plataformas con las que cuenta la instalación se encuentran en buen estado?	SI		Solo escalera sobre el tanque de almacenamiento.
OPERACIÓN (ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN)	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se cuenta con los diagramas de tuberías e instrumentación del sistema?	X		Se contiene en la memoria técnica de diseño del proyecto avalado por una unidad de verificación acreditada ante EMA en la especialidad de gas.
¿Se cuenta con un manual de operación del sistema?	X		Se contiene en la MIA-P con actividad altamente riesgosa y en la memoria técnica constructiva y de diseño del proyecto avalado por una unidad de verificación acreditada ante EMA en la especialidad de gas.
Se tiene establecida la descripción de operación/proceso del sistema?	X		
La descripción de operación/proceso del sistema es clara?	X		
¿El personal encargado de la operación del sistema revisa previamente los procedimientos a la operación del sistema?	X		Se seguirán los procedimientos que se indican en la MIA-P y este estudio de riesgo.
¿El personal respeta y cumple los procedimientos establecidos para la operación del sistema?	X		
¿Se tienen bien establecidas las condiciones de operación del sistema?	X		
¿Las presiones manejadas por el sistema representan riesgos?	X		Al manejar un gas combustible se presenta un riesgo de fuga.
¿Las condiciones de temperatura manejadas por el sistema representan riesgos?		X	Se manejará a temperatura ambiente en el exterior y en el sistema a temperaturas menores a 15°C.
¿Se realizan verificaciones continuas a los equipos con la finalidad de asegurar su funcionalidad?	X		Se mantendrá supervisión diaria de las condiciones de operación de instrumental de seguridad y de equipos para el trasiego del combustible; adicionalmente, se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
¿Se realiza el reemplazo oportuno de los equipos dañados, obsoletos o caducos?	X		
¿Se cuenta con cuadrillas de mantenimiento y refacciones disponibles en caso de falla de un sistema?	X		
¿Se cuenta con programas de actividades de paro y arranque del sistema?	X		
¿Se tienen establecidas las medidas de seguridad para llevar a cabo el encendido, arranque o puesta en marcha del sistema?	X		
¿El sistema es susceptible a taponamientos u obstrucciones?		X	En condiciones normales
¿El sistema es susceptible a fracturas o fallas que	X		Por sobrepresión

representen riesgos?			
¿El sistema es susceptible a daños por energía eléctrica?	X		Paro de operaciones solamente y riesgo en caso de que ocurra de manera previa una fuga del gas.
¿Se han tomado las medidas necesarias para proteger a los equipos de daños por descargas eléctricas, electricidad estática, etc.?	X		Se contará con sistema de tierras físicas y reguladores de corriente.
¿La falta de suministro de energía eléctrica representa riesgos al sistema?		X	No. Se cortaría el suministro en caso de estarse realizando operaciones de trasiego.
¿Existen necesidades especiales de limpieza antes de realizar el arranque del sistema?	X		Se contará con un programa de mantenimiento y limpieza de las áreas en general.
¿Se realizan las actividades de limpieza requeridas para el arranque del sistema?	X		Limpieza del área en general y equipos del sistema.
¿Se requiere de medidas de seguridad para la recarga de la sustancia al sistema?	X		Procedimiento de abasto desde las tomas de recepción a las líneas de van hacia el tanque de almacenamiento y procedimientos de trasiego de gas hacia el andén de llenado, toma de suministro a autotanques y toma de carburación de auto a abasto.
¿Las actividades de recarga de gas L.P., se realizan bajo las medidas de seguridad establecidas?	X		El procedimiento de abasto al tanque de almacenamiento, se contiene en la MIA-P con actividad altamente riesgosa y este ERA; cubriendo requisitos avalados por una unidad de verificación acreditada ante EMA en la especialidad de gas.
¿Se lleva a cabo el mantenimiento adecuado del sistema?	X		
¿El personal encargado de mantenimiento del sistema se encuentra calificado para realizar esta actividad?	X		Todo el personal estará capacitado.
¿Se requiere de instalaciones de resguardo como barreras, protecciones, etc.?	X		Si; la plataforma del tanque contará con murete de protección, equipos de seguridad y procedimientos.
¿El sistema cuenta con las instalaciones de resguardo requeridas y adecuadas?	X		
RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
¿El sistema incluye recipientes sujetos a presión?	X		Todo el sistema de trasiego del gas será operado bajo condiciones controladas de presión y temperatura.
¿Los recipientes sujetos a presión cumplen con las normas de seguridad nacionales e internacionales?	X		Si, de acuerdo a la normatividad aplicable NOM-001-SESH-2014.
¿Los recipientes sujetos a presión requieren de calibración antes de iniciar su operación?	X		El tanque requiere aval de una empresa acreditada sobre su estado en general.
¿Los recipientes sujetos a presión se encuentran dentro de su rango de vida útil?	X		Se instalará un tanque nuevo con un periodo de vida útil de unos 50 años mínimo.
¿Los recipientes sujetos a presión cuentan con venteos y válvulas de alivio?	X		SI, válvulas de seguridad calibradas por sobrepresión.
SEGURIDAD	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se cuenta con los sistemas de seguridad demandados por las características de operación del sistema?	X		Si, se dispondrá de medidas y plan de respuesta y seguridad para casos de incendio, así mismo se contará una vez que entre en operación, con un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)
¿El equipo de seguridad se encuentra en buen estado?	X		
¿El equipo de seguridad y de atención de emergencias se encuentra bien distribuido en toda el área?	X		
¿Se cuenta con un plan de atención de emergencias?	X		
¿El personal se encuentra capacitado para actuar en caso de una emergencia?	X		Todo el personal estará capacitado.
¿Se tienen definidas las brigadas de atención a emergencias?	X		Se incluyen en el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) que se tiene contemplado para las instalaciones.
¿Se cuenta con letreros de señalización y advertencia distribuidos estratégicamente en el área?	X		

¿Se cuenta con sitios seguros para reunir al personal en caso de una emergencia?	X		
¿Se cuenta con las hojas de seguridad de las sustancias y/o materiales involucrados en la operación del sistema?	X		
¿Se tienen previstos los riesgos que representa la instalación al alcantarillado, suelo, atmósfera, etc.?	X		Si, mediante la MIA-P y Estudio de Riesgo Ambiental.

RESULTADOS.

Una vez revisadas las condiciones relativas a la planta proyectada con sus instalaciones, equipos y actividades de trasiego de gas, donde se ha establecido cual o cuales son las que representan riesgo de ocurrencia de un incidente, accidente o una emergencia durante las operaciones por el manejo del combustible, como única sustancia de alto riesgo que se manejará se tienen las siguientes condiciones.

Resultados de condiciones revisadas que potencialmente pueden generar riesgos o peligros de acuerdo al análisis de las listas de revisión anteriores:

CONDICIÓN (CARACTERÍSTICAS)	POTENCIALIDAD DE RIESGOS DURANTE EL MANEJO
CORROSIVIDAD.	MUY BAJA PROBABILIDAD
REACTIVIDAD.	MUY BAJA PROBABILIDAD
EXPLOSIVIDAD.	BAJA PROBABILIDAD
TOXICIDAD.	MUY BAJA PROBABILIDAD
INFLAMABILIDAD Y COMBUSTIÓN.	BAJA PROBABILIDAD
ALMACENAMIENTO.	BAJA PROBABILIDAD
UBICACIÓN.	MUY BAJA PROBABILIDAD
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD E INSTRUMENTACIÓN	BAJA PROBABILIDAD
ACCESORIOS.	BAJA PROBABILIDAD
OPERACIÓN (ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN).	BAJA PROBABILIDAD.
RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN.	MUY BAJA PROBABILIDAD

Una vez establecidas las condiciones que en base a los hallazgos de deficiencias que pueden materializar un peligro o peligros, será oportuno continuar con un análisis de riesgos en base a antecedentes de riesgos ocurridos en instalaciones similares, para posteriormente evaluar mediante otra metodología cualitativa; cuales serían los potenciales riesgos y conocer cuantitativamente las consecuencias mediante un método o programa confiable.

IV.5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

La identificación de peligros mediante un método cualitativo se desarrollará mediante el método HAZOP, tal como se ha señalado.

IV.5.1. JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS.

Para jerarquizar los eventos de riesgo en base a sus probabilidades de ocurrencia se recurrió al uso una técnica de jerarquización basada en el método de William Fine adaptada a las actividades de manejo de gas L.P., en la planta de gas (previamente se habrá obtenido una jerarquización de frecuencias mediante el método de árbol de fallos).

El proceso para determinar la criticidad del sistema puede ser tan sencillo como el que aquí se plantea (ISPE, 2008; Mariani, 2008):

- ✓ ¿Qué puede salir mal? (Riesgo)
- ✓ ¿Si sale mal, cuán serio será? (*Consecuencia*).
- ✓ ¿Cuál es la probabilidad de que salga mal? (*Probabilidad de ocurrencia*).

El Nivel de Riesgo es una combinación de estos criterios:

Riesgo=Consecuencia ×Probabilidad

Al juzgar la probabilidad, (posibilidad de que algo salga mal) los factores deben ser considerados en función del daño hipotético ver cuadro 1.

En principio debe definirse el sistema a considerar o analizar, en este caso con las operaciones de manejo de gas, en las cuales se ha identificado un punto o nodo de riesgo. Luego se deben considerar algunos principios base, a manera de preguntas como:

¿Cómo puede fallar un componente o parte de operaciones?	Se ha determinado en base a la determinación de los nodos.
¿Cuáles pueden ser las causas de que los fallos?	Se identifican al aplicar el método HAZOP
¿Qué consecuencias puede haber en caso de ocurrir los fallos?	Se identifican al aplicar el método HAZOP
¿Qué tan graves pueden ser esos fallos?	Se aplica el método de árbol de fallos y matriz de riesgo
¿Cómo se puede detectar cada modo de fallo?	En base a las características de la actividad (volumen de flujo, operaciones, equipos de seguridad, etc.)
¿Cuál es la probabilidad (frecuencia), de ocurrencia?	Se recurre al método de árbol de sucesos.

<u>Con estas bases es posible determinar el nivel de riesgo</u>:

De tal manera que el riesgo queda simplificado al obtener un nivel del mismo, para su determinación, sin embargo, es necesario contar con experiencia previa o un análisis histórico de las estadísticas, que determinan cuales son las probabilidades de que ocurra un determinado caso, de tal manera que la técnica se auxilia de los criterios de severidad de consecuencias y probabilidades, tal como se ha señala a continuación:

A continuación, el cuadro 1. *Consecuencias*; Muestra las descripciones de las consecuencias con un valor numérico asignado (el valor se aplica de manera objetiva).

Cuadro 1: Consecuencias.

Valor	Descripción	Seguridad Pérdida de vida	Medio Ambiente Pérdida de contención	Operativo Pérdida de equipo o recursos
5	Catastrófico	Múltiples muertes.	Pérdida mayor de contención con escapes severos al ambiente.	Pérdida de activos. Abandono de recipientes. Pérdida de estructura.
4	Severo	Posibles muertes. Múltiples heridas severas.	Pérdida de contención con escapes severos al ambiente.	Daño severo a los activos/ pérdida de operaciones.
3	Significante	Posibles heridas severas. Múltiples heridas menores.	Pérdida de contención con escapes significantes al ambiente.	Daño significante a equipos/ retraso de varios días en las operaciones.
2	Menor	Posibles heridas menores.	Pérdida de contención con escapes menores al ambiente.	Daño menor a equipos / retraso hasta un día en las operaciones.
1	Insignificante	Improbables heridas personales	Pérdida de contención sin escape al ambiente.	Daño menor a equipos / No hay retraso en las operaciones.

Como podemos observar, los criterios de consecuencias toman en cuenta factores como:

- ⇨ Seguridad y salud o integridad de las personas, grado de las mismas, Ej., fatal, mayor, menor.
- ⇨ Ambientales. Pérdida de contención, grado del mismo, Ej., mayor, serio, menor.
- ⇨ Operativas. Daño a la planta (instalación), o equipos, y grado del mismo, Ej. pérdida total, mayor, menor. Costos de operación y mantenimiento.
- ⇨ Tiempo promedio para reparar.

- Probabilidad. Al juzgar la probabilidad, (posibilidad de que algo salga mal) los factores en el cuadro 2 (*Probabilidades),* debe ser considerado en función al daño hipotético.

Cuadro 2. Probabilidades.

Valor	Descripción	Definición
5	Frecuente (10-1)	Un evento común que es probable que ocurra una vez por año o más.
4	Probable (10-2)	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
3	Posible (10-3)	Un evento probable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
2	Poco probable (10-4)	Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
1	Altamente improbable (10-5)	Un evento posible pero nunca experimentado. Hay extremadamente remotas posibilidades de que ocurra.

- Nivel de Riesgo.

El Nivel de Riesgo es el producto de la consecuencia, multiplicada por la probabilidad. El resultado es un valor de 1 a 25, que se puede observar en el cuadro *3.*

Cuadro 3: Matriz de nivel de riesgo.

↓ Consecuencia					
5 catastrófico	5	10	15	20	25
4 Severo	4	8	12	16	20
3 significante	3	6	9	12	15
2 menor	2	4	6	8	10
1 insignificante	1	2	3	4	5
Probabilidad →	1 altamente Improbable	2 improbable	3 posible	4 probable	5 frecuente

Luego de determinar el Nivel de Riesgo y adoptar las medidas necesarias para reducirlos, el proceso deberá reiterarse, obteniendo una evaluación de Riesgo Residual.

Riesgo residual. Se considera como tal al nivel de riesgo evaluado para el proceso o actividad en las instalaciones futuras, más las medidas que se tendrán disponibles o aquellas que será necesario adoptar.

El Riesgo Residual para cada acción deberá ser menor que el previamente calculado. Si éste no es el caso, el estudio deberá ser revisado.

- Criterios de Aceptabilidad.

Los riesgos son categorizados como altos, medios o bajos, dependiendo del valor obtenido al multiplicar consecuencia por probabilidad. Cuanto más bajo es el valor obtenido, más alto el riesgo de aceptabilidad para el riesgo.

La aceptabilidad para las categorías de riesgos es explicada en el cuadro *4 - Criterios de Aceptabilidad.*

Cuadro 4. Criterio de Aceptabilidad.

15-25	**ALTO RIESGO.** Las operaciones no deben continuar. Se deben desarrollar métodos alternativos para la reducción de riesgos.
8-12	**MEDIO RIESGO.** Pueden ser necesarias algunas consideraciones. Recomendación de aplicación de medidas de reducción de riesgos y/o planes de contingencias.
1-6	**BAJO RIESGO.** Las operaciones pueden continuar sin mayores controles. Considerar relaciones costo beneficio que se puedan alcanzar.

FUENTES: Guía para la elaboración del análisis de Riesgo para el sector hidrocarburos, SEMARNAT-ASEA-2018.
Michael Herrera-Galán, Yoenia Duany Alfonso. Validación de procesos con análisis inicial de criticidad aplicado a la obtención del principio activo policosanol (PPG). DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v19n1.50002.
Método matemático propuesto por William T. Fine TURMO SIERRA, E. Evaluación matemática para control de riesgos Traducción del trabajo de FINE, William, T. Mathematical Evaluations for Controlling Hazards.

IV.5.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

IV.5.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS.

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE FRECUENCIAS. MÉTODO DEL ÁRBOL DE SUCESOS.

Descripción.

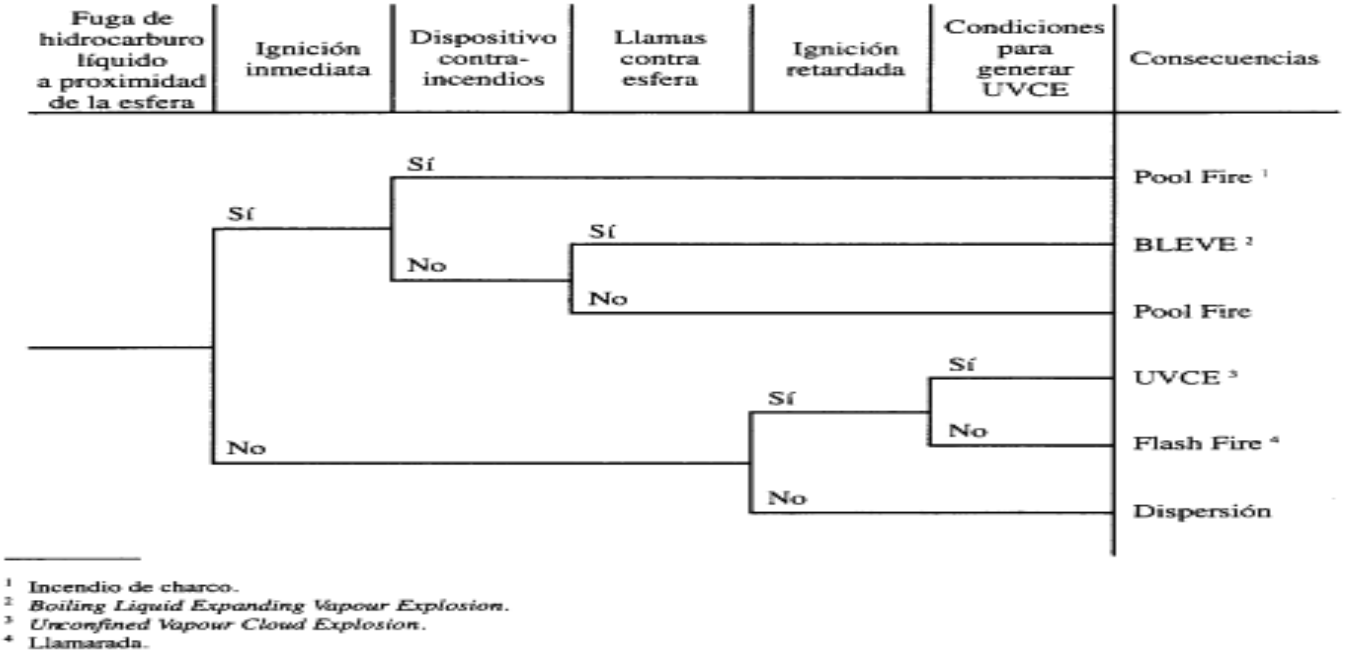
El árbol de sucesos o análisis de secuencias de sucesos es un método inductivo que describe la evolución de un suceso iniciador sobre la base de la respuesta de distintos sistemas tecnológicos o condiciones externas.

Partiendo del suceso iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol describe las secuencias accidentales que conducen a distintos eventos.

A) CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL

La construcción del árbol inicia con la identificación de los N factores condicionantes de la evolución del suceso iniciador. A continuación, se colocan estos como cabezales de la estructura gráfica. Partiendo del iniciador se plantea sistemáticamente dos bifurcaciones: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso condicionante y en la parte inferior se representa el fallo o no ocurrencia del mismo.

Figura 19. Esquema general de un árbol de sucesos.



Se obtienen así 2N combinaciones o secuencias teóricas. Sin embargo, las dependencias entre los sucesos hacen que la ocurrencia o éxito de uno de ellos pueda eliminar la posibilidad de otros, reduciéndose así el número total de secuencias.

La disposición horizontal de los cabezales se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente si bien este criterio es difícil de aplicar en algunos casos.

B) EVALUACIÓN DEL ÁRBOL

El árbol de sucesos así definido tiene las siguientes características:

- El suceso iniciador está determinado por una frecuencia (f), expresada normalmente en ocasiones por año.
- Los N factores condicionantes son sucesos definidos por su probabilidad de ocurrencia: pi, i=1,N.
- Los sucesos complementarios de estos tienen asociados, una probabilidad de 1-pi, i=1,N.

Como se considera que los factores condicionantes son sucesos independientes, cada una de las secuencias, s, tiene asociada una frecuencia, f, de:

$$f_s = f \cdot \prod_{i,j} p_i \cdot (1 - p_j) \quad i = 1, N_{ij} = 1, n_j$$

SIENDO:

Ni: el número de sucesos de éxito de la secuencia s.

Nj: el número de sucesos de fallo de la secuencia s.

De esta forma también se cumple que la suma de las frecuencias de todas las secuencias accidentales es igual a la frecuencia del iniciador: $\Sigma f_s = f$

La obtención de los valores pi se basa generalmente en datos bibliográficos, estimaciones de expertos o en la aplicación de la técnica del árbol de fallos descrita en el apartado anterior.

Ámbito de aplicación. La técnica se utiliza con especial énfasis para describir la evolución de fugas de productos según sus características y el entorno en el cual tienen lugar.

Recursos necesarios. La técnica es poco laboriosa y no requiere preparación específica en su uso, si bien los analistas deberán conocer los fenómenos en juego.

Soportes informáticos. El uso de un código de ordenador se recomienda en el caso en que el número de sistemas y componentes sea muy elevado y se quiera llevar a cabo un estudio de los conjuntos mínimos de las secuencias accidentales (básicamente si existen dependencias funcionales en la estructura).

Ventajas/Inconvenientes.

VENTAJAS.

1. Permite un estudio sistemático y exhaustivo de la evolución de un suceso.
2. Su aplicación es muy sencilla.

INCONVENIENTES.

1. El valor obtenido está sujeto a incertidumbre por la dificultad que existe normalmente en evaluar las probabilidades de los factores asociados.
2. Si el árbol es grande su tratamiento puede hacerse laborioso.

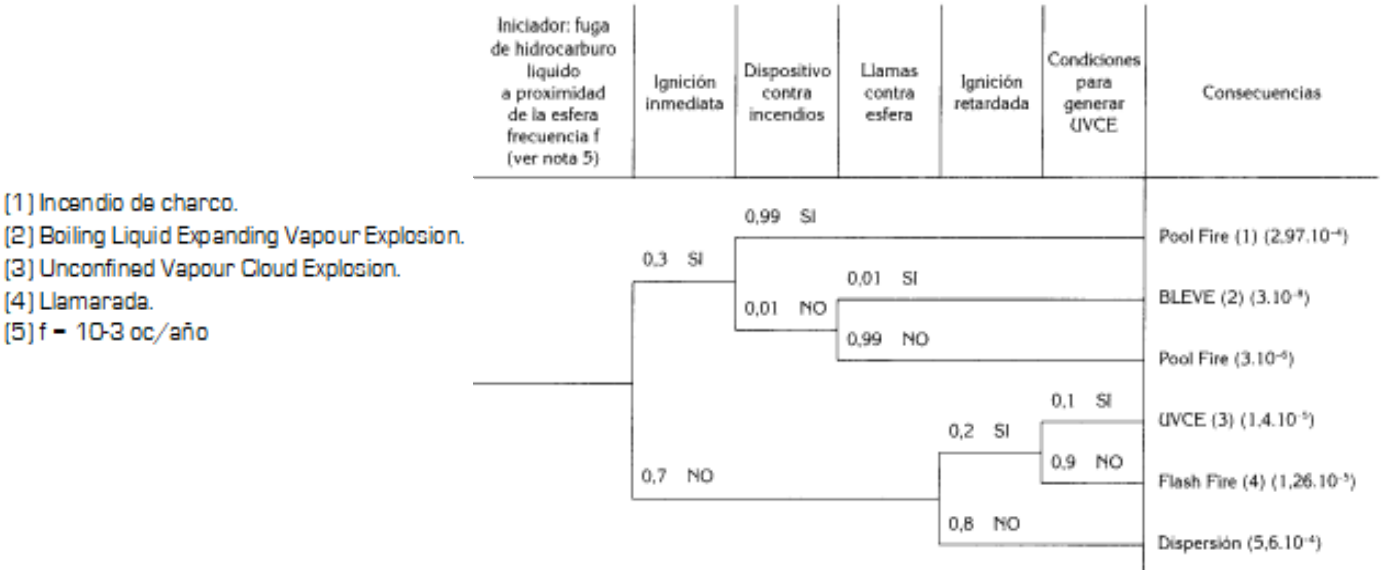
Ejemplos.

Se reseña a continuación un árbol de sucesos correspondiente al siguiente iniciador: «Fuga de hidrocarburo líquido en la proximidad de una esfera de GLP (Gas Licuado del Petróleo).

A) CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL DE SUCESOS

En la figura siguiente se representa el árbol de sucesos. Básicamente contiene:

Figura 20. Método del árbol de sucesos. Ejemplo.



Suceso iniciador. Se considera la fuga de hidrocarburo líquido en la proximidad de unas esferas. Este suceso tiene una frecuencia de 10-3 oc/año.

Factores condicionantes de la evolución del suceso que se indican en la cabecera del esquema:

- Ignición inmediata, representa la probabilidad de que se produzca la ignición en el momento de la fuga. Se considera que la probabilidad de que esto ocurra es de 0,3 El suceso complementario tiene una probabilidad de 1-0,3 = 0,7.
- Correcto funcionamiento del dispositivo contra incendios. Se refiere a la puesta en marcha de los sprinklers que son capaces de refrigerar la esfera sometida a radicación térmica. Se considera que la probabilidad de correcto funcionamiento es de 0,99.
- Llamas contra esfera, representa, la probabilidad de que las llamas incidan directamente sobre la esfera, dependiendo del punto de fuga. Se considera una probabilidad de 0,01.

- Ignición retardada, representa la probabilidad que la ignición se produzca a cierta distancia del punto de fuga, dependiendo de la presencia de fuentes de ignición. Se considera una probabilidad de 0,2.
- Por último, se indica en la columna Condiciones para generar una UVCE, la probabilidad de que el gas entre límites de inflamabilidad sea suficiente para dar lugar a una explosión no confinada. Se estima esta probabilidad en 0, 1.

Consecuencias.

Inicialmente en la columna consecuencias se indica el tipo de fenómeno asociado a la secuencia planteada. En el caso de la primera secuencia se contemplan los fenómenos siguientes:

- Fuga de GLP.
- Ignición inmediata.
- Correcta refrigeración de la esfera.

Tal secuencia conduce a un incendio del charco de GLP derramado.

La segunda secuencia comporta:

- Fuga de GLP.
- Ignición inmediata de los vapores.
- Mal funcionamiento de los sprinklers.
- Incidencia directa de las llamas sobre la esfera.

Tal secuencia puede producir la BLEVE de la esfera.

B) EVALUACIÓN DEL ÁRBOL DE SUCESOS.

Para cada una de las secuencias se procede a la evaluación de las secuencias obtenido por producto de la frecuencia del iniciador y la probabilidad de los sucesos de la secuencia. Así las dos primeras secuencias tienen unas frecuencias respectivas de:

10-3 oc/año x 0,3 x 0,99 = 2,9.10-4

10-3 oc/año x 0,3 x 0,01 x 0,01 = 3.10-8

De forma que globalmente se tiene:

Suceso	Frecuencia (oc/año)
Pool fire	3.10^{-4} (secuencia 1 y 2)
BLEVE	3.10^{-8}
UVCE	$1,4.\ 10^{-5}$
Flash fire	$1,26.10^{-5}$
Dispersión	$5,6.10^{-4}$

La siguiente figura muestra de manera simple, la secuencia del árbol de sucesos en un ejemplo para gas L.P.:

Figura 21. Árbol de sucesos para fuga de gas L.P. en zonas de manejo.

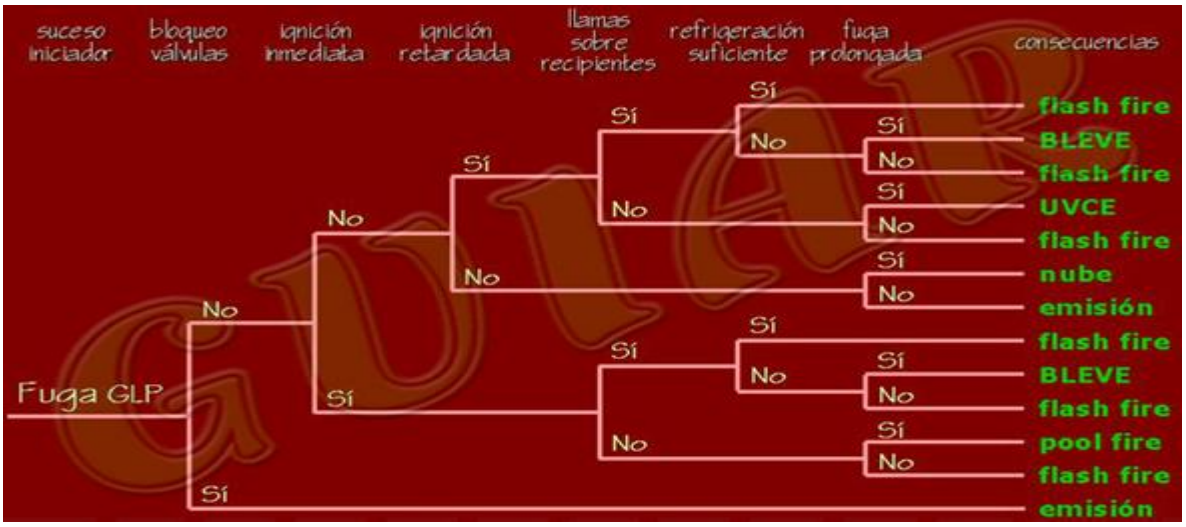


Figura 22. ejemplo simplificado de un árbol de sucesos para fuga de gas L.P. en zonas de manejo



IV.5.3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO PARA LA PLANTA DE GAS PROYECTADA.

El análisis de frecuencias o probabilidades fue realizado en base al método de árbol de sucesos, para su desarrollo se realizaron las siguientes consideraciones:

El suceso iniciador de un evento es una fuga de gas L.P. cuya frecuencia es de 0.1 evento (se estima que puede ocurrir un evento de fuga, que derive en consecuencias, una vez cada 10 años).

Los factores condicionantes son sucesos definidos en base a la probabilidad de ocurrencia, estos son independientes para cada secuencia en que derivaría el suceso iniciador (evolución del suceso iniciador), estos sucesos y las probabilidades de que ocurran son los siguientes:

CALCULO DEL VALOR DE FACTORES CONDICIONANTES PARA ESTIMAR LAS FRECUENCIAS.

En base a las probabilidades de ocurrencia de eventos, considerando de igual manera el número de veces que se existe la circunstancia de presencia de la condicionante para que se presente la consecuencia, por ejemplo durante 5 días por año se presentaría una ignición inmediata (5/365), entonces la probabilidad de que se incendie la masa de gas durante una fuga es de 0.0136 veces, y tomando como porcentaje la unidad; la probabilidad de éxito o de que no exista ignición inmediata es de 0.986 veces (360/365), de tal manera que en base al método de árbol de fallos se tiene la secuencia 1 y la frecuencia en que se puede presentar que a su vez es por año (el evento iniciador sigue con bajas probabilidades de ocurrencia para derivar en consecuencias (1 vez cada 10 años).

La siguiente tabla muestra las probabilidades de eventos por fuga simple de gas L.P., en base a la jerarquización de riesgos propuesta por PEMEX.

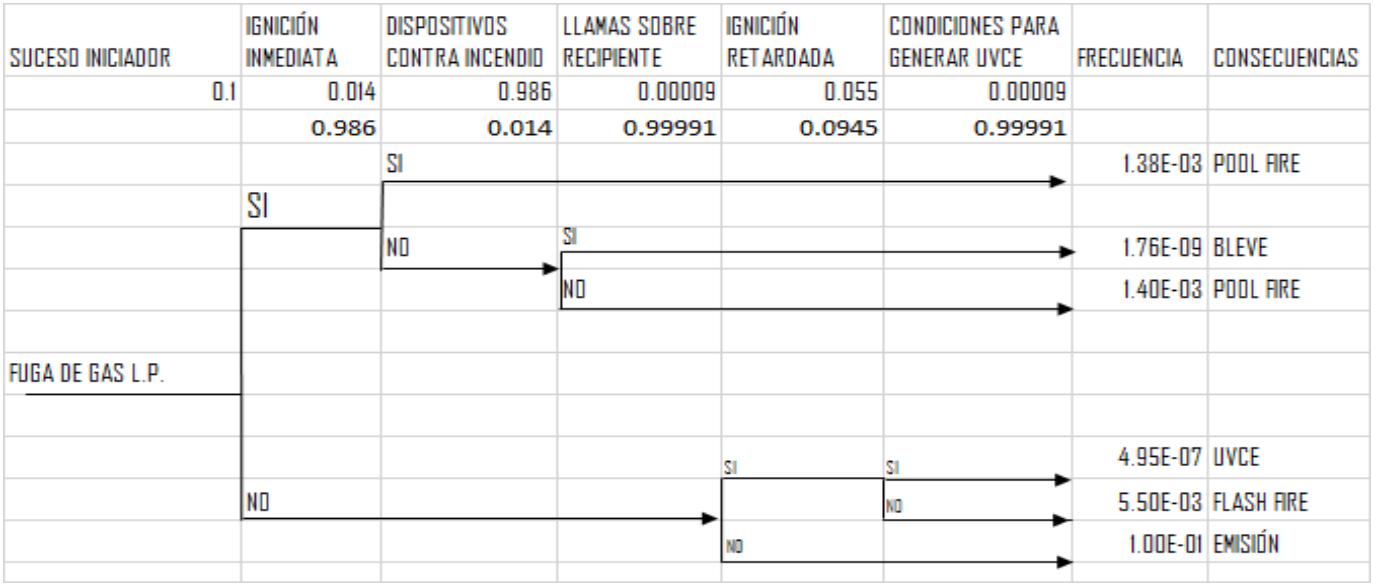
DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	VECES	TIEMPO (AÑOS)	PROBABILIDAD	VALOR
FRECUENTE	UN EVENTO COMÚN QUE ES PROBABLE UNA VEZ POR AÑO O MAS.	1	1	1	5
PROBABLE	PUEDE OCURRIR UNA O MÁS VECES EN UN PERIODO DE 5 AÑOS	1	5	0.2	4
POSIBLE	PUEDE OCURRIR UNA VEZ EN 10 AÑOS	1	10	0.1	3
IMPROBABLE	PUEDE OCURRIR UNA VEZ EN 30 AÑOS.	1	30	0.03333333	2
ALTAMENTE IMPROBABLE	PUEDE OCURRIR SOLAMENTE UNA VEZ EN LA VIDA ÚTIL DE LA INSTALACIÓN.	1	50	0.02	1

Fuente: Guías Técnicas para realizar análisis de riesgo de proceso PEMEX Rev. 2.

La siguiente tabla muestra los valores de cada condición potencial que derivaría en un evento que es consecuencia de una fuga de gas como evento iniciador, estos valores se utilizarán para establecer las frecuencias de cada consecuencia:

CONDICIÓN.	VECES POR AÑO	DÍAS DE EFECTIVIDAD O FALLO	DÍAS/AÑO	SE PRESENTA (ÉXITO)	
				SI	NO
IGNICIÓN INMEDIATA	5 DÍAS POR AÑO	5	365	0.01369	0.9863014
DISPOSITIVOS CONTRA INCENDIO	350 DÍAS POR AÑO	364	365	0.997260	0.0027397
LLAMAS SOBRE RECIPIENTE	0.033 DÍAS POR AÑO	0.033	365	9.12329E-05	0.9999088
IGNICIÓN RETARDADA	20 DÍAS POR AÑO	20	365	0.054794	0.9452055
CONDICIONES PARA GENERAR UVCE	0.033 DÍAS POR AÑO	0.033	365	9.12329E-05	0.9999088

RESULTADOS (CONSECUENCIAS), DE ACUERDO AL ÁRBOL DE SUCESOS. El tipo de efectos depende de la interacción entre el suceso iniciador y los factores condicionantes, mismos que para el desarrollo del método no adiciona la efectividad del personal para el control del evento referente al recurso humano; el siguiente esquema muestra el tipo de consecuencias y su frecuencia en base a la aplicación del método aplicada para las instalaciones proyectadas de la planta de almacenamiento de gas L.P.



HAZOP	SUCESO INICIADOR	IGNICIÓN INMEDIATA	DISPOSITIVOS CONTRA INCENDIO	LLAMAS SOBRE RECIPIENTE	IGNICIÓN RETARDADA	CONDICIONES PARA GENERAR UVCE	CONSECUENCIAS
1	X	X	X				
2	X	X	X				
3	X		X				
4	X				X		
5	X				X		
1	X	X					
2	X				X		
3	X	X					
1	X	X					
2	X	X					
3	X	X					
4	X	X					
5	X				X		

IV.5.4. MÉTODO HAZOP PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Descripción y aplicación del método HAZOP. (Análisis funcional de operatividad).

El método se aplica por su utilidad, ya que en la planta de gas se tomará en cuenta como unidad de proceso; el manejo del combustible.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.

El método nació en 1963 en la compañía ICI *(Imperial Chemical Industries)*, en una época en que se aplicaba en otras áreas las técnicas de análisis crítico. Estas técnicas consistían en un análisis sistematizado de un problema a través del planteamiento y respuestas a una serie de preguntas (¿cómo?, ¿cuándo?, ¿por qué? ¿Quién?, etc.). La aplicación de estas técnicas al diseño de una planta química nueva, puso de manifiesto una serie de puntos débiles del diseño.

El método se formalizó posteriormente y ha sido ampliamente utilizado en el campo químico, como una técnica particularmente apropiada a la identificación de riesgos en una instalación industrial.

El HAZOP o AFO (Análisis Funcional de Operatividad) es una técnica de identificación de riesgos inductiva, basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso, con respecto de los parámetros normales de operación. La característica principal del método es que es realizado por un equipo multidisciplinario de trabajo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas denominadas «palabras guías». La secuencia lógica en la ejecución del método HAZOP es la siguiente:

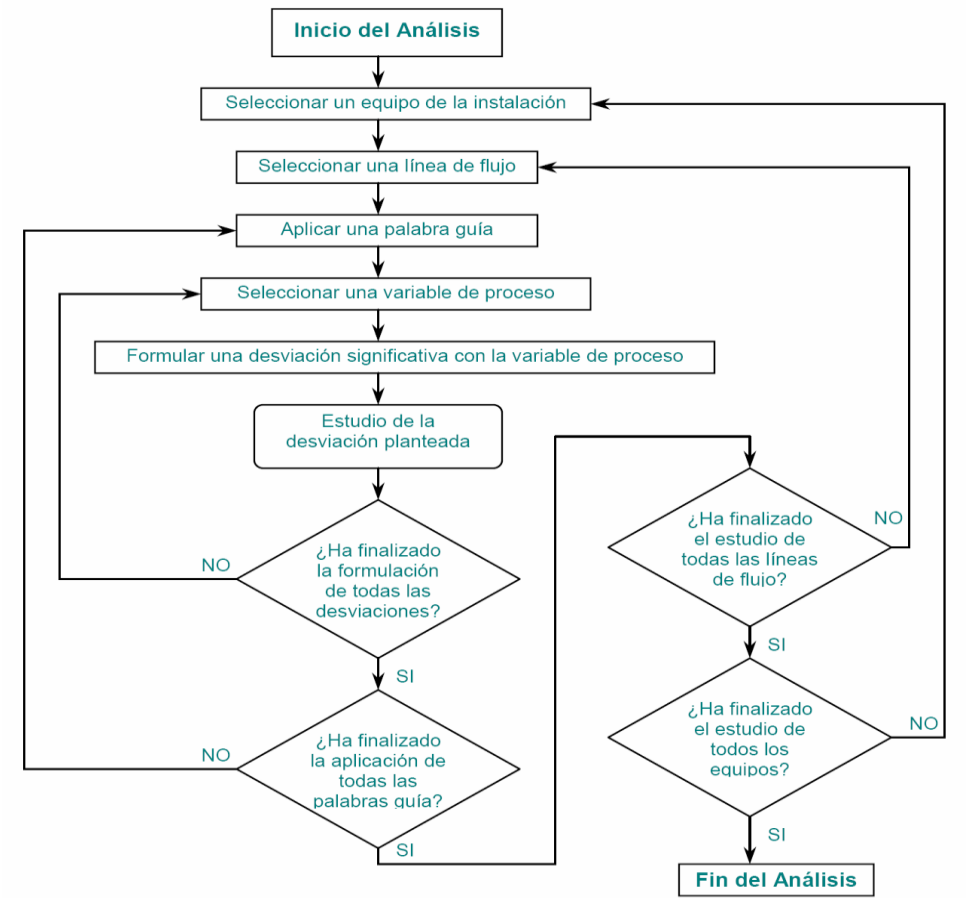


Diagrama lógico de ejecución del análisis HAZOP.

La aplicación del método para este estudio se enfoca particularmente al tipo de riesgos probables en las instalaciones proyectadas utilizando las "palabras guía" para indicar el concepto que representan a cada uno de los nodos definidos que entran o salen de un elemento determinado. Se aplican tanto a acciones (transferencias, etc.) como a parámetros específicos (presión, flujo, temperatura, etc.). La siguiente tabla (número 20), presenta algunas palabras guía y su significado (aplicable a la evaluación de las instalaciones proyectadas).

PALABRA GUÍA	SIGNIFICADO	EJEMPLO DE DESVIACIÓN	EJEMPLO DE CAUSAS ORIGINADORAS
NO, NADA	Ausencia de la variable a la cual se aplica	No hay flujo en una línea	Bloqueo; fallo de bombeo; válvula cerrada o atascada; fuga; válvula abierta; fallo de control.
MÁS MAYOR	Aumento cuantitativo de una variable	Más flujo Más presión	Error operativo, succión presurizada; sobrellenado; fuga; lectura errónea de instrumentos.
		Más temperatura	Fuegos exteriores; bloqueo; puntos calientes.
MENOS MENOR	Disminución cuantitativa de una variable	Menos flujo Menos presión	Fallo de bombeo; fuga; bloqueo parcial; sedimentos en línea; falta de carga; no abren válvulas.
		Menos temperatura	Pérdidas de calor; disminución de temperatura.
INVERSO	Analiza la inversión en el sentido de la variable. Se obtiene el efecto contrario al que se pretende	Flujo inverso	Fallo de bomba; inversión de bombeo; válvula anti retorno que falla o está insertada en la tubería de forma incorrecta.
ADEMÁS DE	Aumento cualitativo. Se obtiene algo más que las intenciones del diseño	Impurezas o una fase extraordinaria	Entrada de contaminantes del exterior como aire, agua o aceites; productos de corrosión; fallo de aislamiento; presencia de materiales por fugas interiores.
PARTE DE	Disminución cualitativa. Parte de lo que debería ocurrir sucede según lo previsto	Disminución de flujo, solo sale parcialmente.	Flujo bajo debido a fallos en bomba o tubería y manguera presionada.
DIFERENTE DE	Actividades distintas respecto a la operación normal	Cualquier actividad	Condiciones de planta diferentes a las de operación normal: Arranque, Paro, Alivio Instrumentación, Muestreo, Ausencia de corriente, Corrosión, Mantenimiento, Tierras/estática, Erosión, Temperaturas extremas, Terremoto, Huracán, Colisión vehicular, Inundación, Sabotaje.

La aplicación del método HAZOP (análisis de operatividad), se aplicó considerando las instalaciones y accesorios del tanque de almacenamiento (de 250,000 litros de capacidad, base agua), desde las tomas de recepción y líneas de tuberías por donde se abastece el gas hacia del tanque almacenamiento; el trasiego en las tomas de suministro a autotanques; toma de carburación de auto abasto y en anden de llenado de cilindros portátiles; así como equipos y dispositivos, tanto operativos, como de seguridad, que necesariamente intervienen en las operaciones, como son las bombas para el trasiego, controles eléctricos, bombas de la red contra incendio y, desde luego las actividades de manejo y trasiego de gas L.P. incluyendo el mantenimiento.

De esta manera, tanto Las instalaciones (áreas), equipos completos (secuencia desde las tomas de recepción hasta el tanque de almacenamiento), y las actividades de manejo del gas, se consideran unidades independientes como secciones consideradas nodos o puntos de riesgo,

para ello nos auxiliamos de los diagramas del plano mecánico y civil de las instalaciones proyectadas y los procedimientos operativos y de mantenimiento que se tendrán para este tipo de instalaciones. Los criterios considerados para determinar esos nodos fueron:

a) Serán equipos e instalaciones involucrados directamente con las operaciones de manejo de gas L.P. (tubería, tanques, bombas, etc.)

b) El factor humano es el responsable de realizar las operaciones en base a procedimientos preestablecidos.

c) El tracto-camión y semirremolque, así como autotanques y andén de llenado de cilindros, son las unidades móviles y sistema fijo que intervienen en las operaciones, ya que a través de éstos se trasiega el gas.

d) El mantenimiento de los equipos es parte esencial en toda operación de manejo de sustancias peligrosas.

Las medidas, procedimientos y equipos de seguridad (red contra incendio), son elementos auxiliares para minimizar algún evento incidental peligroso.

1. Definición del área de estudio

La primera fase del estudio HAZOP consiste en delimitar las áreas a las cuales se aplica la técnica. En una instalación de proceso, considerada como el sistema objeto de estudio, se definirán para mayor comodidad una serie de subsistemas o unidades que corresponden a entidades funcionales propias, como, por ejemplo: preparación de materias primas, reacción, separación de disolventes, etc.

2. Definición de los nodos.

En cada subsistema se identificarán una serie de nodos o puntos claramente localizados en el proceso u operaciones. Ejemplos de nodos pueden ser: tubería de alimentación de una sustancia química, un compresor aguas arriba de una válvula reductora, impulsión de una bomba, superficie de un depósito, etc. Cada nodo será numerado correlativamente dentro de cada subsistema y en el sentido de proceso para mayor comodidad.

La técnica HAZOP se aplica a cada uno de estos puntos. Cada nodo vendrá caracterizado por unos valores determinados de las variables de proceso: presión, temperatura, caudal, nivel, composición, estado, etc.

Los criterios para seleccionar los nodos, tomarán básicamente en consideración los puntos de operaciones en los cuales se produzca una variación significativa de alguna de las variables operativas.

Es conveniente, a efectos de la reproducibilidad de los estudios reflejar en unos esquemas simplificados (o en los propios diagramas de tuberías e instrumentación), los subsistemas considerados y la posición exacta de cada nodo y su numeración en cada subsistema.

Es de notar que, por su amplio uso, la técnica tiene variantes en cuanto a su utilización, que se consideran igualmente válidas. Entre estas destacan, por ejemplo, la sustitución del concepto de nodo por él de tramo de tubería o la identificación nodo-equipo.

3. Definición de las desviaciones a estudiar:

Para cada nodo se plantea de forma sistemática las desviaciones de las variables de proceso aplicando a cada variable una palabra guía. En la tabla 21 se indican las principales palabras guía y su significado.

El HAZOP puede consistir en una aplicación exhaustiva de todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no tengan sentido para un nodo determinado. Alternativamente, se puede fijar a priori en una fase previa de preparación del HAZOP la lista de las desviaciones esenciales a estudiar en cada nodo. En el primer caso se garantiza la exhaustividad del método, mientras que, en el segundo, el estudio más dirigido puede resultar menos laborioso.

4. Sesiones HAZOP:

Las sesiones HAZOP tienen como objetivo inmediato analizar las desviaciones planteadas de forma ordenada y siguiendo un formato de recogida similar al propuesto. En la tabla 22 se describe el contenido de cada una de las columnas.

El documento de trabajo principal utilizado en las sesiones son los diagramas de tuberías e instrumentación, aunque puedan ser necesarias consultas a otros documentos: diagramas de flujo o *flow sheet*, manuales de operación, especificaciones técnicas, etc.

Para instalaciones de proceso discontinuo, al ser secuencial el proceso, el planteamiento difiere y la reflexión tiene que llevarse a cabo para cada paso del proceso. El formato de registro es el señalado en la tabla 23.

Tabla 21. Palabras guía del HAZOP.

Palabra guía	Significado	Aplicación	Observaciones
No	Se plantea para estudiar la ausencia de la variable a la cual se aplica	Caudal. Nivel (vaciado de un equipo)	
Inverso	Analiza la inversión en el sentido de la variable	Caudal	Esta variable en algunos casos se omite y su efecto se contempla con la anterior
Más	Se plantea para estudiar un aumento cuantitativo de la variable	Temperatura, presión, caudal (composición constante). nivel	

Menos	Se plantea para estudiar una disminución cuantitativa de la variable	Temperatura, presión, caudal (composición constante). nivel	
Más Cualitativo	Estudia el aumento o presencia de un componente de una mezcla	Caudal (mayor cantidad de un producto en una mezcla, presencia de impurezas.	
Menos cualitativo	Estudia la reducción de un componente en una mezcla	Caudal (menor cantidad de un producto en una mezcla, alta de un componente	Ambos términos corresponden a los originales (Part of. Cambio de composición), (More Than: Más componentes presentes en el sistema (vapor, sólidos, impurezas)).
Otro	Estudia el cambio completo en la variable	Caudal, (cambio completo de producto). Estado	El término original (other than) se aplica a cambios respecto de la operación normal (mantenimiento, cambio, catalizador)

Tabla 22. Formato de registro del HAZOP, (proceso continuo)

Planta:			Unidad:			Subsistema:		
Nodo	Palabra guía	Desviación de la variable.	Posibles causas	Consecuencias	Respuesta control	Señalización	Acción a tomar	Comentarios

Tabla 23. Formato de registro del HAZOP, (proceso discontinuo)

Planta:				Sistema:					
Nodo	Operación	Palabra guía	Desviación de la variable.	Posibles causas	Consecuencias	Señalización	Actuación	Acción requerida	observaciones

Como se ha señalado, las sesiones serán llevadas a cabo por un equipo de trabajo multidisciplinario.

5. Informe final.

El informe final de un HAZOP constará de los siguientes documentos:

- Esquemas simplificados con la situación y numeración de los nodos de cada subsistema.
- Formatos de recogida de las sesiones con indicación de las fechas de realización y composición del equipo de trabajo.
- Análisis de los resultados obtenidos. Se puede llevar a cabo una clasificación cualitativa de las consecuencias identificadas.
- Lista de las medidas a tomar obtenidas. Constituyen una lista preliminar que debería ser debidamente estudiada en función de otros criterios (impacto sobre el resto de la instalación, mejor solución técnica, costo, etc.) y cuando se tengan más elementos de decisión (frecuencia del suceso y sus consecuencias).
- Lista de los sucesos iniciadores identificado.

Ámbito de aplicación.

El método encuentra su utilidad, principalmente, en áreas de proceso de relativa complejidad, o en áreas de almacenamiento con equipos de regulación o diversidad de tipos de trasiego.

Es particularmente provechosa su aplicación en instalaciones donde se manejan sustancias riesgosas, porque puede poner de manifiesto fallos de diseño, construcción, etc. que han podido pasar desapercibidos en la fase de concepción. Por otra parte, las modificaciones que puedan surgir del estudio pueden ser más fácilmente incorporadas al diseño.

Aunque el método esté enfocado básicamente a identificar sucesos iniciadores relativos a la operación de la instalación, por su propia esencia, también puede ser utilizado para sucesos iniciadores externos a la misma.

Recursos necesarios.

La característica principal de la técnica es que se realiza en equipo, en sesiones de trabajo dirigidas por un coordinador. El equipo de trabajo deberá estar compuesto, como mínimo, por:

- Responsable de proceso.
- Responsable de la operación de instalaciones.
- Responsable de seguridad.
- Responsable del mantenimiento.
- Coordinador.

Adicionalmente se puede recurrir a consultas puntuales a técnicos de otras áreas, como instrumentación, laboratorio, etc. En una instalación en fase de diseño se completará el equipo con un responsable del diseño, uno de proyecto y el futuro responsable de la puesta en marcha.

Las personas que toman parte en las sesiones deberán de ser personas:

- Muy conocedoras de las instalaciones y expertas en su campo.
- Dispuestas a participar activamente.

No es necesario que tengan un conocimiento previo del método en sí.

Una de las personas que formen parte del equipo de trabajo tendrá encomendada la labor de transcripción de las sesiones de forma precisa y lo más completa posible, quien deberá tener capacidad de síntesis y un buen conocimiento tanto de la instalación como del método. Destaca en el método el papel del coordinador quien conduce las sesiones. Deberá de ser una persona:

- Relativamente «objetiva».
- Con un buen conocimiento del método.
- Con amplia experiencia industrial.
- Con capacidad de organización (debe potenciar la participación de todos los presentes, cortar discusiones improductivas, estimular la imaginación, favorecer un ambiente de colaboración y competencia «sanos», etc.).

En promedio se podría evaluar en tres horas el tiempo de dedicación necesario para cada nodo a estudiar, repartidas en partes iguales en:

- Preparación.
- Sesión.
- Revisión y análisis de resultados.

Siendo las actividades primera y última, las realizadas por el coordinador.

Soportes informáticos.

Existen algunos códigos informáticos que permiten registrar las sesiones de HAZOP de forma directa. Entre ellos se puede citar: el código desarrollado por la compañía Dupont de Nemours, HAZSEC (compañía Technica), HAZTRAC (Technica), HAZOP (compañía ITSEMAP), etc. Guían al técnico durante las sesiones y permiten en general una posterior agrupación y clasificación de las recomendaciones surgidas en el estudio.

Ventajas.

Además de cubrir los objetivos para los cuales se utiliza el método, se pueden destacar, entre otras, las siguientes ventajas adicionales al método:

- Ocasión perfecta y quizás «única» para contrastar distintos puntos de vista de una instalación.
- Es una técnica sistemática, que puede crear, desde el punto de vista de seguridad, hábitos metodológicos útiles.
- El coordinador mejora su conocimiento del proceso.
- No requiere prácticamente recursos a exclusión del tiempo de dedicación, etc.

IV.5.5. APLICACIÓN DEL MÉTODO HAZOP PARA LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO.

Para la identificación de los riesgos en las áreas de proceso y almacenamiento de gas, se empleó la metodología de Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP), en la cual se integra la metodología para sistemáticamente revisar el diseño, operación de la instalación y sus actividades, para identificar la ocurrencia potencial de riesgos hacia el personal, las propiedades o el medio ambiente. La metodología se empleó de acuerdo a sus propias especificaciones, incluyendo no solo las acciones establecidas por la instalación, en cada una de las áreas analizadas; sino también las acciones recomendadas y orientadas a instalar, o en su caso mejorar, los dispositivos que actualmente se tienen previstos para el control o prevención de cualquier eventualidad.

Para la ejecución de la metodología HAZOP se emplearán palabras guías específicas, que, al combinarse con los principales parámetros de operación, se estima cualitativamente el riesgo operativo y/o ambiental de la instalación que conforma el sistema.

Con las consideraciones anteriores se seleccionan los equipos, líneas de procesos u otros que se desean evaluar, llenando los formatos o cédulas apropiadas para tener un seguimiento ordenado de las evaluaciones.

Para el uso de dicha metodología, se considera que los principales riesgos potenciales de la instalación se encuentran localizados en áreas específicas, y dadas las operaciones a efectuar en la planta de almacenamiento para distribución, se consideran las siguientes áreas/actividades, como nodos a evaluar para la instalación.

De esta manera, los nodos o área de estudio específico de las instalaciones una vez que entren en operación, serán los sistemas u operaciones siguientes:

1. El abastecimiento de gas a través de las tomas de recepción y línea de descarga del semirremolque.

2. La línea de tubería desde las tomas de recepción hasta el tanque de almacenamiento, implicando la actividad de transvasado (3" y 2" de diámetro para líquido y vapor), es decir, el paso de gas de un recipiente a otro por medio de tubería rígida, sobre todo cuando uno de los recipientes se encuentra sobre una unidad móvil, esto es, de un tanque en un semirremolque al tanque de almacenamiento fijo.

3. El almacenamiento del combustible en 1 recipiente cilíndrico-horizontal; con capacidad de 250,000 litros, incluye actividades de supervisión y mantenimiento.

4. Envío de gas L.P., del tanque de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes portátiles, a través de ramificaciones de tubería de acero cédula 40, sin costura de 2" de Ø; con salidas; a una presión de 3 a 5 kg/cm^2.

5. Las operaciones de suministro de gas en las tomas de suministro a autotanques y/o carburación de autoabasto, que parte de tuberías de 2 y 3 pulgadas de diámetro (que pasa de tuberías a mangueras de 2 pulgadas; 1+1/4 de pulgada, se incluyen las actividades de supervisión y mantenimiento (incluye actividades de desfogue), en las instalaciones proyectadas de la planta, maniobras de unidades de reparto de cilindros portátiles y su carga en estacionamientos de la planta.

De tal manera que los nodos a evaluar serán los siguientes (incluye operaciones y equipos):

Número de Nodo	IDENTIFICACIÓN	ÁREAS DE LA EMPRESA	REVISIÓN	EQUIPOS Y/O ACTIVIDADES.
1	1. El abastecimiento de gas a través de las tomas de recepción y línea de semirremolque.	Área de las tomas de recepción de gas L.P., y línea de semirremolque.	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de actividades.	Tubería, manguera, compresor y válvulas de seguridad.
2	La línea de tubería desde las tomas de recepción hasta el tanque de almacenamiento,	Trayectoria de tuberías desde las tomas de recepción, hasta el	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y	Tubería, válvulas, tanque de almacenamiento

	implicando la actividad de transvasado.	tanque.	procedimientos de actividades.	procedimientos.
3	El almacenamiento del combustible en el recipiente cilíndrico horizontal con capacidad de 250,000 litros. (Tanque 1).	Área del tanque de almacenamiento de gas L.P.; instrumental de seguridad y sistema de rociadores por el tanque.	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de actividades.	Tanque de almacenamiento válvulas de seguridad, manómetro, termómetro y mantenimiento
4	Envío de gas L.P., del tanque de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes portátiles, a través de ramificaciones de tubería de acero cédula 40, sin costura de 2" de Ø; con salidas; a una presión de 3 a 5 kg/cm^2.	Trayectoria de tuberías desde las válvulas de servicio del tanque al muelle de llenado.	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de actividades. Procedimientos de llenado de cilindros portátiles. Procedimientos de mantenimiento en instalaciones.	Tubería, válvulas, instalaciones, procedimientos.
5	Las operaciones de suministro de gas en la toma de suministro a autotanques y/o toma de carburación de auto abasto incluyen actividades de supervisión y mantenimiento.	Área de las tomas de suministro y áreas del tanque de almacenamiento del gas L.P.	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de actividades.	Tubería, válvulas, instalaciones, procedimientos.
	Maniobras de unidades de reparto de gas L.P., en cilindros en las zonas de estacionamiento. Desfogue de gas L.P.	Zonas de carga y estacionamiento de unidades de reparto.	Procedimientos de carga de unidades y plano de arreglo de planta.	Registros de mantenimiento y equipamiento a unidades de reparto.

Para realizar objetivamente el método HAZOP, se determinó lo siguiente:

• Solamente incluir causas probables y creíbles de desviaciones que podrían ocasionar consecuencias graves o de un nivel de riesgo posible y creíble.

• Evaluación cualitativa y probabilista del riesgo (matriz de riesgo), incluye el tipo de consecuencias lo que determina el nivel de riesgo y la identificación de los riesgos más probables, más graves y catastrófico.

• Se identifican las salvaguardas existentes tanto a nivel de ingeniería de diseño de instalaciones como administrativas (de mantenimiento, capacitación de personal, etc., diseñadas para proteger el proceso o sistema de desviaciones específicas).

• Derivado del análisis se dan recomendaciones, adecuadas para reducir la probabilidad de ocurrencia de las desviaciones o la severidad de las consecuencias.

Se emplearán palabras guías específicas, que, al combinarse con los principales parámetros de operación, permiten estimar cualitativamente el riesgo operativo y/o ambiental.

Los indicadores considerados para efectuar el análisis de riesgo empleando la metodología; serán los empleados comúnmente de acuerdo al tipo de actividades y entre ellos se encuentran los siguientes: Presión, Corrosión, Flujo, Temperatura, Nivel, Instrumentación, etc.

Para desarrollar el método, el equipo evaluador fue conformado por un equipo de profesionales que incluye personal que laborará en Las instalaciones proyectadas y asesores externos, quienes tienen amplia experiencia en diseño y operación del tipo de instalaciones, conocen los equipos instalados y son los responsables en la inspección y mantenimiento de los equipos con que realizan las operaciones, así mismo, se cuenta con amplio conocimiento de las propiedades de la sustancia manejada y conocen también las medidas de seguridad y los procedimientos preventivos, mientras que el equipo asesor externo, adicionalmente conoce la técnica HAZOP, así como los conocimientos para la interpretación de los planos mecánico, eléctrico, civil, Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI´s), y se abocan al estudio integral de riesgos con base en la experiencia previa.

Para proceder a la aplicación del método HAZOP, desde luego, se abocaron a identificar en primer término los nodos o puntos de riesgo en base a la revisión y análisis de las instalaciones, distanciamiento y equipos tal como se han diseñado, mismos que se han identificado en el punto anterior; ahora esos nodos se utilizarán para aplicar la metodología e identificar cada potencial evento de riesgo, siguiendo la secuencia programada en la metodología.

Contando con las herramientas necesarias (planos, procedimientos, fichas de registro de datos en campo), se realizó la revisión de las instalaciones proyectadas (memoria técnica constructiva) y la identificación de los riesgos.

Los resultados del análisis HAZOP se presentan normalmente en forma de tablas. La tabla contiene 9 columnas: número de registro, nodo/paso, parámetro, guía, desviación de la variable, causa, consecuencia y salvaguarda.

Posteriormente se jerarquizan los riesgos en base a las probabilidades de los eventos, mismas que coinciden con el nivel de riesgo de cada uno, tal como se muestra en la tabla de resultados de probabilidades y nivel de riesgo, para cada caso de cada evento.

Para establecer esta jerarquización se recurrió a la técnica de cuantificación de riesgos en su parte 1, basada en el Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA), publicada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos en su boletín No. 26, de septiembre del 2004.

a. Referente al registro de resultados del método HAZOP; la primera columna indica en número de registro que describe ese nodo para facilitar su referencia.

b. En la segunda columna se incluye el nodo, operación o intensión, considerado.

c. La columna número 3 es para señalar la palabra guía en base a la cual se desarrollará el procedimiento particular (más, menos, nada, mayor, etc.).

d. La cuarta columna se refiere al parámetro que forma parte de las propiedades del gas o actividades de manejo del gas y que se incorpora en la siguiente columna, junto con la palabra guía (columna 5.)

e. La columna número 6 nos indica la posible causa de la desviación en la operación, misma que no corresponde a la intensión proyectada desde diseño o al procedimiento de actividad.

f. En la columna 7, se indican las consecuencias que derivan de los riesgos de la desviación y en la columna 8; las salvaguardas o medidas con que se contará para prevenir esa desviación, esos mecanismos de prevención y protección (de ingeniería o de recursos humanos y materiales), de las edificaciones, los equipos y de los procedimientos diseñados para reducir la probabilidad de una o más causas que acarreen una consecuencia determinada.

g. Finalmente, en la columna 9 se indican las recomendaciones para prevenir aún más la potencial ocurrencia de la desviación que conduce a un evento peligroso, se trata de una lista de recomendaciones específicas que el personal que aplica el método considera necesarias para reducir los riesgos asociados con las consecuencias de una desviación particular. Se puede recomendar cambios en el diseño de equipos, cambios o modificaciones de equipos, cambios o modificaciones en la instrumentación o modificación de procedimientos.

Los resultados del análisis de operatividad por medio de tablas, plasman todo un informe que describirá las causas que podrían causar desviaciones en las actividades. Este nivel de documentación proporciona información suficiente para tomar decisiones sin necesidad de haber participado en el análisis.

A partir de lo expuesto anteriormente, se llevó a cabo la identificación de los riesgos con los siguientes resultados:

IV.5.5.1. Identificación de las causas de cada riesgo, utilizando metodologías aceptadas y explicando la forma en que han sido aplicadas.

Las hojas de trabajo para la realización de análisis de riesgo empleando la metodología HAZOP se muestran a continuación:

NODO EVALUADO. 1. El abastecimiento de gas a través de las tomas de recepción (descarga de remolque-tanque).

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instaladas	Acción requerida (recomendaciones)
1	El abastecimiento de gas a través de las tomas de recepción (semirremolques) y línea del propio semirremolque (resumida como la recepción de gas L.P. desde isleta de las tomas de recepción).	No	Flujo	No fluye gas.	1. No se abre completamente la válvula de alimentación. 2. Manguera o tubo aplastado. 3. falla del compresor.	La línea que sale del semi-remolque se satura elevando la presión con fuga del material.	Procedimientos operativos. Supervisión. Medidor de presión.	Inspección periódica de válvulas de relevo hidrostáticas.
2		Más	Presión	Se sobrepresiona la línea de abasto.	1. Cierre de válvulas de alimentación a tanque. 2. Manguera o tubo aplastado.	Colapso de ducto con fuga de gas.	Válvulas de corte de flujo. Manómetros en tanque y línea de abasto desde semirremolque	Inspección periódica de válvulas y manómetro
3		Mas	Flujo	Mayor flujo	Nivel del tanque con sobrellenado.	Apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	Mantenimiento a válvulas de exceso de flujo.

NODO EVALUADO. 2. Envío de gas L.P., desde la línea de tubería desde las tomas de recepción de semirremolques hasta el tanque de almacenamiento, implicando la actividad de transvasado (3" y 2" de diámetro para líquido y vapor), es decir, el paso de gas de un recipiente a otro por medio de tubería rígida.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instaladas	Acción requerida (recomendaciones)
1	Envío de gas L.P., desde la línea de tubería de las tomas de recepción de semirremolques hasta	Menos	Flujo	Flujo menor de gas.	1. Desacople de manguera de abasto. 2. Colapso de manguera o ducto.	Fuga de gas con riesgo de explosión e incendio.	Sujeción de ducto que va del semirremolque al tanque de almacenamiento	Supervisar el estado de manguera utilizada. Revisar estado de compresor en

	el tanque de almacenamiento, implicando la actividad de transvasado (3" y 2" de diámetro para líquido y vapor), es decir, el paso de gas de un recipiente a otro por medio de tubería rígida.				3. Falla del compresor marca Corken MC-3.		Tubería en trinchera bajo nivel de piso con protección de rejilla metálica.	semirremolque
2		Menor	Presión	No hay flujo completo hacia tanque de almacenamiento.	1. Desacople de manguera desde el semirremolque. 2. Error humano al acoplar manguera.	Fuga de gas por manguera con riesgo de explosión.	Válvulas de corte de flujo. Manómetros en tanque y línea de abasto desde semirremolque	Realizar revisiones de seguridad. Verificar estado de mangueras
3		Mas	Flujo	Mayor flujo	Nivel del tanque con sobrellenado.	Apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	Revisar registros de mantenimiento en la bitácora

NODO EVALUADO. 3. Almacenamiento de gas L.P. en el tanque cilíndrico-horizontal de 250,000 litros para 3.37 metros de diámetro y 29.84 metros de longitud.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instaladas	Acción requerida (recomendaciones)
1	Almacenamiento de gas L.P. en el tanque cilíndrico-horizontal con capacidad 250,000 litros para 3.37 metros de diámetro y 29.84 metros de longitud.	Mas	Presión	Tanque sobrellenado	1. Falla Indicador de nivel lo que hace que el operario siga mandando gas. 2. Fallo de válvula de sobrepresión (no abre).	Fuga de gas con riesgo de explosión e incendio.	Programa de mantenimiento. Válvulas de seguridad redundantes.	Calibración de válvulas de seguridad. Mantenimiento a válvulas de exceso de flujo.
2 3		Menor	Nivel	Orificio o fisura en el punto de acople de válvula al cuerpo del tanque de almacenamiento de gas L.P.	1. Desacople de tubería de entrada al tanque por corrosión en la misma. 2. exceso de corrosión en entrada roscada de tanque.	Fuga de gas por manguera con riesgo de explosión.	Indicadores de nivel. Sistema de aspersión sobre el tanque de almacenamiento.	Aplicación del programa de mantenimiento preventivo y correctivo a tanque y accesorios.

4		Mayor	Flujo	Mayor flujo por error de procedimiento.	Nivel del tanque con sobrellenado.	Apertura de válvulas de seguridad en el tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	Capacitación al personal
5		Mas	Presión	Más presión	Sobrellenado del tanque de almacenamiento de gas L.P.	Liberación de gas L.P. a través de válvulas de seguridad.	2 válvulas de máximo llenado en el tanque, una al 85 % y otra al 90 %	Rigor en el programa de mantenimiento a válvulas de seguridad.
6		Mayor	Nivel	Mayor nivel	Omisión al revisar el nivel del líquido en el tanque de almacenamiento de gas L.P.	Sobrellenado del tanque de almacenamiento de gas L.P. y apertura de válvulas de seguridad.	Indicador de nivel magnético 2 válvulas de máximo llenado en el tanque, una al 85 % y otra al 90 %	Asignar como prioritaria la revisión del nivel del tanque de almacenamiento de gas L.P.

NODO EVALUADO. 4. Envío de gas L.P. desde líneas del tanque de almacenamiento de almacenamiento (2" y 3"), al múltiple de llenado de recipientes portátiles implicada tubería de 2 pulgadas de diámetro.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instaladas	Acción requerida (recomendaciones)
1	4. Envío de gas L.P. desde líneas del tanque de almacenamiento, al múltiple de llenado de recipientes portátiles implicada tubería de 2 a 4 pulgadas de diámetro.	No	Flujo	No hay flujo	1. Cierre de Válvulas de alimentación en la línea del múltiple de llenado de recipientes portátiles. 2. Formación de fisura en línea de alimentación al múltiple de llenado.	1. Incremento de presión en la línea con colapso y fuga de gas. 2. Fuga y dispersión de nube de gas con riesgo de explosión.	Procedimientos de operación con supervisión. Programa de mantenimiento.	Realizar revisión de seguridad.
3		Menor	Presión	Menor Presión	Formación de fisura en tubería de 3" de Ø de envío de gas al múltiple	Fuga y Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Manómetros en el múltiple de llenado.	Realizar revisión de seguridad.

					de llenado de recipientes portátiles.			
4		Más	Presión	Más presión	Falla en el control electrónico para llenado "tipo troya" conectado el sensor de la báscula.	Sobrepresión en recipiente portátil por apertura de la válvula solenoide y fuga de gas.	Panel de control. Válvulas de corte rápido.	Realizar revisión de seguridad.

NODO EVALUADO. 5. Las operaciones de suministro de gas en la toma de suministro a autotanques y/o carburación de auto abasto, que parte de tubería de 3 y 2 pulgadas de diámetro (que pasa de tuberías de 3 a tubería y mangueras de 2 pulgadas de diámetro, se incluyen las actividades de supervisión y mantenimiento.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instaladas	Acción requerida (recomendaciones)
1	1.- Transvase de gas a través de la tubería que sale desde las líneas del tanque de almacenamiento hacia tomas de suministro a autotanques.	Mas	Flujo	Más flujo	Fallo en válvula de paso, error operativo o bien por fisura en tubería debido a falta de mantenimiento.	Ruptura de válvula de seguridad en tomas de suministro a auto tanques; fugas de gas con riesgo de explosión.	Capacitación a empleados. Válvula de alimentación manual.	Realizar revisión de seguridad. Revisar bitácora de mantenimiento
2	Mantenimiento en equipo de trasiego de gas.	Menos	Flujo	Menos flujo	Falla en alguna de las bombas identificadas de la 1 a II, marca Corken 1021 de 7.5 y h.p. ambas.	Menor gasto de alimentación a la toma de suministro a autotanques; toma de carburación de auto abasto y anden de llenado.	Indicador visual de flujo de no retroceso.	Mantenimiento preventivo a bombas.
3	Desfogue de gas a la atmósfera	Mayor	Presión	Mayor presión en válvulas de seguridad	Sobrepresión del sistema o equipo, por error operativo	Liberación de gas L.P. a la atmósfera	Válvulas de relevo en equipos y tuberías	Mantenimiento y calibración periódica a válvulas de relevo

IV.5.6. RESULTADO DE LA APLICACIÓN DEL HAZOP Y LA MATRIZ DE RIESGO.

En base al análisis HAZOP elaborado, se identificaron y clasificaron las situaciones de riesgo para cada nodo-actividad previamente definida, contabilizando un total de 17 situaciones con causas más probables y nivel de riesgo con valores de 2 a 6 (determinado en base al método FMEA), éstos valores cuentan con la atenuante de que se dispondrá de medidas de seguridad, obteniendo valores de riesgo residual aún menores, pero que se toman como los valores reales, para poder contar con las medidas de seguridad adicionales, tal como se han propuesto y las existentes para reducir aún más las probabilidades; los resultados arrojan riesgos clasificados con un grado de aceptación (de 1 a 6), por el bajo riesgo en los 17 sucesos, lo cual indica que los mismos se aceptan considerando las condiciones actuales y proyectadas.

Con la finalidad de establecer los potenciales radios de afectación, se recurrió a la aplicación de una metodología cuantitativa acudiendo al programa SCRI FUEGO 2.2; de los resultados obtenidos (se muestra la memoria de cálculo más adelante); se observa que el evento peligroso identificado y dictaminado como de mayor gravedad por las consecuencias que generaría; aun cuando es el de mínima probabilidad; sería el único con daños hacia el exterior de las instalaciones (radio de 427.65 metros para la zona de alto riesgo), en este caso se trata del evento 3; sin embargo las consecuencias por radiación o presión derivadas de un evento por explosión y/o incendio de una fuga de gas, de acuerdo a los resultados de riesgos identificados y evaluados de mayor probabilidad pero menores consecuencias no inciden más allá de los 8.71 metros caso del evento 1 y 17.11 metros en caso del evento 2), ya que sus radios de afectación para la zona de alto riesgo no sobrepasa esas distancias, y no existen zonas o instalaciones vulnerables de terceros en esa distancia; mientras que para los eventos cuantificados por consecuencias para ondas de sobrepresión las distancias que arroja el programa son de 20.92 y 97.47 para las zonas de tal sobrepresión que dañasen equipos de proceso y zona de alto riesgo respectivamente (10 y 1 psi); en este caso son dos eventos de baja probabilidad de ocurrencia sin embargo los efectos por radiación o sobre presión si alcanzarían a dañar equipos de proceso (excepto el evento 1), y en el caso de la zona para efecto dominó no se alcanzarían otras instalaciones del exterior.

Referente al caso del potencial evento por bola de fuego (BLEVE) modelado mediante el programa SCRI FUEGO 2.2, los radios de efectos se extenderían en un radio de 137.13 metros y radiación de 35.0 kW/m^2 (con intensidad de radiación capaz de ocasionar graves daños por quemaduras en las personas, derrumbes de construcciones y equipos llegando a destruir tuberías e instrumental de seguridad sin embargo para el presente caso solo se ha proyectado un tanque por lo que no había concatenación de eventos); otros efectos serían incluso quemaduras a población civil o empleados que pudiese encontrarse dentro del radio de la zona de alto riesgo (427.65 metros), sin embargo, debido a que **se trata de un evento de mínima probabilidad**, aun así, se incluye como factor establecer las

potencialidades de causar concatenación de eventos, siendo para el presente caso la inexistencia de esa posibilidad), se incluirán otros eventos de mayor probabilidad para estimar si las consecuencias por radiación pueden generar un efecto concatenado (dominó), sin embargo al existir solo un tanque; la posibilidad de que exista esa concatenación o interacciones de riesgos es nula ya que son prácticamente improbables eventos donde un suceso iniciador incidiera sobre el tanque de almacenamiento proyectado.

En cualquier caso, los eventos considerados como graves (excepto el evento BLEVE), definirán la probabilidad de un potencial efecto dominó que será considerado para efectos de evaluar si Las instalaciones proyectadas de seguridad en la planta y los recursos humanos existentes son capaces de prevenir y/o enfrentar un evento capaz de desencadenar otros dentro de la misma planta.

En base a las distancias de afectación para el caso supuesto con valores extremos (de mayores consecuencias, pero menos probable; así como los evaluados como de menores consecuencias, pero más probables), es oportuno señalar que deberá de atenderse el evento identificado con nivel de riesgo bajo pero consecuencias graves (de acuerdo al método cuantitativos por medio del simuladores SCRI FUEGO 2.2 (evento 6), incorporando medidas operativas preestablecidas y de seguridad adicionales; las cuales se recomiendan en el presente estudio dentro del apartado VI.5 (RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS).

Es preciso mencionar que los riesgos determinados, están basados en la suposición de la existencia de errores humanos o fallas derivadas de falta de aplicación de procedimientos de mantenimiento, ausencia de mantenimiento; de capacitación; de actualización de procedimientos de operación; de aplicación de medidas preventivas y de seguridad, y en menor grado por una falla de los equipos como bombas, compresor, instrumental de seguridad o durante las propias actividades (errores de funcionamiento y la no aplicación del mantenimiento conjugados); estas situaciones pueden ocurrir de acuerdo con la estimación de probabilidad, sin embargo de acuerdo con los mismos resultados, se intuye que la empresa consideró aquellas bases de diseño constructivo para la actividad propuesta y que el equipo a utilizar en sus operaciones cumple con las especificaciones del fabricante, referente a la seguridad y operatividad, además de contar con la debida planeación para instaurar los programas, procedimientos y equipos de seguridad, orientados a la prevención de peligros, con la finalidad de reducir al mínimo la ocurrencia de dichos eventos.

Como se ha señalado, el nivel de riesgo más alto identificado sería por la potencial ocurrencia de un evento BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion), cuya causa de mínima probabilidad de ocurrencia, fuera un incendio previo sin atender; en el área del tanque de almacenamiento y manejo de gas, lo que incrementaría la presión del interior del recipiente y la ebullición del líquido que se expande,

originando la explosión del recipiente, se trata pues de un evento BLEVE, que sería considerado como el catastrófico, aunque de mínima probabilidad. Otros de los eventos de riesgo cuyo nivel es moderado, tienen como causa probable el exceso de corrosión y debilitamiento de las paredes de tuberías para el trasiego desde las líneas del tanque de almacenamiento, debido al uso prolongado (considerando que las instalaciones serán nuevas, es poco probable tal probabilidad de ahí la valoración de nivel bajo), sobre todo en el área de acoplamiento roscado que lo conecta con la tubería de 2 y 3 pulgadas.

En la aplicación del método cuantitativo mediante el programa SCRI FUEGO 2.2, se incluyen niveles de radiación delimitados conforme a los criterios establecidos por Latha, Gautam&taghavan (directiva de Seveso II); para conocer si las consecuencias debidas a la radiación, generaría a su vez otro evento no acumulativo en cuanto a intensidad, pero con consecuencias agravantes para las instalaciones proyectadas; en este caso, dada la delimitación de la planta respecto al exterior, sin otras instalaciones de alto riesgo para las distancias de consecuencias, LOS RESULTADOS INDICAN NULA PROBABILIDAD DE INTERACCIONES RIESGOSAS; existen posibilidad de que el evento de mayor peligro identificado y evaluado pueda tener efectos sobre equipos de la propia planta, lo que obligaría al paro de la misma, también existirían daños en propiedades de terceros, al existir al actividades de servicios con tracto camiones y semirremolques dentro del radio de daños a edificaciones, estructuras y equipos (137.13 metros con intensidad de radiación de 35.0 kW/m^2), por lo que alcanzaría esas demás instalaciones e incluso construcciones de la planta tal como se ha señalado.

Aunado a lo anterior, este tipo de eventos (BLEVE); como se ha reiterado es de mínima probabilidad de ocurrencia, sin embargo, se incluye para conocer las consecuencias en caso de presentarse, lo que ayudará a contar con un plan de respuesta a emergencias efectivo.

Concluyendo; los riesgos potenciales con probabilidad de ocurrencia, pero de menores consecuencias, consideran aquellos que tiene como causa reiterada el error humano; debido a que las operaciones cotidianas en las instalaciones proyectadas involucran al factor humano, que implican el transvase desde un sistema móvil a uno fijo (toma de semirremolques a líneas hacia tanque de almacenamiento), y de uno fijo (área de tanque de almacenamiento), a muelles de llenado de cilindros portátiles con múltiples operaciones y de las líneas de tanque de almacenamiento a la toma de suministro a auto tanques y/o toma de carburación de auto abasto. Los riesgos menos probables se deberían a fallo en los equipos utilizados para el trasiego, así como instrumental de seguridad (puede ocurrir remotamente), y errores del personal al realizar las actividades de trasiego del gas.

Al evaluar los resultados obtenidos al aplicar la metodología mediante HAZOP y evaluado mediante el simulador SCRI FUEGO 2.2, se obtiene como conclusión que se trata de riesgos aceptables en un

100% (17 eventos con nivel de riesgo bajo), siempre y cuando se sigan los controles proyectados que incluyen el mantenimiento de instalaciones y equipos, así como la supervisión de operaciones, ninguno de los riesgos identificados obtuvo un nivel de riesgo medio (considerando que será una planta con todo sus equipos nuevos, personal capacitado y un solo recipiente de almacenamiento del gas), sin embargo como referencia se ha simulado un evento con fenómeno BLEVE, que implicaría la ruptura del tanque cuya probabilidad es casi descartable pero incluida con la finalidad de estimar consecuencias potenciales para un evento catastrófico.

IV.5.6.1. RESULTADOS DE LA CALIFICACIÓN DE RIESGOS.

ANÁLISIS DE RIESGO Y OPERATIVIDAD. TABLAS DE RESULTADOS.
EMPRESA: GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.
INSTALACIÓN: PLANTA DE GAS EN ARTEAGA, COAHUILA
ACTIVIDAD GENERAL: MANEJO DE GAS L.P.

NO. NODO/ PASO	CONSECUENCIA	SEÑALIZACIÓN SALVAGUARDAS INSTALADOS	C	P	NIVEL DE RIESGO	A*
Nodo 1						
1	La línea que sale del semi-remolque se satura elevando la presión con fuga del material.	Procedimientos operativos. Supervisión. Medidor de presión.	2	2	4	NO
2	Colapso de tubería (ducto) con fuga de gas.	Válvulas de corte de flujo. Manómetros en tanque y línea de abasto desde semirremolque	2	2	4	NO
3	Apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	3	1	3	SI
Nodo 2						
1	Fuga de gas con riesgo de explosión e incendio.	Sujeción de ducto que va del semirremolque a tanque de almacenamiento Tubería en trinchera bajo nivel de piso con protección de rejilla metálica.	2	2	4	NO
2	Fuga de gas por manguera con riesgo de explosión.	Válvulas de corte de flujo. Manómetros en tanque y línea de abasto desde semirremolque	2	2	4	SI
3	Apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	1	2	2	NO
Nodo 3						
1	Fuga de gas por fisura en válvula de servicio del tanque (corrosión), o apertura de válvula se seguridad por sobrepresión, con riesgo de explosión e incendio.	Programa de mantenimiento. Válvulas de seguridad redundantes.	2	2	4	NO
2	Fuga de gas por manguera con riesgo de explosión.	Indicadores de nivel. Sistema de aspersión sobre el	2	2	4	NO

		tanque de almacenamiento.				
3	Fuga por apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	1	2	2	NO
4	Liberación de gas L.P. a través de válvulas de seguridad.	2 válvulas de máximo llenado en el tanque, una al 85 % y otra al 90 %	1	2	2	NO
5	Sobrellenado del tanque de almacenamiento de gas L.P. y apertura de válvulas de seguridad.	1. Indicador de nivel magnético 2 válvulas de máximo llenado en el tanque, una al 85 % y otra al 90 %	1	2	2	SI
Nodo 4						
1	Incremento de presión en la línea con colapso y fuga de gas. 2. Fuga y dispersión de nube de gas con riesgo de explosión.	Procedimientos de operación con supervisión. Programa de mantenimiento.	2	2	4	NO
2	Fuga y Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Manómetros en el múltiple de llenado.	1	2	2	NO
3	Sobrepresión en recipiente portátil por apertura de la válvula solenoide y fuga de gas.	Panel de control. Válvulas de corte rápido.	2	2	4	SI
Nodo 5						
1	Ruptura de válvula de seguridad en tomas de suministro a autotanques; fugas de gas con riesgo de explosión.	Capacitación a empleados. Válvula de alimentación manual.	1	3	3	NO
2	Menor gasto de alimentación a la toma de suministro a autotanques y/o toma de carburación de auto abasto.	Indicador visual de flujo de no retroceso.	1	2	2	NO
3	Liberación de gas L.P. a la atmósfera	Válvulas de relevo en equipos y tuberías	2	2	4	SI

IV.5.6.2. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS QUE PUEDEN SUSCITARSE Y DEL EVENTO MÁXIMO PROBABLE Y CATASTRÓFICO.

En base a la identificación y evaluación de los posibles riesgos para la operación futura de la planta de almacenamiento para distribución a gas L.P., con el tanque de almacenamiento, a través del método "HAZOP" y de su posterior jerarquización, se obtienen los eventos máximos identificados:

No.	Evento.	Consecuencias y Probabilidad de ocurrencia.
1	Identificación en método HAZOP como paso 3, del nodo 1. Identificación en método HAZOP como paso 2, del nodo 2. Evento máximo probable que puede suceder como suceso iniciador con una probabilidad	Se trata de un evento que pueden ocurrir y sus consecuencias serían menores, en la matriz de nivel de riesgo los valores son de 3 en el rango de bajo riesgo, por lo cual no es necesario en análisis LOPA, para estos casos se realizó un análisis de consecuencias mediante el programa SCRI FUEGO 2.2, cuyos radios de afectación se presenta como eventos modelados número 1y 2.

	de 0.1 en un año y con frecuencia en base al árbol de sucesos de 5.5 E-03.	
2	Identificación en método HAZOP como paso 5 del nodo 3. Evento mínimo probable que puede suceder como suceso iniciador con una probabilidad de 0.1 a lo largo de la vida de las instalaciones y con frecuencia en base al árbol de sucesos de 4.95 E-07.	Se tendrían consecuencias significativas (perdidas de contención con escapes al ambiente y daños en equipos de la propia planta de gas), se trata de un evento altamente improbable. En la matriz de nivel de riesgo su valor es 2 (en el rango de bajo riesgo por la mínima probabilidad), considerando que con esos niveles de riesgo no es necesario en análisis LOPA. Para este caso se realizó un análisis de consecuencias mediante el programa SCRI FUEGO 2.2, cuyos radios de afectación se presenta como evento modelado número 3.
3	Identificación en método HAZOP como paso 3 del nodo 4 y 3 del nodo 5. Evento máximo probable que puede suceder como suceso iniciador con una probabilidad de 0.01 en un año y con frecuencia en base al árbol de sucesos de 5.5 E-03.	Se trata de eventos que pueden ocurrir y sus consecuencias serían menores, en la matriz de nivel de riesgo los valores son de 4 en el rango de bajo riesgo, para estos casos se realizó un análisis de consecuencias mediante el programa SCRI FUEGO 2.2, cuyos radios de afectación se presenta como eventos modelados número 1 2 y 4.

NOTA: La probabilidad de ocurrencia de estos eventos, se consideró de acuerdo a la categoría de probabilidad, conforme a los resultados de la jerarquización de riesgos.

IV.5.6.3. IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO MÁXIMO PROBABLE Y ADVERSO.

Los resultados se presentan en el apartado IV.6.4. 3.

IV.5.6.4. ANÁLISIS DE CAPAS (O BARRERAS) DE PROTECCIÓN, LOPA (LAYER OF PROTECTION ANALYSIS)

LOPA se basa en reconocidas técnicas de análisis de riesgo de proceso, aplicando medidas semicuantitativas para la evaluación de la frecuencia de incidentes potenciales y la probabilidad de falla de las capas de protección. A través de esta metodología es posible entonces identificar las salvaguardas que cumplan con los criterios de capas de protección independientes (IPL, del inglés Independent Protection Layer) establecidos por la CCPS (CCPS/AIChE, Guidelines for Safe Automation of Chemical Processes, 1993). Aun cuando los IPLs son sistemas extrínsecamente seguros, pueden usarse de manera activa o pasiva siempre y cuando cumplan con lo siguiente:

Especificidad: El IPL es capaz de detectar y prevenir o mitigar las consecuencias de eventos especificados, potencialmente peligrosos, tales como una reacción fuera de control, pérdida de contención, o una explosión, por ejemplo.

Independencia: Un IPL es independiente de todas las otras capas de protección asociadas con el evento potencialmente peligroso identificado. La independencia requiere que no se vea afectado el rendimiento del IPL por el fracaso de otra capa de protección o por las condiciones que causaron

la falla de otra capa de protección. Lo más importante de todo, es que la capa de protección es independiente de la causa de iniciación.

Fiabilidad: La protección proporcionada por la IPL reduce el riesgo identificado por una cantidad determinada y especificada.

Auditabilidad: La IPL está diseñada para permitir la validación periódica regular de la función protectora. Ejemplos de IPLs incluyen:

- Procedimientos operativos estándar,
- Sistemas de control de proceso básico,
- Alarmas con respuesta definida de operador,
- Sistemas instrumentados de seguridad,
- Dispositivos de alivio de presión,
- Diques y muros de contención,
- Sistemas de fuego y gas,
- Sistemas de diluvio, entre otros.

LOPA no es sólo otra herramienta de evaluación de riesgos, es una herramienta de ingeniería utilizada para asegurar que el riesgo del proceso en cuestión es mitigado con éxito a un nivel aceptable. LOPA es una metodología racional y defendible que provee un medio rápido y rentable para la identificación de los IPLs, que bajen la frecuencia y/o la consecuencia de incidentes peligrosos específicos. LOPA proporciona criterios específicos y restricciones para la evaluación de IPLs, eliminando la subjetividad de métodos cualitativos a un costo sustancialmente menor que las técnicas totalmente cuantitativas.

En el estudio de identificación de riesgos de la planta de gas, uno de los objetivos es identificar los peligros en los procesos y examinar de qué manera se pueden reducir o eliminar los riesgos que presentan estos peligros a los trabajadores, a la instalación o al medio ambiente. Para lograr dicho objetivo, se organizó un grupo de profesionales expertos para realizar la identificación de riesgos en las operaciones de transvase del gas y evaluar cualitativamente los peligros potenciales asociados durante la operación de la instalación.

El grupo de expertos participante en la identificación de riesgos se conformó exclusivamente con personal de la empresa que elaboró él ERA.

A partir del análisis HAZOP fueron identificados los escenarios de accidente potencial más relevantes con base en su efecto y posibilidad de ocurrencia.

Cada escenario de accidente potencial identificado en el análisis, fue sometido a la técnica LOPA con el fin de determinar su frecuencia. Esto permitió jerarquizar los escenarios y priorizar las recomendaciones emitidas por el grupo de expertos con el fin de prevenir, minimizar y/o atender los posibles accidentes inherentes a las actividades en la planta de almacenamiento que se evalúa en materia de riesgos.

De acuerdo a la técnica LOPA, los niveles significan lo siguiente:

Nivel 1 (situación normal), se refiere a un nivel de riesgo aceptable.

Nivel 2 corresponde a aquella situación que podrá ser mejorada; es decir, un nivel al cual se demostrará que el riesgo se hace tan bajo como sea razonablemente práctico (As Low As Reasonably Practical, ALARP).

Nivel 3 situación que es indeseable y no puede ser tolerada. Se requiere una acción remedial inmediata. Por lo tanto, el nivel es No aceptable.

En el apartado V de este ERA, se presenta a detalle en análisis de riesgo mediante capas de protección (método LOPA).

IV.6. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS. (DETERMINACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN).

Se entiende por análisis de consecuencias la evaluación cuantitativa de la evolución espacial y temporal de las variables físicas representativas de los fenómenos peligrosos en los que intervienen sustancias peligrosas, y sus posibles efectos sobre, el ambiente, las personas y los bienes, con el fin de estimar la naturaleza y magnitud del daño.

Los análisis de consecuencias estudian los diferentes tipos de accidentes potenciales en establecimientos industriales, comerciales o de servicios, donde se manejen sustancias peligrosas, para el caso de la planta de gas el gas L.P., mismo que debido a los volúmenes de manejo futuro, le clasifican como actividad altamente riesgosa; mismos que pueden producir fenómenos peligrosos para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales. Los tipos de accidentes potenciales seleccionados a partir de un correcto análisis e identificación de riesgos, son los siguientes:

a) Fugas o derrames incontrolados de sustancias peligrosas: líquidos o gases en depósitos y líneas.

b) Evaporación de líquidos derramados.

c) Dispersión de nubes de gases, vapores y aerosoles.

d) Incendios de charco o "Pool Fire".

e) Dardos de fuego o "Jet Fire".

f) Deflagraciones no confinadas de nubes de gases inflamables o "UVCE".

g) Vertido accidental al medio ambiente de sustancias contaminantes, procedente de fugas o derrames incontrolados.

Normalmente, un accidente de estas características se produce a partir de algún suceso menor, que trae como consecuencia la pérdida de estanqueidad (hermeticidad) de algún recipiente, depósito o tubería que contiene alguna sustancia, lo que produce la fuga o derrame de esta sustancia al exterior.

También es posible un incendio previo o simultáneo a una fuga o incluso, una explosión previa a la fuga o al incendio. No obstante, en la mayoría de los casos el primer suceso consiste en una fuga incontrolada de producto.

En el caso del gas L.P., un derrame líquido se vaporiza total o parcialmente, según cuál sea el volumen, de acuerdo su temperatura respecto a su punto de ebullición y ésta respecto al ambiente. En el caso de que reste alguna fracción en fase líquida, ésta se extiende al mismo tiempo que se evapora con más o menos intensidad, según que su temperatura sea inferior o superior a la del sustrato sobre el que se extiende.

Si el incendio envuelve o rodea un depósito que contenga algún líquido inflamable bajo presión y dura el tiempo suficiente, puede ocasionar una explosión por expansión de vapor del líquido en ebullición, conocida como BLEVE, según su acrónimo inglés. La rotura catastrófica de un depósito provocando la fuga masiva de una sustancia inflamable, puede originar lo que se denomina bola de fuego, en el caso de que se produzca la ignición de la misma. Por otra parte, una BLEVE genera una serie de proyectiles de todas dimensiones, procedentes del depósito siniestrado que pueden causar graves daños en el entorno si las distancias de seguridad son demasiado pequeñas o las protecciones inadecuadas.

En la identificación y evaluación de riesgos efectuada para el caso de la planta de almacenamiento para distribución, un potencial fenómeno BLEVE, resulta ser prácticamente nulo ya que del análisis matemático mediante la matriz de riesgos (consecuencias por probabilidad), se define como un evento por perdida mayor de contención con escapes severos al ambiente, múltiples decesos y perdida de activos, el valor ponderado es de 5, mientras que en relación a las

probabilidades que suceda de consecuencias sería altamente improbable; este resultado fue corroborado mediante el árbol de sucesos y análisis histórico de accidentes. Se trata de un evento que no ha ocurrido en una planta de gas de México a través del tiempo.

Para el caso de un evento por explosiones de nubes de vapor no confinadas (UVCE), se consideró también como un evento de baja probabilidad no solo por los resultados similares al evento BLEVE con extremadamente baja probabilidad ya que no se tiene registro de este tipo de accidentes en una planta de gas.

Se puede definir como deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio (aunque con ciertas limitaciones), cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Este tipo de explosiones se originan debido a un escape rápido de gran cantidad de gas o vapor inflamable que se dispersa en el aire o por evaporación rápida de un líquido inflamable para formar una nube de características inflamables mezclada con el aire. Cuando un gas inflamable se encuentra una fuente de ignición (normalmente superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), una parte de esta masa de gas (la que se encuentra entre los límites de inflamabilidad de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son deflagraciones y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Puede que no llegue a alcanzarse la deflagración, con lo que se originaría una llamarada, incendio súbito de nube de gas, incendio flash o "flash fire". La frontera entre este tipo de situaciones no está muy clara y depende de la velocidad de combustión de la mezcla, las características del vapor.

En estos incendios flash, los efectos de presión son despreciables frente a los efectos térmicos derivados de la inflamación de la mezcla vapor inflamable-aire.

Nota nuestra; en este caso es el evento altamente improbable de UVCE potencial en la planta de gas que alcanza una fuente de ignición para deflagración (definida como "Combustión rápida con llama y sin explosión"), ya que se trata de un espacio abierto. Debido a que solo se ha proyectado un tanque para esta nueva planta; resulta de muy baja probabilidad considerar que otro evento en la planta pudiera derivar en un evento catastrófico, ya que si bien existirán los semirremolques de abasto, estos llegan a intervalos y durante el abasto se detienen las operaciones de trasiego; de tal manera que los eventos potenciales probables son básicamente por emisión de gas sin incendio, emisión con incendio tipo jet fire (dardo de fuego) y explosión de gas fugado.

También es posible si la cantidad premezclada es muy grande, que se produzca una llamarada o "flash fire", sin efectos explosivos, pero con una intensa radiación.

También puede presentarse una fuga a alta presión en el tanque o tubería de gas, produciéndose un chorro o fuga inercial que ocupa una larga zona muy limitada transversalmente, con concentraciones de la sustancia progresivamente decrecientes al alejarse del origen de la fuga, por lo que si se produce su ignición se forma un dardo de fuego o "jet fire" análogo a un soplete de grandes dimensiones, aunque de alcance limitado.

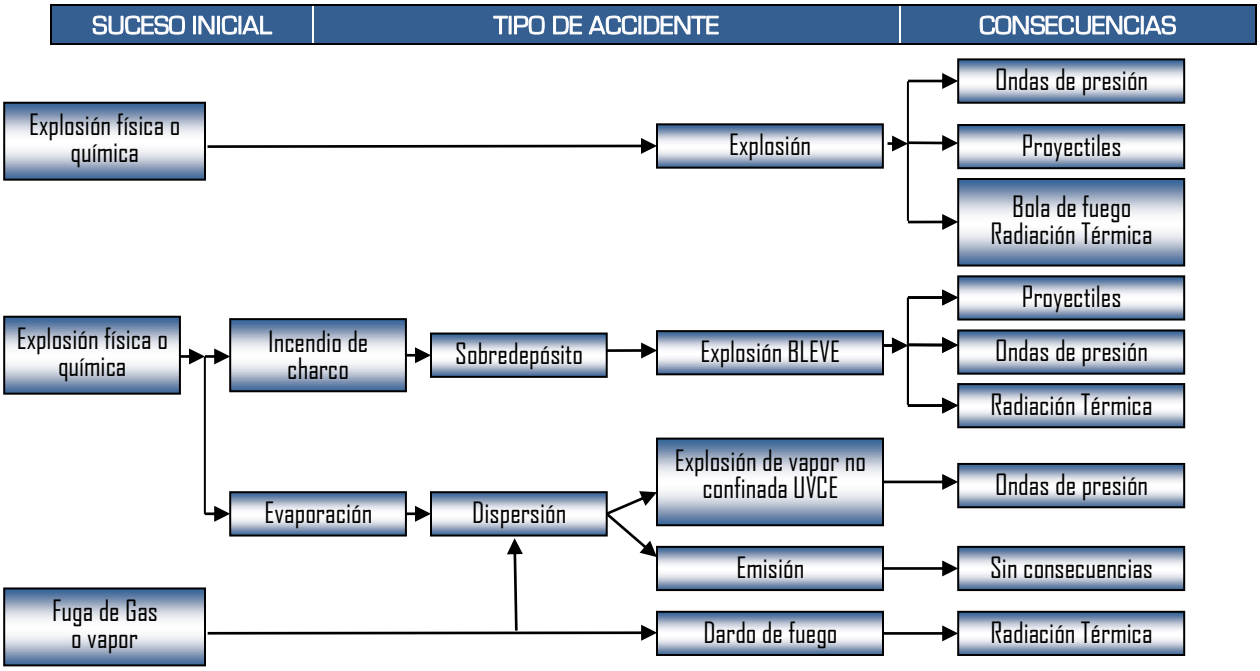
Un fallo estructural, fallo de cimentación, agente externo, incendio, proyectil, etc. pueden causar una rotura catastrófica de un depósito, provocando una fuga masiva que puede originar también una bola de fuego en caso de producirse la ignición de la misma; sin embargo, un evento de este tipo de mínima probabilidad y serán evaluadas sus consecuencias considerando el evento crítico de mínima probabilidad como se ha señalado.

Además, existe la posibilidad de que los fenómenos afecten, no solo a los elementos vulnerables exteriores; también a tuberías o equipos de la instalación siniestrada, de tal manera que se produzca un agravamiento de la emergencia con otra fuga, incendio o explosión esto solo ocurriría en el interior de la planta para el caso que nos ocupa. Queda descartado un evento dominó (concatenación de sucesos con la propagación sucesiva de consecuencias; situación no posible en la planta de gas solo ya que solo existirá un tanque y no habría concatenación solo dos posibles eventos derivados de una fuga inicial en las propias instalaciones, tampoco existen instalaciones con manejo de sustancias de alto riesgo en las colindancias.

Un accidente que puede ser independiente de una fuga previa es el estallido de algún tanque, originado por el desarrollo de una reacción exotérmica fuera de control o "runaway" en el interior del mismo ***(evento prácticamente improbable del que no existen referencias para plantas de gas).*** Se puede producir por mezclas inflamables vapor/aire por polimerización o descomposición. Las consecuencias inmediatas de un estallido de un recipiente son ondas de presión y proyectiles que pueden alcanzar a otras instalaciones y agravar el accidente inicial.

Este conjunto de accidentes posibles, a partir de una fuga de gas vapor o gas líquido, se representa en el esquema de sucesos y consecuencias adjunto.

Figura 23. Análisis de Consecuencias.



La finalidad de este análisis es proporcionar las adecuadas herramientas y métodos matemáticos para la correcta determinación de las consecuencias de los accidentes que se pueden producir durante el manejo de gas L.P.

IV.6.1. CONDICIONES BAJO LAS CUALES SE REALIZAN LAS SIMULACIONES.

Las simulaciones de consecuencias se realizaron utilizando el programa SCRI FUEGO 2.2, bajo condiciones similares a las que se dan en el sitio, se trata de representar de manera fehaciente, el escenario que puede existir al momento de una fuga con explosión y/o incendio.

Este tipo de simulaciones son de bastante utilidad, aun cuando deben ser interpretados con apego a la realidad, considerando que existen variables que no son tomadas en cuenta por el programa, ya que éste modela eventos típicos, bajo condiciones específicas, cuando en la práctica pueden existir variaciones significativas que modificarán las consecuencias.

Por ello tomamos por ejemplo los eventos simulados mediante el programa SCRI FUEGO 2.2, identificados con número 1, 2 y 4, en estos casos para fugas que en corto tiempo encuentran una fuente de ignición y se genera un incendio del gas conforme fluye desde el punto de fuga, (ya de por si la posibilidad de fuga es remota, también lo es que la fuente de ignición esté presente cerca del punto de fuga antes de ser detectada), en esos casos la velocidad del viento, temperatura y estabilidad atmosférica es similar, el volumen de gas contenido o presente en cada evento es

diferente tal como se muestra en las hojas de cálculo anexas en el apartado IV.6.3, ante tales datos el programa arroja distancias de consecuencias para las zonas de alto riesgo y amortiguamiento (5 y 1.4 kW/m^2, respectivamente), de 8.71; 16.67; 17.11 y 31.80, así como 7.09 y 20.01; metros respectivamente (eventos 1, 2 y 4 simulados; en los tres eventos la intensidad de radiación para daños catastrófico (ruptura de equipos de manejo, demolición de construcciones y quemaduras en personas), son de 2.05; 6.15 y 7.09 metros.

El conjunto de resultados simulados con el programa SCRI FUEGO 2.2; el modelo proyecta las consecuencias por masa de gas fugado con los resultados que se resumen en la tabla comparativa de resultados y foto mapas que acompañan las hojas del cálculo del propio apartado IV.6.3.

Cabe hacer mención que este tipo de simulación de consecuencias mediante programas matemáticos permite realizar varias corridas y se seleccionan aquellas más representativas con la finalidad de facilitar su interpretación, ya que diversos supuestos arrojan consecuencias (radios de afectación), similares.

En el caso de los eventos 5 y 6, se estimaron las consecuencias para casos de sobrepresión en caso de distintas situaciones de fuga de gas ya sea intermitente o una fuga directa (masa de gas fugado); cuyas distancias de consecuencias a presiones de 10.00; 1.0 y 0.5 psi para las zonas de daños con ruptura de equipos de manejo, demolición de construcciones y heridas o muertes en personal laboral, así como las zonas de alto riesgo y amortiguamiento fueron las siguientes:

Eventos por explosión (ondas de presión)	Zona de radiación intensa (daño a equipos de trasiego y soportes (10.00 psi)	Zona de Alto Riesgo 1.0 psi	Zona de Amortiguamiento 0.5 psi
5	20.92	97.47	165.69
6	22.91	106.72	181.41

Cabe señalar que, en base a resultados del método matemático de jerarquización de riesgos y árbol de sucesos, los eventos más probables son los identificados como 1, 2 y 4); estos resultados infieren daños por radiación que afectaría instalaciones y equipos en esos radios de afectación, mientras que para los eventos de 5 y 6, las consecuencias serían por ondas de sobrepresión con daños a las distancias que arroja el programa SCRI FUEGO 2.2; se trata de eventos altamente improbables de acuerdo al análisis histórico de accidentes, análisis de árbol de sucesos y análisis cualitativo de riesgo.

Se deberá tomar en cuenta que las simulaciones o análisis cuantitativo de consecuencias mediante el programa SCRI FUEGO 2.2; no consideran las medidas de seguridad existentes, como lo es la

activación del sistema contra incendio compuesto de agua por aspersión para enfriamiento del tanque y de válvulas de seguridad y desfogue, cuando existe una sobrepresión, así mismo ante la menor detección de fuga en la tubería, del sistema de trasiego desde y hacia el tanque de almacenamiento o semirremolques desde las tomas de abasto (recepción), existen dispositivos para el cierre manual o automático de válvulas de paso, por lo cual la fuga sería menor.

De cualquier manera y como se ha señalado con anterioridad, la utilidad de este tipo de programas permite dimensionar las consecuencias en caso extremo de ocurrencia de un evento riesgoso, durante las operaciones de manejo de gas L.P. en la planta, lo que a su vez permite evaluar si las actuales condiciones, procedimientos equipos y personal, es suficiente para enfrentar situaciones de riesgo de las más graves probables, así cualquier otra posibilidad de riesgo de menores consecuencias, quedaría cubierta con los controles existentes.

Para el caso de los eventos simulados con números 1, 2 y 4, se incluyen consecuencias por un incendio de la masa de gas conforme se fuga desde la fuente (sección de tubería o válvula que sale desde del tanque de almacenamiento); seguido de una explosión inicial de la masa que se haya fugado al momento de encontrar una fuente de ignición (sucesos poco probables pero posibles), el modelo es dardo de fuego con intensidad de radiación, aun cuando se trata de eventos de bajas probabilidades que suponen condiciones extremas con los siguientes supuestos:

a) Que por error humano existiera una operación no controlada que ocasionará una fuga de gas.
b) Que por desgaste de tuberías o instrumental de seguridad existiera una perforación y fuga.
c) Que fallaran las medidas de seguridad para detectar una fuga de gas.
d) Que existiera una fuente de ignición en las instalaciones al momento de una fuga.
e) Que fallaran los procedimientos de atención de incendios, o no se iniciaran.
f) Que ocurriera un incendio cercano a la zona de almacenamiento sin que sea controlado.

En el caso específico del evento 3 (BLEVE o bola de fuego); este tipo de sucesos suelen alcanzar distancias considerables debido a las características del suceso por demás de mínima probabilidad; de acuerdo a la simulación del programa SCRI FUEGO 2.2, se trata de distancias que si sobrepasan las instalaciones proyectadas de la planta de gas hacia el exterior, y alcanza instalaciones d servicios al sur, sin posibilidad de generar interacciones de riesgos al no existir actividades riesgosas o altamente riesgosas en las instalaciones colindantes; de igual manera, **se concluye que se trata del evento de mínima probabilidad pero se incluye como el evento de máximas consecuencias por radiación en caso de ocurrir.**

IV.6.2. Identificación de los riesgos potenciales, indicando la situación de riesgo detectada y el accidente potencial.

La identificación de riesgos potenciales para las instalaciones, a las condiciones que operarán, se han descrito en el apartado IV.2.4; así mismo, se han evaluado las probabilidades de ocurrencia y sus consecuencias, recurriendo a la técnica matemática de matriz de jerarquización y árbol de sucesos; de acuerdo con esos resultados, se han determinado los eventos más probables, como aquellos que derivarían de una fuga de gas por la liberación, debido al desacople del sistema de transvasado durante las operaciones de abasto a la línea de tubería que va al tanque o bien de envío de gas a las tomas de suministro para autotanques y líneas que van al andén de llenado de cilindros portátiles, o por apertura de una válvula de seguridad, debido a una sobrepresión del tanque, misma que a su vez tiene su origen en un sobrellenado, otra causa es la remota posibilidad de que exista un desacople por colapso, debido a error humano durante el trasiego de gas, desde el semirremolques desde las tomas de abasto (recepción) a la línea de tubería que va al tanque de almacenamiento.

Los resultados para el evento catastrófico para esta instalación (evento prácticamente improbable), pero potencial que pueden ocurrir a lo largo de la vida de operaciones de este tipo de instalaciones, ello con la finalidad de poder contar medidas de prevención para todo caso de consecuencias catastróficas; a continuación se presentan los datos de las corridas de simulación de consecuencias mediante el programa SCRI FUEGO 2.2; posteriormente y más adelante se presentan los cuadros que concentran las consecuencias en los radios de afectación, ya sea por radiación térmica o sobrepresión (incendios y explosiones).

IV.6.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS USANDO EL MODELO SCRI FUEGO 2.2.

El sistema SCRI-FUEGO es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de los siguientes eventos de fuego y/o explosión:

- Modelo de fuego por llamarada ("Flash Fire") de:
  - Emisiones por evaporación de un derrame.
  - Emisiones de chorro horizontal.
  - Emisiones de chorro vertical.
  - Emisiones instantáneas o de corta duración.
- Modelo de radiación térmica por bola de fuego por explosión de vapor en expansión de líquido en ebullición ("BLEVE").

- Modelo de radiación térmica por fuego en derrames ("Pool Fire")
- Modelo de radiación térmica por chorro de fuego ("Jet Fire")
- Modelo de equivalencia de TNT para simular:
- Cálculos de sobrepresión de explosivos verdaderos (TNT, pólvora, nitrato de amonio, etc.)
- Cálculos de sobrepresión de explosión de nubes de vapor (Butano, gas LP, gas natural, hidracina, etc.)

Los modelos se basan en metodologías publicadas en EPA y AICHE y se probaron extensivamente en tablas de resultados del manual de EPA de RMP ("Risk Management Program"), y del TCPA ("Toxic Catastrophe Prevention Act" de EPA- New Jersey). El modelo de fuego en llamarada utiliza el modelo SLAB para dispersión de nubes densas del Lawrence Livermore National Laboratory de EUA.

CARACTERISTICAS DE LAS EMISIONES EN GENERAL; CASOS DE CONSECUENCIAS DE PELIGROS POR FUGAS DE COMBUSTIBLE GASEOSO Y CONSIDERACIONES DE LAS SIMULACIONES.

ESTADO FÍSICO PREVIO A LA EMISIÓN.

El primer paso para determinar el comportamiento de una sustancia al ser liberada al medio ambiente es que se conozca el estado físico del material dentro del contenedor de transporte o almacenamiento. Consecuentemente, esto requiere que se conozca la relación entre la temperatura del material, su punto de ebullición y su punto de fusión. Las posibilidades son:

 La temperatura del material en su contenedor es menor a su punto de fusión, en este caso, el material es un líquido dentro del contenedor. Un buen ejemplo sería la sal seca de un contenedor metálico.

 La temperatura es mayor a su punto de fusión, pero menor a su punto normal de ebullición, en tal caso, el material es un líquido y el material en el interior del contenedor se encuentra aproximadamente a presión atmosférica normal. Un ejemplo es agua dentro de un tanque, a una temperatura mayor al punto de congelamiento. Sin embargo, estos líquidos también pueden consistir en sustancias que son normalmente sólidos, pero que se han derretido y se mantienen a temperaturas relativamente altas para mantenerlas en estado líquido. También pueden ser sustancias que normalmente se encuentran en estado gaseoso en un ambiente natural, pero que han sido licuadas vía refrigeración.

 La temperatura es mayor que el punto de ebullición del material, en este caso el material es un gas comprimido (gas a alta presión dentro de un cilindro u otro contenedor) o un gas licuado comprimido (una sustancia que es normalmente un gas bajo condiciones normales pero que ha sido convertida en líquido al someterla y mantenerla a altas presiones, elevando su punto de ebullición).

Estados típicos de materiales en contenedores de transporte o almacenamiento.

Puntos normales de fusión o ebullición	Condiciones del contenedor	Estado del material (Número Escenario)
Punto de ebullición mayor a T_{amb}	T_{int} mayor que T_{amb} pero menor que punto de ebullición	Líquido caliente (7)
	T_{int} mayor que punto de ebullición y mayor que T_{amb}	Gas comprimido templado o caliente o vapor sobre líquido caliente (8)
Punto de ebullición menor a T_{amb}	T_{int} cercana a T_{amb}	Gas comprimido o gas licuado comprimido bajo presión a T_{amb} (9,10)
	T_{int} mayor que punto de ebullición y mayor que T_{amb}	Gas templado o caliente comprimido o gas licuado comprimido bajo presión a temperatura mayor a T_{amb} (9,10)

Nota: *T_{int}=Temperatura dentro del contenedor; T_{amb}=Temperatura ambiente*

ESTADOS DEL MATERIAL DURANTE E INICIALMENTE DESPUÉS DE LA EMISIÓN.

Una vez que existe un conocimiento del estado del material peligroso dentro del contenedor de transporte o almacenamiento, lo siguiente a considerar es cómo se comportará la sustancia inicialmente cuando se descargue en un ambiente con temperatura y presión normales. Existen 10 escenarios a considerar, todos los cuales asumen que la descarga o derrame no ocurre durante un incendio u otro evento anormal que podría alterar la temperatura interna o externa.

ESCENARIO 10: GASES COMPRIMIDOS.

Los gases que se comprimen a altas presiones dentro de un contenedor o cilindro de gas pero que no han sido licuados, saldrán a alta velocidad a través de cualquier abertura en el contenedor. Al salir el gas, la presión dentro del contenedor desciende y su contenido se enfría. En algún punto, cuando la presión dentro del tanque desciende a una presión atmosférica estándar, la salida del gas se detendrá o bajará a una presión consistente con la cantidad de calor que entra al contenedor de sus alrededores.

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LAS DESCARGAS EN EL AIRE.

Los gases y vapores peligrosos, aquellos que son inflamables o tóxicos para el hombre y su medio ambiente, pueden entrar a la atmósfera desde diversas fuentes:

 Pueden ser liberados al aire directamente desde una válvula de alivio de presión, una chimenea, un contenedor de reacción fracturado, una tubería rota u otro elemento o equipo que se encuentre en una planta química o instalación fija.

 Pueden salir directamente de una válvula de alivio, válvula rota, una unión suelta o una ruptura en un vehículo de transporte, contenedor o cilindro.

 Pueden desarrollarse a partir de líquidos o sólidos derramados en tierra o en el agua.

PELIGRO DE FUEGO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.

INTRODUCCIÓN. Cuando se piensa en un incendio, es común imaginar un edificio en llamas, un vehículo de transporte de algún tipo cubierto de fuego o un incendio forestal, con llamas y humo elevándose hacia el cielo. Estos son claramente los tipos más comunes de incendios e involucran normalmente materiales combustibles ordinarios como papel, madera, tela, plásticos y hule. Los departamentos de bomberos de todo el país se enfrentan a éstos diariamente y se encuentran bien equipados y entrenados para controlarlos. Sin embargo, los materiales peligrosos pueden presentar riesgos de incendio adicionales con características especiales. Enseguida, se discutirán primeramente las medidas del potencial de inflamabilidad, se continuará con una discusión de cómo pueden evaluarse los efectos de un incendio y finalmente, se describirán una serie de tipos "especiales" de incendios asociados con materiales peligrosos.

PUNTOS DE IGNICIÓN O "FLASH POINTS".

El "flash point" o punto de ignición de una sustancia combustible, es en términos simples, la mínima temperatura de un material a la que los vapores sobre su superficie líquida o sólida se incendian y queman cuando son expuestos a una fuente de ignición específica sin causar necesariamente una combustión autosostenida del líquido o sólido.

LÍMITES DE INFLAMABILIDAD Y EXPLOSIVIDAD.

Es bastante bien conocido que la combustión no puede tener lugar en ausencia de una cantidad mínima de oxígeno, ya sea que se encuentre disponible en el aire mezclado con los gases o vapores emanados de una sustancia combustible o de un componente interno del combustible. De la misma forma, debe haber suficientes vapores o gases combustibles disponibles en la mezcla aire-combustible para soportar y sostener la combustión. Así, existen límites inferiores y superiores asociados con las concentraciones del combustible en el aire que se incendian y permiten que las flamas se dispersen alejándose de la fuente de ignición (permiten que las flamas se propaguen). Las concentraciones de combustible por debajo del límite inferior, contienen una cantidad insuficiente de combustible para encender y propagar su flama y se les conoce como demasiado ligeras para arder. Aquellas que se encuentran por encima del límite superior son consideradas demasiado ricas para encender; esto es, contienen demasiado combustible y/o muy poco oxígeno, como es el caso de un motor de automóvil que se encuentra "ahogado".

TEMPERATURAS DE AUTOIGNICIÓN.

La temperatura de ignición o autoignición (TAI) de una sustancia, ya sea sólida, líquida o gaseosa, es la temperatura mínima para iniciar o causar una combustión autosostenida en ausencia de chispa o flama.

TIPOS DE FUEGOS.

Existen seis tipos esenciales de fuego, éstos están asociados con la descarga de materiales peligrosos, con el tipo de fuego, siendo una función no sólo de las características y propiedades de la sustancia derramada sino también de las circunstancias que rodean la emisión y/o ignición. Los seis tipos son:

- Dardo de fuego ("Jet Fire").
- Bola de fuego como resultado de explosiones de vapor por expansión de líquidos en ebullición (BLEVE).
- Fuego en nubes de vapor o polvo.
- Fuego en derrames de líquidos.
- Fuego que involucra sólidos inflamables (como los define el Departamento de Transporte de los EEUU).
- Fuego que involucra combustibles ordinarios.

DARDO DE FUEGO ("JET FIRE").

El tanque de almacenamiento, transportes o tuberías que contienen gases bajo presión (por ejemplo, gases comprimidos) o sustancias normalmente gaseosas que se han comprimido al punto de convertirse en líquidos (por ejemplo, gases licuados comprimidos), pueden descargar gases a alta velocidad, si se perfora o rompe en alguna forma durante un accidente. La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que "sopla" hacia la atmósfera en la dirección en la que se encuentre el agujero, mientras entra y se mezcla con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (posiblemente de cientos de pies de largo) a partir de un agujero de menos de un pie de diámetro. Estos chorros presentan un peligro de radiación térmica para las personas y las propiedades cercanas ya que son particularmente peligrosos si chocan contra el exterior de un tanque intacto cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo.

BOLAS DE FUEGO COMO RESULTADO DE LAS EXPLOSIONES DE VAPOR EN EXPANSIÓN POR LÍQUIDO EN EBULLICIÓN ("BLEVE").

Las explosiones de vapor en expansión por líquido en ebullición ("BLEVE" por sus siglas en inglés) se encuentran entre los eventos más temidos cuando existen tanques cerrados de materiales peligrosos en estado líquido o gaseoso que se encuentran expuestos al fuego. Aunque se les denomina explosiones, no se les asocia en muchos casos con fuertes ondas de choque. En su lugar, involucran la ruptura violenta de un contenedor de material inflamable y la rápida vaporización de este material. Si la sustancia es inflamable, puede formarse una bola de fuego ascendente de grandes dimensiones, cuyo tamaño varía según la cantidad de material peligroso presente y que

puede ser tan grande como de 1000 pies de diámetro, cuando se trata de un carro-tanque de ferrocarril que contenga un gas licuado comprimido inflamable como propano líquido o gas LP.

Nuestro interés radica en conocer las distancias a las cuales existen consecuencias por elevados niveles de radiación y sobrepresión básicamente; para ello se imitan los escenarios semejantes a los probables que pueden ocurrir dentro de una planta de gas con las características similares a la que se operará en la planta y con los volúmenes de gas que normalmente encontraríamos en la planta de gas.

En primer término, describiremos los eventos identificados y probables; donde incluiremos las condiciones meteorológicas más comunes (estabilidad de la zona), para posteriormente presentar los resultados de manera gráfica:

EFECTOS DE LA RADIACIÓN TÉRMICA.

La radiación térmica va directamente relacionada con la cantidad de calor emitida de un incendio. Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a la radiación térmica. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad de calor y el tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kw/m^2 durante solo 0.4 segundos antes de que se sienta dolor.

Los incendios se producen en la industria con más frecuencia que las explosiones y las emanaciones de sustancias tóxicas, aunque las consecuencias medidas en pérdida de vidas humanas suelen ser menos graves. Por consiguiente, podría considerarse que los incendios constituyen un menor peligro potencial. No obstante, si se retrasa la ignición de un material inflamable que se escapa, puede constituirse una nube de vapor de material inflamable no encerrada.

Los incendios pueden adoptar varías formas diferentes, entre ellas la de incendios de chorro, depósitos, los producidos por relámpagos y explosiones provocadas por la ebullición de líquidos que expanden vapor. Un incendio de surtidor o chorro podría surgir cuando una larga llama estrecha procedente, por ejemplo, de una tubería inflamable tiene un escape.

Un incendio de depósito se produciría, por ejemplo, si una fuga de petróleo bruto de un depósito situado dentro de un muro de protección se inflamara. Un incendio repentino podría originarse si un escape de gas llegara a una fuente de combustión y se quemara rápidamente regresando a la fuente del escape.

Las explosiones provocadas por la ebullición de líquidos que expanden vapor son comúnmente mucho más graves que los demás incendios.

La radiación térmica es una de las consecuencias de una BLEVE, por lo que, es preciso conocer las características sobre la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada:

- El diámetro de la bola de fuego.
- La altura de dicha bola.
- La duración máxima de la deflagración.

Otro efecto letal que se considera al producirse un incendio es la disminución del oxígeno en la atmósfera debido al consumo de oxígeno en el proceso de la combustión. En general, este efecto se limita al entorno inmediato del lugar del incendio. Son así mismo importantes los efectos sobre la salud originados por la exposición de los humos generados por el incendio.

Estos humos pueden incluir gases tóxicos, como bióxido de azufre, de la combustión de bisulfuro de carbono y de óxidos nitrosos de los incendios en los que interviene el nitrato amónico.

Para determinar los radios potenciales de afectación supuestos, de acuerdo con los resultados de identificación de riesgos para la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., proyectada, utilizaremos el modelo cuantitativo SCRI FUEGO 2.2.

USO DEL MODELO SCRI FUEGO 2.2 PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN BAJO EVALUACIÓN

La mayoría de las evaluaciones y análisis de consecuencias requieren del apoyo de un programa computacional como lo es el modelo SCRI FUEGO 2.2, como se ha explicado, se trata de un programa automatizado para la evaluación de incidentes por riesgos químicos, cuyo objetivo es proporcionar al personal de respuestas a emergencias un cálculo de las consecuencias de afectación.

A continuación, se presenta en la tabla siguiente, la radiación máxima tolerable para determinados materiales que se utilizan habitualmente en la construcción:

Tabla 24. Valores de radiación Máxima tolerable para materiales de construcción

Material	Radiación máxima tolerable (kW/m^2)
Cemento	60
Hormigón armado	200
Acero	40
Madera	10
Vidrio	30-300
Pared de ladrillo	400

Los efectos sobre las personas se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 25. Efectos sobre las personas.

INTENSIDAD DE LA EXPOSICIÓN		EFECTO OBSERVADO
(kw/m²)	*(BTU/hrft²)*	
35.5	11,252	Causa daño a equipo de proceso
25.0	7,923	Energía mínima necesaria para incendiar la madera, sin fuente de ignición directa
12.5	3,962	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con fuente de ignición directa
9.5	3,000	Daño a personas con una exposición de 8 segundos produciendo quemaduras de primer orden. Y quemaduras de segundo orden con exposición de 20 segundos, puede haber exposición de unos segundos.
6.31	2000	Intensidad de calor en donde pueden realizarse acciones de emergencia hasta por un minuto con ropa apropiada
4.0	1,268	Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos, con ropa apropiada, caso contrario es posible que aparezcan quemaduras de segundo orden durante exposición de 20 a 30 seg.
1.6	500	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

Otro ejemplo es la tabla siguiente, en la que se presentan los daños producidos por explosiones, en función de la sobrepresión a la que se ven expuestas personas y bienes materiales.

Tabla 26. Daños por sobrepresión durante explosiones.

Presión psi = (lb/pul²g)	**Daños**
0.1	Roturas de ventanas pequeñas
0.5	Ventanas pequeñas y grandes generalmente destrozadas, daño ocasional a marcos de ventana
1.0	Demolición parcial de estructuras convencionales, haciéndolas inhabitables
2.3	Paredes de concreto, no reforzado, destrozados
2.5	50% de destrucción de ladrillos de una casa
3,0	Edificaciones, con marco de acero, deformada y arrancada de sus bases.
4,0	Cemento roto de edificaciones industriales ligeras.
5,0	Postes de electricidad arrancados.
12,0	Valor umbral para daño pulmonar.
15-35	Rotura del tímpano en 50% de la población.
25	Daño pulmonar severo.
283-300	Límite de abertura de cráteres.

Tabla 27. Daños a personas por sobrepresión durante explosiones

SOBRE PRESIÓN (psi)	PROBABILIDAD DE FATALIDADES /LESIONADOS
<1	0
1 -3	0,10
3 -5	0,25
5 -7	0,70
>7	0,95

IV.6.3. Resultados de la simulación de consecuencias y/o jerarquización de riesgos mediante un método cuantitativo como lo es el programa SCRI FUEGO 2,2 se muestran a continuación:

EVENTO SIMULADO NUMERO 1. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento de gas debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser una fisura desde la válvula de servicio por defecto de fabricación; para este evento la emisión de gas es proporcionada por el evaluador; considerando una tasa de 0.34 kg/segundo; (equivalente a una fuga desde un tramo de tubería o abertura de ¼ pulgada de diámetro); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que el gas se incendia y origina flama como dardo de fuego.

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)
REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: ..... FUGA DE GAS E INCENDIO TIPO DARDO DE FUEGO
Fecha: ..... 2 de septiembre de 2020

Instalación

Nombre: ..... GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V. NUEVA PLANTA EN ARTEAGA, COAHUILA.
Dirección: ..... KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSE LOPEZ PORTILLO, ARTEAGA, COAHUILA. C.P. 25350 , ARTEAGA, COAHUILA, MÉXICO, Tel.
Ubicación: ..... Lat:25° 28' 12.55 N Lon:100° 53' 57.58 O

Descripción

DURANTE EL MANEJO DE GAS EN LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO EXISTE UNA FUGA POR SOBRELLENADO (APERTURA DE VÁLVULA DE SEGURIDAD)

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: ..... GAS LP
CAS: 68476-85-7
Nombre CAS: ..... No Disponible
Nombre IUPAC: ..... No Disponible
Fórmula: ..... No Disponible
Estructura: ..... No Disponible
Sinónimos (en español): ..... GAS LP
Sinónimos (en inglés): ..... L.P.G.

Propiedades

Relación de Calores específicos (Gamma) 1.13
Calor de Combustión ..... 46026.00 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Tasa de emisión: ..... 0.34 kg/s
Diámetro del orificio: ..... 0.00 m
Coeficiente de descarga: 0.00
Temperatura interna: ..... 0.00 K
Presión interna: ..... 0.00 Kpa
Altura de base de la flama: ..... 3.00 m
Fracción radiante: 0.40

Datos meteorológicos

Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

Nombre : .....Escenario para Jet Fire
Humedad relativa: .....50 %
Temperatura : .....298.2 K (25.0 °C)

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio: .....0.00 m
Presión en la tubería: .....0.00 kPa
Coeficiente de descarga: 0.0
Longitud de la flama: .....0.0 m
Tasa de emisión de masa: .....0.3 kg/s
Clase de emisión: .....Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
5.00	5.83	0.89	13.00
10.00	10.44	0.84	3.85
20.00	20.22	0.79	0.97
40.00	40.11	0.75	0.23
50.00	50.09	0.73	0.15
100.00	100.04	0.69	0.03
200.00	200.02	0.65	0.01
0.00	3.00	0.94	52.15
0.00	3.00	0.94	52.15
0.00	3.00	0.94	52.15

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)
35.00	2.05
5.00	8.71
1.40	16.67

Figura 24. Radios de consecuencias que proyecta espacialmente la distancia en metros en caso de ocurrencia del evento simulado número 1 (escala 1_1000).

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN
FUGA DE GAS E INCENDIO TIPO DARDO DE FUEGO
SUSTANCIA
GAS LP
INSTALACIÓN
GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V. NUEVA PLANTA EN ARTEAGA, COAHUILA.
POSICIÓN DE LA FUENTE
25° 28' 12.55 N , 100° 53' 57.58 O
RADIACIONES DE INTERÉS
Radiación: 35.00 kW/m2 a 2.05 m
Radiación: 5.00 kW/m2 a 8.71 m
Radiación: 1.40 kW/m2 a 16.67 m



EVENTO SIMULADO NUMERO 2. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser una fisura desde la válvula de servicio por defecto de fabricación (que sale del tanque de 250,000 litros); donde el diámetro del punto de fuga es de 1/2 pulgada de diámetro), dando una tasa de emisión del gas es de 1.3 kilogramos por segundo (supuesto); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que el gas se incendia y origina flama como dardo de fuego.

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)
REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: .....FUGA DE GAS E INCENDIO TIPO DARDO DE FUEGO
Fecha: ..... 2 de septiembre de 2020

Instalación

Nombre: .....GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V. NUEVA PLANTA EN ARTEAGA, COAHUILA.
Dirección: .....KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSE LOPEZ PORTILLO, ARTEAGA, COAHUILA. C.P. 25350 , ARTEAGA, COAHUILA, MÉXICO, Tel.
Ubicación: .....Lat:25° 28' 12.55 N Lon:100° 53' 57.58 O

Descripción

DURANTE EL MANEJO DE GAS EN LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO EXISTE UNA FUGA POR SOBRELLENADO (APERTURA DE VÁLVULA DE SEGURIDAD)

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: .....Propano butano 50-50
CAS: .....No Aplica

Propiedades

(*) Peso Molecular .....50.48 kg/kgmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. .....1679.65 J/kg·K
(*) Temperatura de Ebullicion .....250.01 K
(*) Calor de Vaporización a Temp. Ebull. .....404300.05 J/kg
Capacidad Calorífica del Líquido a Temp. Ebull. .....2273.32 J/kg·K
Densidad del Líquido a Temp. Ebull. 592.94 kg/m3
Constante de Presión de saturación B .....-1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C .....0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.11
(*) Concentración Estequiométrica .....9.50 %
Calor de Combustión .....46011.32 kJ/kg

* Los datos marcados han sido ingresados por el usuario

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Tasa de emisión: .....1.28 kg/s
Diámetro del orificio: .....0.00 m
Coeficiente de descarga: 0.00
Temperatura interna: .....0.00 K

Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

Presión interna: .....0.00 Kpa
Altura de base de la flama: .....3.00 m
Fracción radiante: 0.40

Datos meteorológicos

Nombre : .....Escenario para Jet Fire
Humedad relativa: .....50 %
Temperatura : .....298.2 K (25.0 °C)

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio: .....0.00 m
Presión en la tubería: .....0.00 kPa
Coeficiente de descarga: 0.0
Longitud de la flama: .....0.0 m
Tasa de emisión de masa: .....1.3 kg/s
Clase de emisión: .....Flujo Sónico

* Los datos marcados han sido ingresados por el usuario

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
5.00	5.83	0.89	48.94
10.00	10.44	0.84	14.49
20.00	20.22	0.79	3.64
40.00	40.11	0.75	0.87
50.00	50.09	0.73	0.55
100.00	100.04	0.69	0.13
200.00	200.02	0.65	0.03
0.00	3.00	0.94	196.27
0.00	3.00	0.94	196.27
0.00	3.00	0.94	196.27

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS	
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)
35.00	6.15
5.00	17.11
1.40	31.80

Figura 25. Radios de consecuencias que proyecta espacialmente la distancia en metros en caso de ocurrencia del evento simulado número 2 (escala 1_1000).

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN
FUGA DE GAS E INCENDIO TIPO DARDO DE FUEGO
SUSTANCIA
Propano butano 50-50
INSTALACIÓN
GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V. NUEVA PLANTA EN ARTEAGA, COAHUILA.
POSICIÓN DE LA FUENTE
25° 28' 12.55 N , 100° 53' 57.58 O
RADIACIONES DE INTERÉS
Radiación: 35.00 kW/m2 a 6.15 m
Radiación: 5.00 kW/m2 a 17.11 m
Radiación: 1.40 kW/m2 a 31.80 m



EVENTO 3. Se trata de un evento de prácticamente improbable al existir solo un tanque de almacenamiento, ya que considera que existe un incendio previo en el área del tanque de almacenamiento (extremadamente improbable, ya que solo se daría si un semirremolque se incendiase previamente en la zona de tomas de abasto), y solo en caso que este incendio primario no fuera atendido, lo que genera un calentamiento en el tanque, llegando a hervir el gas contenido (10%), lo que deriva en una expansión súbita que genera un evento BLEVE, con una bola de fuego, el suceso iniciador sería una fuga constante que se incendia desde el semirremolque. Las consecuencias de la bola de fuego son de corta duración, pero alta intensidad de radiación el contenido del gas en el tanque de almacenamiento es de 17,000 kg.

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)
REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: .....FUGA DE GAS L.P., E IGNICIÓN PARA BOLA DE FUEGO
Fecha: ..... 2 de septiembre de 2020

Instalación

Nombre: .....NUEVA PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.
Dirección: .....KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSE LOPEZ PORTILLO, ARTEAGA, COAHUILA. C.P. 25350, ARTEAGA, COAHUILA, MÉXICO, Tel.
Ubicación: .....Lat:25° 28' 12.15 N Lon:100° 53' 57.81 O

Descripción

POR APERTURA DE VÁLVULA DE SEGURIDAD EXISTE UNA FUGA DE GAS QUE ALCANZA FUENTE DE IGNICIÓN.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: .....GAS LP
CAS: 68476-85-7
Nombre CAS: .....No Disponible
Nombre IUPAC: .....No Disponible
Fórmula: .....No Disponible
Estructura: .....No Disponible
Sinónimos (en español): .....GAS LP
Sinónimos (en inglés): .....L.P.G.

Propiedades

Relación de Calores específicos (Gamma) 1.13
Calor de Combustión .....46026.00 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Masa del combustible: .....17000.00 kg
Fracción radiante: 0.30

Datos meteorológicos

Nombre : .....Escenario para Fire Ball
Humedad relativa: .....50 %
Temperatura : .....298.2 K (25.0 °C)

RESULTADOS

Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO

Diámetro de la bola de fuego (Dmax = 5.8·M^(1/3)): .....149.13 m
Altura al centro de la bola de fuego (H = 0.75·Dmax): .....111.85 m
Duración de la bola de fuego: .....11.6 s

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS (DISTANCIA DE RADIACIÓN D=(H^2+X^2)^(1/2)-Dmax/2)

Distancia a nivel de piso del centro de la bola de fuego al receptor (m)	Distancia del centro de la bola de fuego al receptor (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
10.00	112.30	0.75	95.09
15.00	112.85	0.75	94.03
20.00	113.62	0.75	92.59
30.00	115.80	0.74	88.70
40.00	118.79	0.74	83.77
70.00	131.95	0.72	66.32
100.00	150.04	0.70	50.05
200.00	229.15	0.66	20.11
500.00	512.36	0.60	3.66
1000.00	1006.24	0.56	0.89

DISTANCIA CALCULADA A NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia a nivel de piso (m)
35.00	137.13
5.00	427.65
1.40	801.95

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 11.57 s)

Efecto	Radiación (kW/m2)	Dosis (W/m2)^4/3 s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m2)^4/3 s	4.46	85.00	463.08	449.37
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m2)^4/3 s	10.02	250.00	314.43	293.86
Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m2)^4/3 s	16.85	500.00	245.19	218.19
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m2)^4/3 s	47.67	2000.00	149.09	98.58

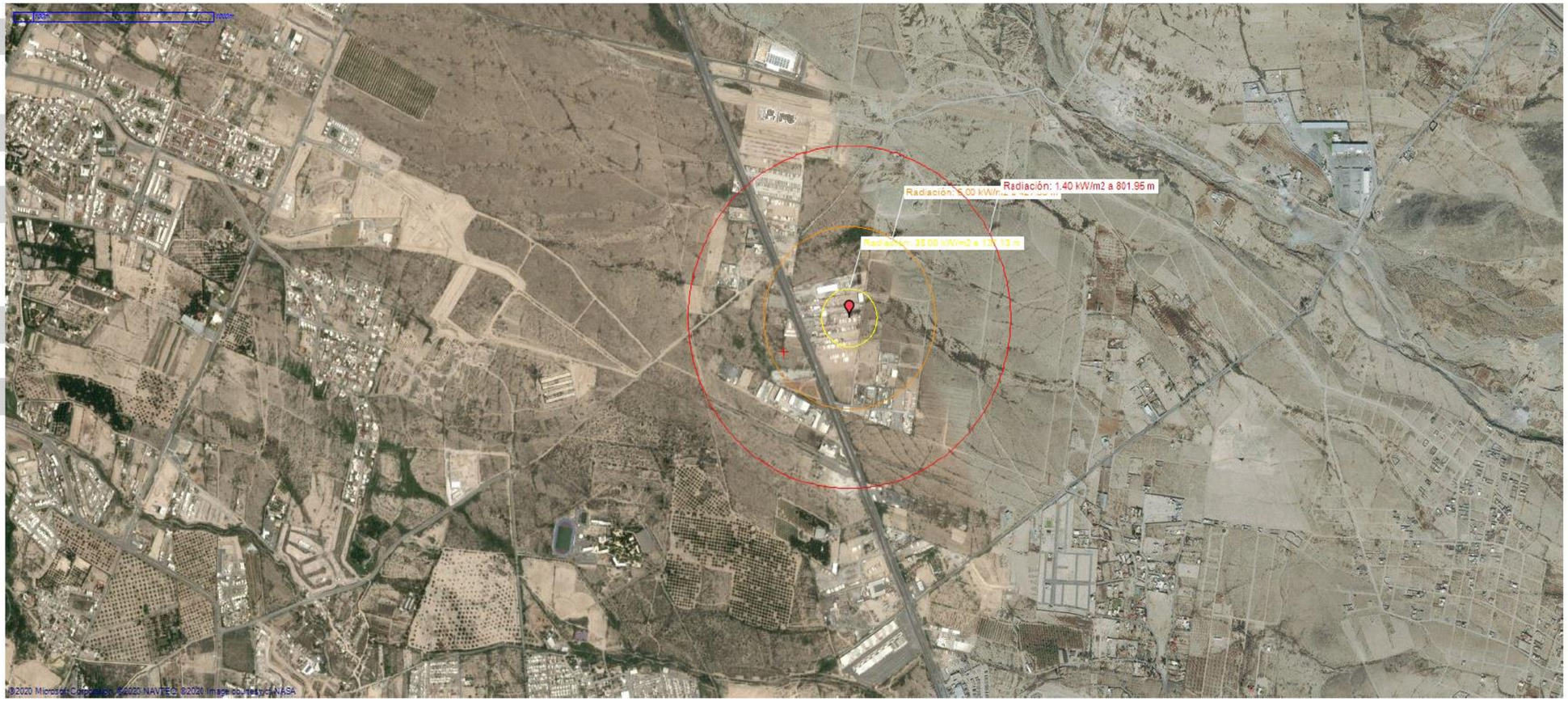
Figura 26. Radios de consecuencias que proyecta espacialmente la distancia en metros en caso de ocurrencia del evento simulado número 3 (escala 1_1000).

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN
FUGA DE GAS L.P., E IGNICIÓN PARA BOLA DE FUEGO
SUSTANCIA
GAS LP
INSTALACIÓN
NUEVA PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.
POSICIÓN DE LA FUENTE
25° 28' 12.15 N , 100° 53' 57.81 O
RADIACIONES DE INTERÉS
Radiación: 35.00 kW/m2 a 137.13 m
Radiación: 5.00 kW/m2 a 427.65 m
Radiación: 1.40 kW/m2 a 801.95 m



Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

EVENTO SIMULADO NUMERO 4. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento de gas debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, otra causa puede ser desacople de manguera en toma de suministro a autotanques o de carburación de auto abasto; la tasa de emisión del gas es del 1.78 kilogramos por segundo (suponiendo una fisura equivalente a 1/2 pulgada de diámetro de una sección de tubería o de punto de enrosque de válvula de servicio); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que la masa de gas presente en el aire explota inicialmente y permanece el incendio del gas desde el punto de fuga daños por radiación a diferentes distancias (resultados en las hojas siguientes).

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)
REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: .....FUGA DE GAS E INCENDIO TIPO DARDO DE FUEGO
Fecha: ..... 2 de septiembre de 2020

Instalación

Nombre: .....GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V. NUEVA PLANTA EN ARTEAGA, COAHUILA.
Dirección: .....KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSE LOPEZ PORTILLO, ARTEAGA, COAHUILA. C.P. 25350 , ARTEAGA, COAHUILA, MÉXICO, Tel.
Ubicación: .....Lat:25° 28' 12.55 N Lon:100° 53' 57.58 O

Descripción

DURANTE EL MANEJO DE GAS EN LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO EXISTE UNA FUGA POR SOBRELLENADO (APERTURA DE VÁLVULA DE SEGURIDAD)

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: .....GAS LP
CAS: 68476-85-7
Nombre CAS: .....No Disponible
Nombre IUPAC: .....No Disponible
Fórmula: .....No Disponible
Estructura: .....No Disponible
Sinónimos (en español): .....GAS LP
Sinónimos (en inglés): .....L.P.G.

Propiedades

(*) Peso Molecular .....50.40 kg/kgmol
(*) Temperatura de Ebullicion .....251.00 K
(*) Calor de Vaporización a Temp. Ebull. .....404300.00 J/kg
Constante de Presión de saturación B .....-1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C .....0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.13
(*) Concentración Estequiométrica .....9.50 %
Calor de Combustión .....46026.00 kJ/kg

* Los datos marcados han sido ingresados por el usuario

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Tasa de emisión: .....1.78 kg/s

Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

Diámetro del orificio: .....0.01 m
Coeficiente de descarga: 2.00
Temperatura interna: .....284.00 K
Presión interna: .....2400.00 Kpa
Altura de base de la flama: .....3.00 m
Fracción radiante: 0.40

Datos meteorológicos

Nombre : .....Escenario para Jet Fire
Humedad relativa: .....50 %
Temperatura : .....298.2 K (25.0 °C)

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio: .....0.01 m
Presión en la tubería: .....2400.00 kPa
Coeficiente de descarga: 2.0
Longitud de la flama: .....1.5 m
Tasa de emisión de masa: .....1.8 kg/s
Clase de emisión: .....Flujo Sónico

* Los datos marcados han sido ingresados por el usuario

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
5.00	6.26	0.88	58.85
10.00	10.68	0.84	19.23
20.00	20.35	0.79	5.00
40.00	40.18	0.75	1.21
50.00	50.14	0.73	0.76
100.00	100.07	0.69	0.18
200.00	200.04	0.65	0.04
0.00	3.76	0.92	170.52
0.00	3.76	0.92	170.52
0.00	3.76	0.92	170.52

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)
35.00	7.09
5.00	20.01
1.40	37.25

Figura 27. Radios de consecuencias que proyecta espacialmente la distancia en metros en caso de ocurrencia del evento simulado número 4 (escala 1_1000).

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN
FUGA DE GAS E INCENDIO TIPO DARDO DE FUEGO
SUSTANCIA
GAS LP
INSTALACIÓN
GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V. NUEVA PLANTA EN ARTEAGA, COAHUILA.
POSICIÓN DE LA FUENTE
25° 28' 12.55 N , 100° 53' 57.58 O
RADIACIONES DE INTERÉS
Radiación: 35.00 kW/m2 a 7.09 m
Radiación: 5.00 kW/m2 a 20.01 m
Radiación: 1.40 kW/m2 a 37.25 m



Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

EVENTO 5. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el trasiego o almacenamiento de gas, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser por desacople en válvula, desde una de las tomas de abasto, toma de suministro a autotanques y toma de carburación de auto a abasto; la masa de gas que se tiene al momento de alcanzar una fuente de ignición para detonación es de 40 kg, las consecuencias por sobrepresión debido a la explosión del gas (el volumen de gas se obtiene del cálculo que arroja el programa ALOHA, para un tanque de almacenamiento y una fisura de 1/8 de diámetro, conteniendo el tanque 100 m^3).



Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS (MASA DE UNA NUBE DE SUSTANCIA INFLAMABLE) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: .....FUGA DE GAS CON AMBIENTE EXPLOSIVO
Fecha: ..... 2 de septiembre de 2020

Instalación

Nombre: ..PROYECTO DE PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN EN ARTEAGA, COAHUILA. GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.
Dirección: ..KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSE LOPEZ PORTILLO DE ARTEAGA, COAHUILA, ARTEAGA, COAHUILA, MÉXICO, Tel.
Ubicación: .....Lat:25° 28' 12.11 N Lon:100° 53' 58.93 O

Descripción

(Sin descripción)

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: .....Propano butano 50-50
CAS: .....No Aplica

Propiedades

Peso Molecular .....50.48 kg/kgmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. .....1679.65 J/kg·K
Temperatura de Ebullicion .....250.01 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebull. .....404300.05 J/kg
Capacidad Calorífica del Líquido a Temp. Ebull. .....2273.32 J/kg·K
Densidad del Líquido a Temp. Ebull. 592.94 kg/m3
Constante de Presión de saturación B .....-1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C .....0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.11
Concentración Estequiométrica .....9.50 %
Calor de Combustión .....46011.32 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Peso del material en la nube : .....40.00 kg
Factor de Eficiencia Explosiva : 0.40
Límite Inferior de Explosividad : .....1.50 %
Límite Superior de Explosividad : .....9.00 %
Calor de Combustión de TNT (RMP) : .....4680.00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT : .....157.30 kg

RESULTADOS

Distancia mínima de cálculo : .....0.36 m
Distancia máxima de cálculo : .....215.93 m
Distancia total del cálculo : .....215.56 m

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
10.00	338.43	49.09	1.47	144.70	2.04
20.00	75.27	10.92	5.09	77.11	3.28
40.00	22.80	3.31	14.58	41.30	4.34
50.00	16.47	2.39	19.61	33.39	4.67
100.00	6.68	0.97	45.63	17.09	5.81
200.00	2.63	0.38	99.16	8.57	6.99
250.00	--	--	--	--	--
300.00	--	--	--	--	--
350.00	--	--	--	--	--

DISTANCIA CALCULADA SEGÚN LA PRESIÓN DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
68.95	10.00	20.92	5.49	74.14	3.37
6.89	1.00	97.47	44.28	17.52	5.76
3.45	0.50	165.69	80.91	10.38	6.65
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--

Figura 28. Radios de consecuencias que proyecta espacialmente la distancia en metros en caso de ocurrencia del evento simulado número 5 (escala 1_1000).

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN
FUGA DE GAS CON AMBIENTE EXPLOSIVO
SUSTANCIA
Propano butano 50-50
INSTALACIÓN
PROYECTO DE PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN EN ARTEAGA, COAHUILA. GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.
POSICIÓN DE LA FUENTE
25° 28' 12.11 N , 100° 53' 58.93 O
ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN
68.95 kPa (10.00 psig) a 20.92 m
6.89 kPa (1.00 psig) a 97.47 m
3.45 kPa (0.50 psig) a 165.69 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m



Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

EVENTO 5_b. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el trasiego o almacenamiento de gas, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser por desacople en válvula desde una de las tomas de abasto, toma de suministro a autotanques y toma de carburación de auto a abasto; la masa de gas que se tiene al momento de alcanzar una fuente de ignición para detonación es de 70 kg, las consecuencias por sobrepresión debido a la explosión del gas.

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS
(MASA DE UNA NUBE DE SUSTANCIA INFLAMABLE)
REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: .....FUGA DE GAS CON AMBIENTE EXPLOSIVO
Fecha: ..... 2 de septiembre de 2020

Instalación

Nombre: .....PROYECTO DE PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN EN ARTEAGA, COAHUILA. GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.
Dirección: .....KM. 3+000 DEL LIBRAMIENTO JOSE LOPEZ PORTILLO DE ARTEAGA, COAHUILA, ARTEAGA, COAHUILA, MÉXICO, Tel.
Ubicación: .....Lat:25° 28' 12.11 N Lon:100° 53' 58.93 O

Descripción

(Sin descripción)

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: .....Propano butano 50-50
CAS: .....No Aplica

Propiedades

Peso Molecular .....50.48 kg/kgmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. .....1679.65 J/kg·K
Temperatura de Ebullicion .....250.01 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebull. .....404300.05 J/kg
Capacidad Calorífica del Líquido a Temp. Ebull. .....2273.32 J/kg·K
Densidad del Líquido a Temp. Ebull. 592.94 kg/m3
Constante de Presión de saturación B .....-1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C .....0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.11
Concentración Estequiométrica .....9.50 %
Calor de Combustión .....46011.32 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Peso del material en la nube : .....70.00 kg
Factor de Eficiencia Explosiva : 0.30
Límite Inferior de Explosividad : .....1.50 %
Límite Superior de Explosividad : .....9.00 %
Calor de Combustión de TNT (RMP) : .....4680.00 kJ/kg

Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

Masa Equivalente en TNT : .....206.46 kg

RESULTADOS

Distancia mínima de cálculo : .....0.40 m
Distancia máxima de cálculo : .....236.41 m
Distancia total del cálculo : .....236.02 m

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
10.00	417.21	60.51	1.24	157.90	2.07
20.00	90.18	13.08	4.37	83.45	3.10
40.00	26.21	3.80	12.86	44.96	4.22
50.00	18.75	2.72	17.42	36.42	4.54
100.00	7.48	1.08	41.03	18.65	5.65
200.00	3.00	0.43	89.97	9.40	6.82
250.00	--	--	--	--	--
300.00	--	--	--	--	--
350.00	--	--	--	--	--

DISTANCIA CALCULADA SEGÚN LA PRESIÓN DE INTERÉS

Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
68.95	10.00	22.91	5.49	74.14	3.37
6.89	1.00	106.72	44.28	17.52	5.76
3.45	0.50	181.41	80.91	10.38	6.65
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--

DISTANCIA CALCULADA SEGÚN LA PRESIÓN DE INTERÉS

Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--

Figura 28_b. Radios de consecuencias que proyecta espacialmente la distancia en metros en caso de ocurrencia del evento simulado número 6 (escala 1_1000).

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN

FUGA DE GAS CON AMBIENTE EXPLOSIVO

SUSTANCIA

Propano butano 50-50

INSTALACIÓN

PROYECTO DE PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN EN ARTEAGA, COAHUILA. GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.

POSICIÓN DE LA FUENTE

25° 28' 12.11 N , 100° 53' 58.93 O

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

- 68.95 kPa (10.00 psig) a 22.91 m
- 6.89 kPa (1.00 psig) a 106.72 m
- 3.45 kPa (0.50 psig) a 181.41 m
- .00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
- .00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
- .00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
- .00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
- .00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
- .00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m



Fecha de impresión: miércoles, 2 de septiembre de 2020 SCRI Fuego 2.2 (Rev. 2019.01) Pág. 1

Tabla comparativa de resultados (tabla 28).

EVENTO SIMULADO	ONDAS DE SOBREPRESIÓN (psi) MODELO SCRI FUEGO 2.2		
Eventos por incendio y/o explosión por nube de fuego	Zona de radiación intensa (daño a equipos de trasiego) (35.0 kW/m^2)	Zona de Alto Riesgo (5 kW/m^2)	Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m^2
1	2.05	8.71	16.67
2	6.15	17.11	31.80
3	**137.13**	**427.65**	**801.95**
	Diámetro de la bola de fuego: 149.13. Altura al centro de la bola de fuego: 111.85 Duración de la bola de fuego: 11.6 segundos		
4	7.09	20.01	37.25
Eventos por explosión (ondas de presión)	Zona de radiación intensa (daño a equipos de trasiego y soportes (10.00 psi)	Zona de Alto Riesgo 1.0 psi	Zona de Amortiguamiento 0.5 psi
5	20.92	97.47	165.69
6	22.91	106.72	181.41

Nota: todas las distancias están referidas a metros.

REFERENCIAS.

Niveles de radiación recomendados para diseño por (API-RP-521).

Tabla 29. Tiempos de exposición necesarios para alcanzar el umbral de dolor.

Radiation intensity kW/m^2 (Btu/h·ft^2)	**Time-to-pain threshold** s
1,74 (550)	60
2,33 (740)	40
2,90 (920)	30
4,73 (1 500)	16
6,94 (2 200)	9
9,46 (3 000)	6
11,67 (3 700)	4
19,87 (6 300)	2

Tabla 30. Efectos de las explosiones por las ondas generadas (psi).

SEGOB SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN | COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL MÉXICO

Efecto de las Explosiones

Sobrepresión (psi)	Efectos
0.02	Sonido molesto si es de baja frecuencia
0.15	Presión típica de fractura de vidrios
0.50	Ruptura de ventanas y marcos de ventanas dañados
1.0	Demolición parcial de casas, quedan inhabitables
2	Colapso parcial de muros y techos de casas
5-7	Destrucción casi completa de casas
9.5	Destrucción total de edificios

NOTA: De los eventos identificados mediante el método HAZOP, se agrupan aquellos similares, en virtud de esto, se seleccionaron aquellos que se han modelado mediante el programa SCRI FUEGO 2.2, mismos que se han presentado en las hojas anteriores; incluyendo los eventos más probables que son de menores consecuencias (Eventos 1 y 2); así como uno de menor probabilidad evento 6, pero mayores consecuencias, por mayor distancia de afectación (Evento 06); por la magnitud de los efectos, que sin embargo no causarían interacciones de riesgos con otras instalaciones del exterior dentro de la zona de amortiguamiento y si tendrían efectos para el interior de la propia planta; de igual manera se ha considerado un evento de mínima probabilidad como lo es el identificado con número 3.

IV.6.4. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

VI.6.4.1. Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.6.4.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, deberá utilizar los criterios que se indican a continuación (tabla 31):

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de alto riesgo	IDLH	5 KW/m^2 o 1,500 BTU/Pie^2h	0.070 Kg/cm^2 1.0 lb/plg^2
Zona de Amortiguamiento	TLV8 o TLV15	1.4 KW / m^2 o 440 BTU/Pie^2h	0.035 Kg/cm^2 0.5 lb/plg^2

NOTAS: 1) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zona de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10 % de la energía total liberada.

Previamente se ha presentado el desarrollo de los cálculos para los eventos más probables y el de mayor daño crítico.

Consideración para los cálculos.

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que; dadas las medidas de seguridad con que contará la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., en sus operaciones proyectadas; dichas medidas se han señalado ya en este análisis de riesgo (ver memoria técnica), la probabilidad de que se presente un evento que pueda generar un riesgo es reducida. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia (con respecto a los demás), como son los eventos 1, y 2, aun cuando las consecuencias sean controlables, dadas las medidas de prevención y seguridad con que se contará en planta para la atención de emergencias, así como las potenciales consecuencias.

Propiedades del Gas L.P.

El gas L.P. es un hidrocarburo derivado del petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación del crudo. El término L.P. deriva de: Licuado del Petróleo, porque se produce en estado de vapor, pero se convierte en líquido mediante COMPRESIÓN y ENFRIAMIENTO simultáneos de estos vapores, necesitándose 273 litros de vapor para obtener 1 litro de gas líquido.

El gas al ser comprimido y enfriado se condensa hasta convertirse en líquido, en cuyo estado se le transporta y maneja desde las refinerías, a las terminales, luego a las plantas de almacenamiento y de aquí pasa a ser distribuido mediante unidades vehiculares de reparto o traslado en cilindros portátiles, o camión pipa para suministro en tanques estacionarios y en estaciones de carburación que a su vez lo comercializan para uso vehicular; para los consumidores el gas sale en estado de vapor para poder ser utilizado en motores, calderas y aparatos domésticos.

Los principales gases que forman el gas L.P. son el PROPANO y BUTANO, que se distinguen entre sí por su composición química, presión, punto de ebullición y en su poder calorífico (o de calentamiento).

Algunas de sus principales características se detallan a continuación:

SE PRODUCE EN ESTADO DE VAPOR, pero se licúa con cierta facilidad, mediante compresión y enfriamiento.

NO TIENE COLOR, es transparente como el agua en su estado líquido.

NO TIENE OLOR, cuando se produce y licúa, pero se le agrega una sustancia de olor penetrante, llamada etyl mercaptano, para detectarlo cuando se fugue.

NO ES MUY TOXICO, solo desplaza el oxígeno, por lo que no es propio para respirarlo mucho tiempo.

ES MUY FLAMABLE, cuando se escapa y se vaporiza se enciende violentamente a la menor llama o chispa.

EXCESIVAMENTE FRIO, por pasar rápidamente del estado líquido a vapor, por lo cual, al contacto con la piel producirá siempre quemaduras de la misma manera que lo hace el fuego.

ES LIMPIO, cuando se quema debidamente combinado con el aire, no forma hollín, ni deja mal sabor en los alimentos preparados con él.

ES ECONÓMICO, por su rendimiento en comparación con otros combustibles.

Un litro de gas líquido pesa aproximadamente ½ Kg. (Un litro de agua pesa 1 Kg.)

Un litro de gas líquido se transforma en 270 litros de vapor de gas.

Por lo que se refiere a su dispersión en caso de fuga, se tiene que este gas se vaporiza de inmediato, sin embargo, los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire =1) y se concentran en lugares bajos, donde no exista buena ventilación para disiparlos, se mezclan con el aire y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, llama o calor) producen una explosión y en algunas ocasiones incendio.

Punto Flash:	-98 °C
Temperatura de ebullición:	-32.5 °C
Temperatura de auto ignición:	435.0 °C
Límites de explosividad:	Inferior 1.8%
	Superior9.3%
Calor de combustión:	21591 BTU/lb (fracción propano en mayor porcentaje).

Es preciso señalar que en el caso de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. proyectada para Arteaga, Coahuila, debido a las características peligrosas del gas L.P., y los resultados de identificación de riesgos reportados en este estudio, fue necesario conocer los radios potenciales de afectación y en función de ello determinar si las medidas de prevención y atención de emergencias son suficientes o adecuadas y, en su caso; si se requieren medidas adicionales a las existentes, ya sea por adecuación o incremento de procedimientos de atención a emergencias.

En este sentido y de acuerdo con los valores establecidos en la matriz de riesgo, como consecuencia del análisis HAZOP, **se consideran que los principales riesgos a evaluar son aquellos originados por**:

A. Ruptura de tuberías o fallos en el instrumental de seguridad y que en ambos casos derivan en fugas con posibilidad de incendio (deflagración), y/o explosión en un área determinada, originando daños en instalaciones cercanas al sitio del evento, pérdidas económicas, lesiones en los trabajadores e incluso daños en el ambiente externo de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. y en propiedad del propio promovente, así como instalaciones del exterior.

Debiendo señalar que se efectúa un solo evento por tubería, los demás se identificaron por los potenciales riesgos de fisura de punto de enrosque y/o fallo de válvula de seguridad que se consideran los puntos en donde se manejan las mayores presiones y que por lo tanto representa la probabilidad mayor para un evento probable durante el trasiego del gas en la instalación proyectada.

B. Daños del tanque de almacenamiento y/o semirremolque por sobrepresión y/o sobrecalentamiento que derive en un evento BLEVE (sería el caso catastrófico pero prácticamente improbable), ello acarrearía consecuencias hacia el entorno, las instalaciones proyectadas interiores y exteriores, así como daños dentro de los radios de afectación; las consecuencias graves serían, sin embargo para las propias instalaciones, debido a que una ruptura del tanque de almacenamiento causaría paro de proceso, daños en tubería y los equipos de trasiego (bombas, compresores), sistemas de seguridad e incluso construcciones.

C. Defectos y fallos en válvulas de servicio o de seguridad.

D. Falta en la aplicación de procedimientos de trasiego por errores del personal.

En función de las propiedades fisicoquímicas del gas licuado de petróleo, es posible determinar que el caso de incendio en las instalaciones proyectadas, tan solo es una condición para que se suscite una explosión en la nube de gas L.P. proveniente de una fuga, por lo tanto, solo se realizaron las modelaciones de los efectos resultantes de una explosión de la nube generada como consecuencia de una fuga o liberación masiva de gas.

Modelación de eventos posibles.

Para la operación futura de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. en Arteaga, Coahuila, se realizaron simulaciones que presuponen la ocurrencia de eventos diversos, los cuales fueron identificados en el análisis de riesgos mediante el método HAZOP, así se determinaron los radios potenciales de afectación y en función de los resultados obtenidos se establecieron las áreas de riesgo y amortiguamiento para cada caso. En específico y de acuerdo con la ponderación resultante de la matriz de riesgo, se tiene los siguientes puntos evaluados en cada nodo (tabla 32):

Nodo	No. de evento (SCRI 2.2)	Evento (s) evaluado (s)
01	1	1. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser una fisura desde la válvula de servicio por defecto de fabricación; para este evento la emisión de gas es proporcionada por el evaluador; considerando una tasa de 0.34 kg/segundo; (equivalente a una fuga desde un tramo de tubería o abertura de ¼ pulgada de diámetro); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que el gas se incendia y origina flama como dardo de fuego. 4. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento de gas, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, otra causa puede ser

		desacople de manguera en toma de suministro a autotanques o de carburación de auto abasto; la tasa de emisión del gas es del 1.78 kilogramos por segundo (suponiendo una fisura equivalente a 1/2 pulgada de diámetro de una sección de tubería o de punto de enrosque de válvula de servicio); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que la masa de gas presente en el aire explota inicialmente y permanece el incendio del gas desde el punto de fuga daños por radiación a diferentes distancias (resultados en las hojas siguientes).
02	2	2. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser una fisura desde la válvula de servicio por defecto de fabricación (que sale del tanque de 250,000 litros); donde el diámetro del punto de fuga es de 1/2 pulgada de diámetro), dando una tasa de emisión del gas es de 1.3 kilogramos por segundo (supuesto); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que el gas se incendia y origina flama como dardo de fuego.
03	3	3. Se trata de un evento de prácticamente improbable al existir solo un tanque de almacenamiento, ya que considera que existe un incendio previo en el área del tanque de almacenamiento (extremadamente improbable, ya que solo se daría si un semirremolque se incendiase previamente en la zona de tomas de abasto), y solo en caso que este incendio primario no fuera atendido, lo que genera un calentamiento en el tanque, llegando a hervir el gas contenido (10%), lo que deriva en una expansión súbita que genera un evento BLEVE, con una bola de fuego, el suceso iniciador sería una fuga constante que se incendia desde el semirremolque. Las consecuencias de la bola de fuego son de corta duración, pero alta intensidad de radiación el contenido del gas en el tanque de almacenamiento es de 17,000 kg.
01/ 04/ 05	5	4. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento de gas, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, otra causa puede ser el desacople de manguera en toma de suministro a autotanques o de carburación de auto abasto; la tasa de emisión del gas es del 1.78 kilogramos por segundo (suponiendo una fisura equivalente a 1/2 pulgada de diámetro de una sección de tubería o de punto de enrosque de válvula de servicio); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que la masa de gas presente en el aire explota inicialmente y permanece el incendio del gas desde el punto de fuga, con daños por radiación a diferentes distancias (resultados en las hojas siguientes). 5. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el trasiego o almacenamiento de gas, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser por desacople en válvula desde una de las tomas de abasto, toma de suministro a autotanques y toma de carburación de auto a abasto; la masa de gas que se tiene al momento de alcanzar una fuente de ignición para detonación es de 40 kg, las consecuencias por sobrepresión debido a la explosión del gas (el volumen de gas se obtiene del cálculo que arroja el programa ALOHA, para un tanque de almacenamiento y una fisura de 1/8 de diámetro, conteniendo el tanque 100 m^3).
04	1	1. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser una fisura desde la válvula de servicio por defecto de fabricación; para este evento la emisión de gas es proporcionada por el evaluador; considerando una tasa de 0.34 kg/segundo; (equivalente a una fuga desde un tramo de tubería o abertura de ¼ pulgada de diámetro); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que el gas se incendia y origina flama como dardo de fuego.
05	6	1. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el almacenamiento, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser una fisura desde la válvula de servicio por defecto de fabricación; para este evento la emisión de gas es proporcionada por el evaluador; considerando una tasa de 0.34 kg/segundo; (equivalente a una fuga desde un tramo de tubería o abertura de ¼ pulgada de diámetro); la fuga alcanza una fuente de ignición, por lo que el gas se incendia y origina flama como dardo de fuego. 6. Se supone la ocurrencia de una fuga de gas durante el trasiego o almacenamiento de gas, debido a una liberación desde una válvula de seguridad que desfoga por sobrepresión, o bien por

		fallo en calibración y apertura a presión baja, otra causa puede ser por desacople en válvula desde una de las tomas de abasto, toma de suministro a autotanques y toma de carburación de auto abasto; la masa de gas que se tiene al momento de alcanzar una fuente de ignición para detonación es de 70 kg, las consecuencias por sobrepresión debido a la explosión del gas.

RESUMEN DE EVENTOS Y ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

Planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., en Arteaga, Coahuila.

EVENTO 1: Los radios potenciales de afectación se obtuvieron de las gráficas y cálculos del modelo de simulación de dispersión de contaminantes SCRI FUEGO 2.2.

TABLA 33-1. *Radios potenciales de afectación.*			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico.	Escenario de fuego. Intensidad en distancia (radio/metros)	Escenario de explosión.
El gas se incendia al fugarse. Radio máximo de afectación: 8.71 metros (zona de alto riesgo) y 2.05 metros para zona de potencial efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta)	---	35.0 kW/m^2 a 2.05 5 kW/m^2 a 8.71 1.4 kW/m^2 a 16.67	---
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 2.

TABLA 33-2. *Radios potenciales de afectación.*			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico	Escenario de fuego. Intensidad en distancia (radio/metros)	Escenario de explosión
El gas se incendia al fugarse. Radio máximo de afectación: 17.11 m (zona de alto riesgo) y 6.15 metros para zona de potencial efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta)	---	35.0 kW/m^2 a 6.15 5 kW/m^2 a 17.11 1.4 kW/m^2 a 31.80	---
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 3.

TABLA 33-3. *Radios potenciales de afectación.*			
Forma de Liberación. (Ocurre una BLEVE que origina una bola de fuego).	Escenario tóxico	Escenario de fuego. Intensidad en distancia (radio/metros)	Escenario de explosión
El gas genera un BLEVE.	---	---	---
BLEVE* Radio máximo de afectación: 427.65 m (zona	---	35.0 kW/m^2 a 137.13 5 kW/m^2 a 427.65	

de alto riesgo) y 137.13 metros para zona de potencial efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta)		1.4 kW/m^2 a 801.95	

EVENTO 4.

TABLA 33-4. *Radios potenciales de afectación.*			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico	Escenario de fuego. Intensidad en distancia (radio/metros)	Escenario de explosión
El gas se incendia al fugarse. Radio máximo de afectación: 20.01 m (zona de alto riesgo) y 7.09 metros para zona de potencial efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta)	---	35.0 kW/m^2 a 7.09 5 kW/m^2 a 20.01 1.4 kW/m^2 a 37.25	---
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 5.

TABLA 33-5. *Radios potenciales de afectación.*			
Forma de Liberación, la nube de gas explota liberando energía (presión).	Escenario tóxico	Escenario de fuego	Escenario de explosión
El gas explota al fugarse. Radios máximos de afectación: 97.470 m (zona de alto riesgo) 22.92 m (zona de daños en equipos y construcciones con paro de planta)	---	---	10.00 psi 22.92 m. 1.0 psi a 97.47 m 0.5 psi a 165.69 m
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 6.

TABLA 33-6. *Radios potenciales de afectación.*			
Forma de Liberación, la nube de gas explota liberando energía (presión).	Escenario tóxico	Escenario de fuego	Escenario de explosión
El gas explota al fugarse. Radios máximos de afectación: 106.721 m (zona de alto riesgo) 22.91 m (zona de daños en equipos y construcciones con paro de planta)	---	---	10.00 psi 20.22 m. 1.0 psi a 106.72 m 0.5 psi a 181.41 m
BLEVE*	---	---	---

IV.6.4.2. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DE LA MODELACIÓN.

De acuerdo con los resultados de los radios de afectación para los eventos simulados mediante el programa SCRI FUEGO 2.2, a continuación, se presentan de manera estimada los potenciales daños para el entorno de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., considerando la capacidad de almacenamiento y manejo de gas en la planta proyectada, y valorando las consecuencias hacia los bienes, las personas y el ambiente.

Para proyectar de manera objetiva, los radios de afectación en el tiempo en que se originaría la intensidad de una radiación y el espacio abarcado, será preciso recordar los efectos de exposición de acuerdo con API-RP-521.

Daños ocasionados por la radiación térmica en diferentes intensidades y los niveles de radiación recomendados para diseño por el "American Petroleum Institute" Recomended Practice- 521.

Tabla 34. Niveles de radiación recomendados para diseño por (API-RP-521).

INTENSIDAD (Kw/m^2)	CONDICIONES Y/O EFECTO OBSERVADO
35.0	Causa daño a equipo de proceso, exposición no permitida.
25.0	Energía mínima necesaria para incendiar la madera sin fuente de ignición directa
9.46	La exposición debe ser de tan solo unos segundos.
	Daño a personas con una exposición de 8 segundos, produciendo quemaduras de primer orden y quemaduras de segundo orden con exposición de 20 segundos.
6.31	Intensidad de calor en donde pueden realizarse acciones de emergencia hasta por un minuto con ropa apropiada.
4.73	**Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada**
4.0	Sin protección, se producen quemaduras de segundo grado con exposición de 20 a 30 segundos.
1.58	**Nivel de radiación en donde la exposición** puede ser indefinida.

Fuentes Consultadas: Análisis del riesgo en instalaciones industriales (Alfaomega, España); Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España; Base de datos propia de LEA. Fotos: Repsol YPF y archivo propio de LEA.

EFECTOS DE LOS EVENTOS POTENCIALES SOBRE EL ESCENARIO AMBIENTAL DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE 1000 METROS (CONSECUENCIAS EN EL ENTORNO).

EVENTO NÚMERO 1, (consecuencias dentro de la zona de influencia por intensidad de radiación). Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida (dardo de fuego).			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. **1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables.** **2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua).** **3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.**
Zona de efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta) (35.0 kW/m²), o 10.00 psi Efectos, radiación mortal para las personas o animales. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	2.05	ND	1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 2 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No hay consecuencias sobre factores del ambiente externo. 3. Perdida de contención por colapso en tubería y tanque de almacenamiento, daños en equipos con paro de planta.
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m²) o 1.0 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada. Sobrepresión generada por la explosión, con daños en ventanas y ruido intenso.	8.71		1. Trabajadores o personal expuestos a esa distancia se pueden realizar actividades de rescate de sin sufrir consecuencias. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en interiores del tracto camión o unidades vehiculares de reparto que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro de tanque.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m² o 0.5 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición **puede ser indefinida**. Nivel de sobrepresión donde la exposición puede ser indefinida.	16.67		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 2, (consecuencias dentro de la zona de influencia por intensidad de radiación). Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida (dardo de fuego).			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.

Zona de efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta) (35.0 kW/m²), o 10.00 psi Efectos, radiación mortal para las personas o animales. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	6.15	ND	1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 6.15 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Perdida de contención por colapso en tubería, daños en equipos con paro de planta.
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m²) o 1.0 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada. Sobrepresión generada por la explosión, con daños en ventanas y ruido intenso.	17.11		1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de segundo grado si la exposición es de más de 30 segundos, se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos (tabla API). 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en interiores del tracto camión o unidades vehiculares de reparto que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro del tanque.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m² o 0.5 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición **puede ser indefinida**. Nivel de sobrepresión donde la exposición puede ser indefinida.	31.80		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 3, (consecuencias dentro de la zona de influencia). Forma de Liberación. Evento BLEVE con Radiación térmica de la bola de fuego.			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta) **(35.0 kW/m²),** o 10.00 psi Efectos, radiación mortal para las personas o animales. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	137.13		1. Trabajadores o personal expuesto (población que circulara en vehículos por la vialidad de acceso al momento del evento), o personal civil que se ubique dentro de la distancia con quemaduras mortales aun de corta exposición (11.6 segundos del evento). 2. Incendio de materiales dentro del radio de la bola de fuego (137.13 metros), fauna como aves y reptiles perecerían a este nivel de radiación. 3. Perdida de contención por colapso en tubería y tanque de almacenamiento, daños en equipos con paro de planta; afectación de instalaciones colindantes.

Zona de Alto Riesgo **(5 kW/m²)** o 1.0 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada. Sobrepresión generada por la explosión, con daños en ventanas y ruido intenso.	427.65	Evento (10.8 segundos)	1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de segundo grado si la exposición es de más de 30 segundos **(no es el caso)**, se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos (tabla API). 2. Existirían emisiones instantáneas de gases de combustión y partículas sobre el aire a esta distancia y se dispersaría posteriormente, disminuyendo su calidad en corto tiempo. El nivel de radiación causaría migración de fauna y un ambiente de alta temperatura, pero de corta duración (clima elevado en corto tiempo para esa distancia) 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m² o 0.5 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición **puede ser indefinida**. Nivel de sobrepresión donde la exposición puede ser indefinida.	801.95		1. Trabajadores o personal expuesto (población que circulara en vehículos por la vialidad de acceso al momento del evento), o personal civil que se ubique dentro de la distancia pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.
Observaciones			La bola de fuego que genera el evento tiene un diámetro de 149.13 metros El tiempo de la radiación de la bola de fuego es de 11.6 segundos.

EVENTO NÚMERO 4, (consecuencias dentro de la zona de influencia por intensidad de radiación). Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida (dardo de fuego).			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta) (35.0 kW/m²), o 10.00 psi Efectos, radiación mortal para las personas o animales. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	7.09	ND	1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 7.09 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Perdida de contención por colapso en tubería, daños en equipos con paro de planta.

Zona de Alto Riesgo (5 kW/m²) o 1.0 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada. Sobrepresión generada por la explosión, con daños en ventanas y ruido intenso.	20.01		1. Trabajadores o personal expuestos a esa distancia se pueden realizar actividades de rescate de sin sufrir consecuencias. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en interiores del tracto camión o unidades vehiculares de reparto que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro del tanque.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m² o 0.5 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición **puede ser indefinida**. Nivel de sobrepresión donde la exposición puede ser indefinida.	37.25		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 5, (consecuencias dentro de la zona de influencia).
Forma de Liberación. El gas inflamable escapa desde el tanque sin quemarse y encuentra una fuente de ignición para detonación.

Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta) (35.0 kW/m²), o 10.00 psi Efectos, radiación mortal para las personas o animales. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	20.92 metros con 10.00 psi de sobrepresión		1. Empleados con lesiones severas y heridos por la onda de sobrepresión, ruptura de tímpanos. No hay consecuencias sobre las personas fuera de la planta. 2. No existen factores del ambiente afectables. 3. Destrucción de ventanas con daño en los muros. Demolición parcial de oficinas o construcciones débiles a esta distancia. Fallo de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc.
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m²) o 1.0 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada. Sobrepresión generada por la explosión, con daños en ventanas y ruido intenso.	97.47 metros con 1.0 psi de sobrepresión	Explosión instantánea.	1. Trabajadores expuestos pueden percibir un ruido de gran intensidad, incluyendo daños al oído. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia con este nivel de presión. 3. Daños en ventanas de automóviles, o cualquier unidad de transporte que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.

Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m² o 0.5 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición **puede ser indefinida**. Nivel de sobrepresión donde la exposición puede ser indefinida.	165.69 metros con 0.5 psi de sobrepresión		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de sobre presión. 2. No existen factores del ambiente dañados por este nivel de exposición a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 6, (consecuencias dentro de la zona de influencia). Forma de Liberación. El gas inflamable escapa desde el tanque sin quemarse y encuentra una fuente de ignición para detonación.			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto con daños a equipos e instalaciones (paro de planta) (35.0 kW/m²), o 10.00 psi Efectos, radiación mortal para las personas o animales. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	22.91 metros con 10.00 psi de sobrepresión		1. Empleados con lesiones severas y heridos por la onda de sobrepresión, ruptura de tímpanos. No hay consecuencias sobre las personas fuera de la planta. 2. No existen factores del ambiente afectables. 3. Destrucción de ventanas con daño en los muros. Demolición parcial de oficinas o construcciones débiles a esta distancia. Fallo de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc.
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m²) o 1.0 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada. Sobrepresión generada por la explosión, con daños en ventanas y ruido intenso.	106.72 metros con 1.0 psi de sobrepresión	Explosión instantánea.	1. Trabajadores expuestos pueden percibir un ruido de gran intensidad, incluyendo daños al oído. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia con este nivel de presión. 3. Daños en ventanas de automóviles, o cualquier unidad de transporte que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m² o 0.5 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición **puede ser indefinida**. Nivel de sobrepresión donde la exposición puede ser indefinida.	181.41 metros con 0.5 psi de sobrepresión		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de sobre presión. 2. No existen factores del ambiente dañados por este nivel de exposición a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

IV.6.4.3. IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO MÁXIMO PROBABLE Y CATASTRÓFICO (POR CONSECUENCIAS EN CASO DE SUCEDER).

Evento Máximo Probable.

Es aquel que debido a sus características y a su frecuencia puede presentarse con mayor probabilidad y sus consecuencias pueden ser no graves.

Con estas condiciones y verificando la verosimilitud de los eventos, se identifica el evento 1 como *evento máximo probable*, **pero de consecuencias menores** y al evento 6 como de consecuencias críticas; mientras que el evento 3 por la magnitud de consecuencias potenciales sería el evento catastrófico, (sin embargo de mínima probabilidad); en base a el desarrollo y resultados de frecuencias mediante árbol de sucesos, se trata de fenómenos de muy baja probabilidad (tanto en el árbol de sucesos como en el método HAZOP), para el presente caso es prácticamente improbable, ya que solo se tendrá en la planta 1 tanque; dichos eventos no incluyen otras medidas de seguridad como son las válvulas de control, válvulas de seguridad adicionales y paro de bomba, adicionalmente se tienen contempladas otras medidas de control con recursos humanos documentadas a través del Programa para la Prevención de Accidentes proyectado para la planta. Los eventos más probables que arrojan resultados de radios de afectación administrables o riesgo administrable (bajo riesgo), son los evaluados mediante SCRI con números 1 y 2.

Evento catastrófico:

Es aquel cuyas consecuencias se consideran graves, **aunque su probabilidad de ocurrencia sea muy reducida y casi improbable**.

En caso de presentarse este evento, efectos incidirían sobre el ambiente, los bienes y las personas que se encuentren dentro del radio de afectación, tal como se ha señalado; sería el evento 3.

Reiterando; La empresa contará las medidas de seguridad para evitar que ocurran dichos eventos, por lo que se presentan como sobrestimados; sin embargo, se consideran para poder predecir los posibles daños críticos.

Si bien, la probabilidad de que ocurra el evento 3 es prácticamente improbable, ya que se requeriría de la combinación de más de cuatro factores condicionantes (que fallasen), como son;

la presencia de una unidad de almacenamiento con suficiente gas para generar un dardo de fuego de larga duración (también sería un evento de mínima probabilidad), solo sería posible de un semirremolque, (ya que solo se ha proyectado un tanque para la planta); la fuga de gas como suceso iniciador, acumulación del mismo, ignición retardada, condiciones para generar un BLEVE (bola de fuego), lo cual desencadena el fenómeno del mismo nombre, el cual es considerado el evento catastrófico, se trata de un evento sobre estimado, ya que considera que las medidas de seguridad de que se dispondrá en la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. fallasen, aun cuando sean redundantes (fallo de energía eléctrica, fallo de apertura de válvulas de seguridad, fallo de válvulas de alivio, fallo en bridas de conexiones, etc.), con una probabilidad muy baja, sin embargo, no descartable; las consecuencias serían por radiación, a causa de la formación de una bola de fuego.

El enfoque de la prevención permite contar con procedimientos, equipos y recursos humanos suficientes para abatir las probabilidades de riesgo; sin embargo, con la finalidad de presuponer el evento de mayores consecuencias y sus probables medidas de control, se han sobrestimado las condiciones y volúmenes de gas y así poder predecir los mayores daños probables.

IV.7. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIA (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN)

De los 6 eventos evaluados mediante el programa SCRI FUEGO 2.2), se seleccionaron 4 para representar los efectos espaciales y sus consecuencias en la zona de ubicación proyectada de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., estos se anexan al presente, en forma de diagramas de pétalos (radios de afectación), obteniendo en primer término de las distancias que arroja el programa de simulación SCRI FUEGO 2.2 (ya presentado), y en segundo término se presentan los radios de afectación, en escala 1:100 obtenida del plano civil de la planta proyectada generado en AutoCAD; georreferenciada en sistema UTM DATUM WGS 84 ZONA 14R y sobreponiendo la foto satelital de Bing o Google Earth; (mismos que se incluyen en la sección de anexos en la escala que se señala).

Las siguientes figuras muestran las gráficas de niveles de radiación o sobrepresión (daños), sobrepuestas en una figura satelital de Google Earth georreferenciada:

Figura 29. Diagrama de pétalos para el Evento 1 (de mayor probabilidad).

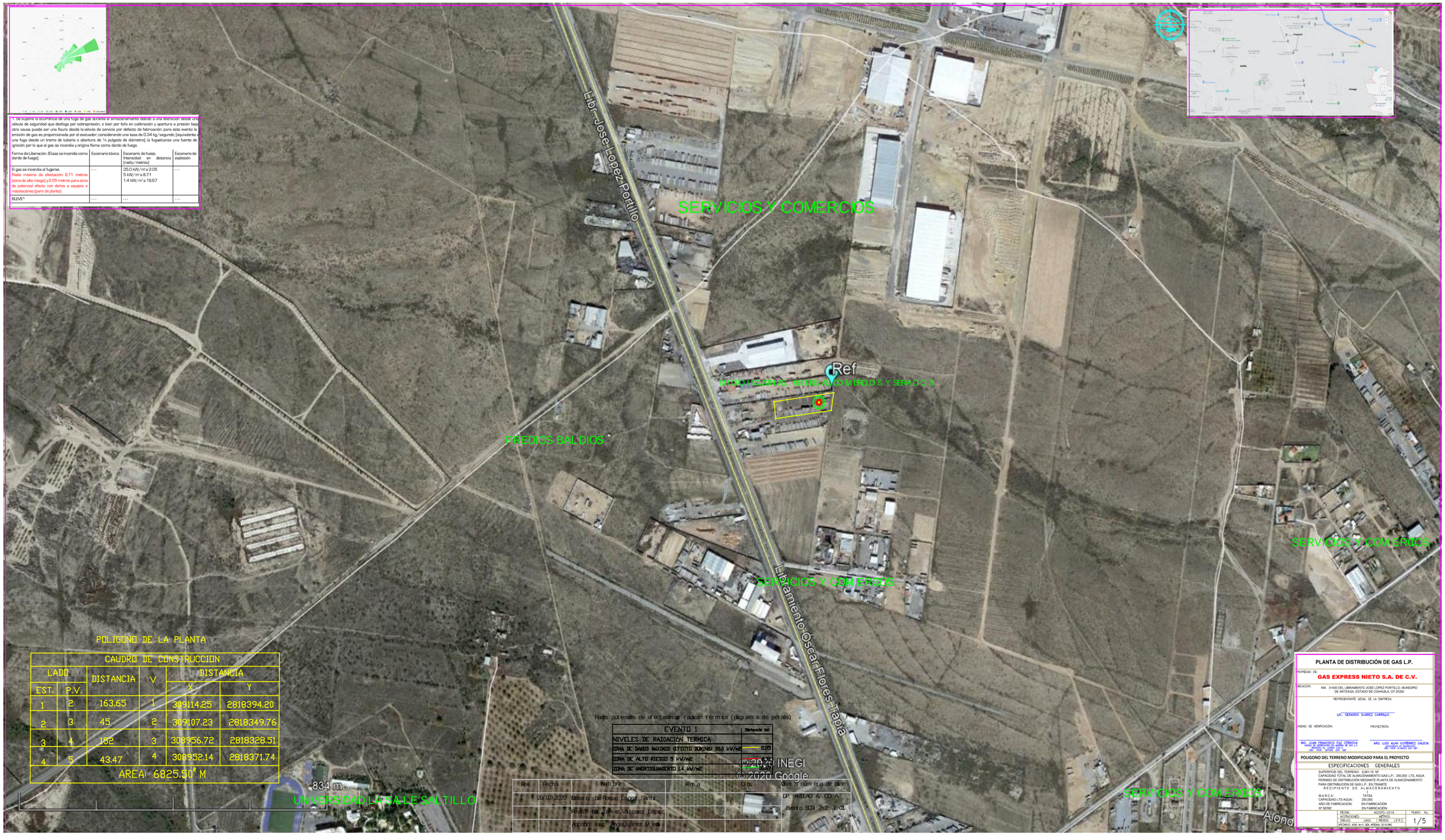


Figura 30. Diagrama de pétalos para el Evento 3 (de mínima probabilidad).

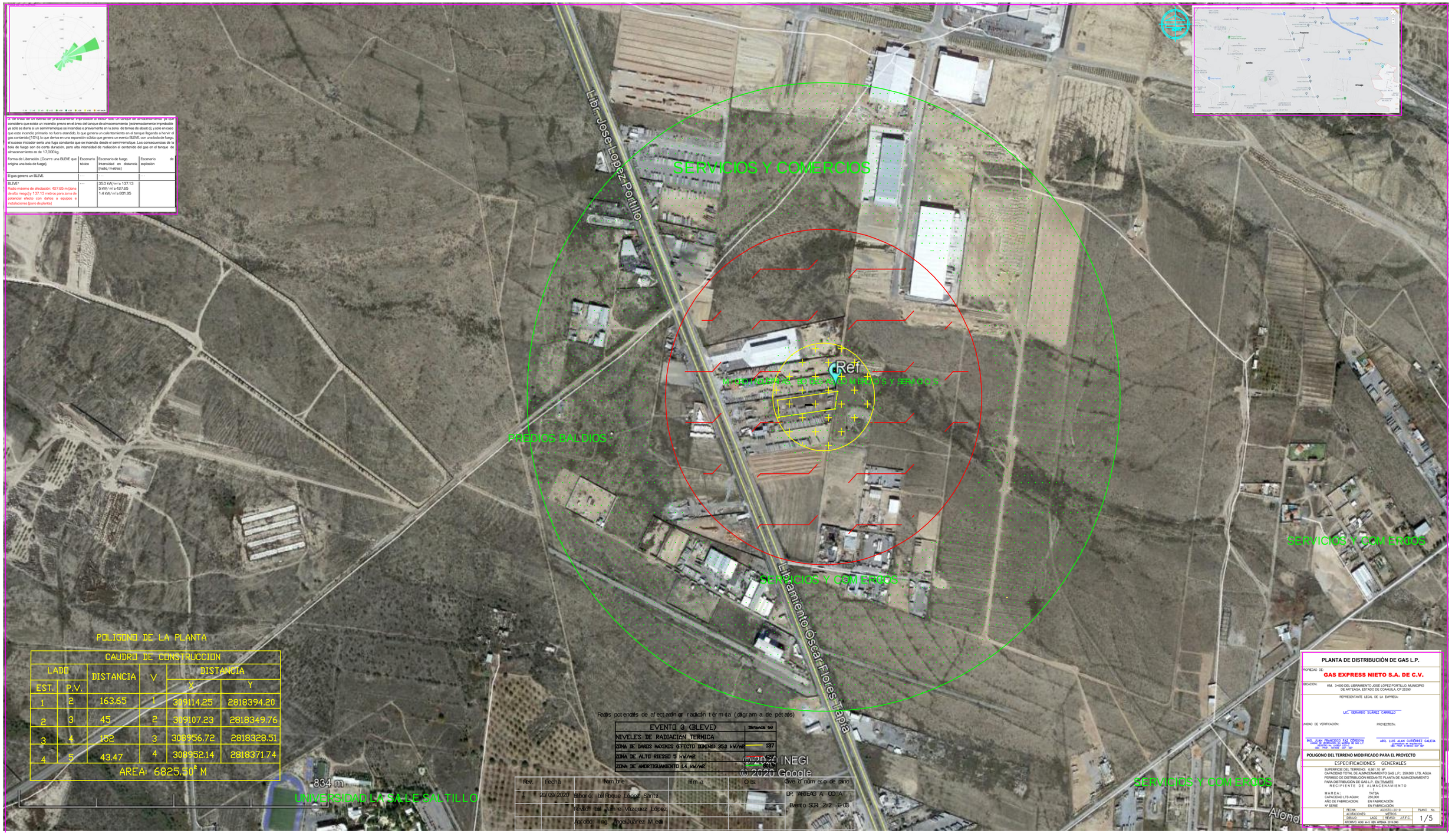


Figura 30_b. Diagrama de pétalos para el Evento 4 (de baja probabilidad).



Figura 31. Diagrama de pétalos para el Evento 6 (de muy baja probabilidad).



V. ANÁLISIS DE RIESGO A TRAVÉS DEL MÉTODO LOPA (análisis de capas de protección).

V.1 MARCO CONCEPTUAL.

En este apartado se hace referencia al concepto e importancia de la seguridad, señalando sus beneficios en caso de que se implemente correctamente y sus consecuencias cuando no se toman las medidas necesarias.

En el estudio se han descrito las actividades a realizar relacionadas con los riesgos al manejar el gas L.P., y cada una de las fases de la evaluación de riesgos para la comprensión de la implementación de un nivel de seguridad que se establece en base a los riesgos existentes o que se puedan diagnosticar, lo cual se llevó a cabo en el apartado IV.

V.1.1 CONCEPTO E IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD.

La seguridad es un estado de ausencia de cualquier tipo de riesgo o peligro, los riesgos y peligros pueden provocar diversos tipos de daños, ya sean de tipo físico, psicológico o material y son controlados con un nivel de seguridad adecuado para preservar la salud e integridad primordialmente de los individuos que forman parte de cualquier tipo de comunidad y de forma secundaria evitar o disminuir las pérdidas materiales que deriven del resultado de cualquier tipo de accidente.

La importancia de la seguridad radica en el hecho de que no se debe de ver al trabajador como un factor de producción si no como un ser integral, que al garantizar los niveles adecuados de seguridad se verá reflejado en un mejor rendimiento laboral y una mayor productividad.

Para llevar a cabo el concepto de seguridad, se debe de realizar una evaluación de riesgos que constituye la base de la acción preventiva, ya que a partir de la información obtenida con la valoración podrán adoptarse las decisiones precisas sobre la necesidad o no de acometer acciones preventivas.

Con la evaluación de riesgos, se alcanza el objetivo de facilitar la toma de medidas adecuadas, para poder cumplir con su obligación de garantizar la seguridad y la protección del entorno y equipo de trabajo, comprendiendo las siguientes medidas:

1. Prevención de los riesgos
2. Información
3. Formación
4. Organización y medios para poner en práctica las medidas necesarias.

V.1.2 FASES DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.

La evaluación del riesgo se ha realizado considerando los siguientes puntos:

a) Identificación de riesgos.

b) Identificación de los equipos y operarios expuestos a los riesgos que entrañan las operaciones de manejo del gas L.P.

c) Evaluar cualitativa o cuantitativamente los riesgos existentes.

d) Determinar cuáles son los riesgos y sus consecuencias.

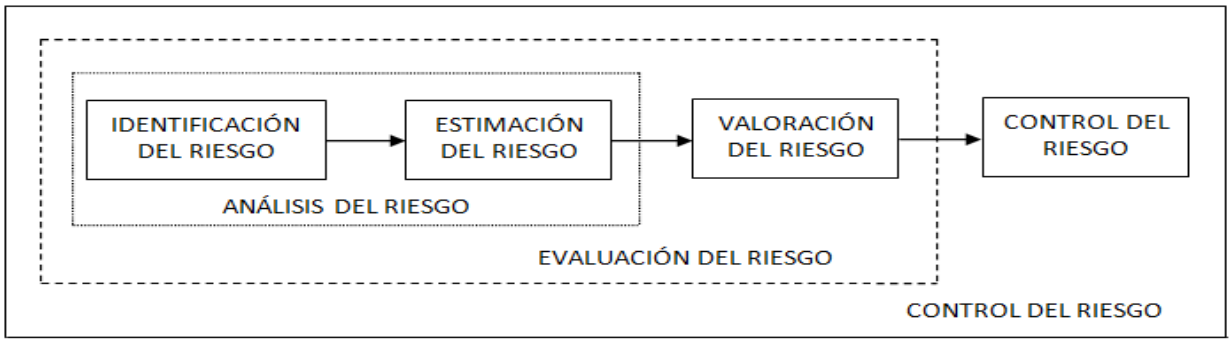
e) Analizar si el riesgo puede ser disminuido, mitigado o eliminado, y en caso de que no pueda serlo, decidir si es necesario adoptar nuevas medidas para prevenir o reducir el riesgo.

Las cuales se pueden sintetizar en:

Análisis del riesgo, comprendiendo las fases de identificación de riesgos y estimación de los riesgos.

Valoración del riesgo, que permitirá enjuiciar si los riesgos detectados resultan tolerables.

El procedimiento para la evaluación de riesgos se ilustra en la figura siguiente:



V.2 ANÁLISIS DE RIESGOS.

Es un estudio que determina los factores que afectan la seguridad de una instalación o planta industrial y la seguridad del personal que labore en ellas. Además, determina los efectos y/o daños que causaría en un área determinada, en su entorno; así como al medio ambiente y comunidades o asentamientos que lo rodea.

El análisis de riesgos se puede realizar mediante la utilización de una lista en la que se identifiquen los peligros existentes entre otros:

- ✓ Instalaciones o áreas inadecuadas para las actividades (en su caso)
- ✓ Potencialidad de fugas.
- ✓ Equipo de seguridad.

- ✓ Procedimientos de seguridad
- ✓ Control de actividades o procesos.
- ✓ Efectividad en el mantenimiento.
- ✓ Sistemas instrumentados automáticos o manuales.
- ✓ Entrenamiento de personal.
- ✓ Incendio y explosiones.
- ✓ Peligros externos

La importancia del estudio de riesgo es la seguridad que tiene la misma prioridad o importancia que la producción, ventas y logística.

El estudio de análisis de riesgos se realiza en una instalación nueva, o cuando se trate de actualizaciones.

En instalación ya instaladas (en operaciones):

1. Cada cinco años para casos de alto riesgo
2. Cada diez años para casos de bajo riesgo

Estos dos criterios de cada cinco y diez años se realizan mediante un programa periódico que actualiza aspectos tales como el deterioro de la instalación y/o equipos, cambio de proceso, cambio de materiales y materia prima, cambio de personal u operarios y deficiencia en su capacitación. Por lo tanto, el análisis de riesgos es un proceso sistemático que identifica, evalúa y controla un riesgo potencial en una instalación por lo cual se evita accidentes por intoxicación, deflagración y detonación.

Por razones económicas, se recomienda un estudio de análisis de riesgo a toda instalación de alto o bajo riesgo de forma periódica. La información necesaria para un estudio y/o procedimiento del análisis de riesgos es:

- Información de las actividades y/o procesos.
- Información de las sustancias de riesgo manejadas, procedimientos de manejo, etc.
- Información de tipos de equipo y distribución (Layout)
- Desfogues.
- Información de normas de seguridad.
- Normas de seguridad sobre riesgos físicos que puedan afectar a instalaciones, procesos y trabajadores.
- Normas específicas para riesgos de procesos específicos y normas de productos.
- Información sobre experiencia y conocimientos de los técnicos y obreros de los puntos anteriores.
- Tener información del estrato social y económico de las zonas aledañas a la instalación.

Los pasos para el análisis de riesgos son los que se muestran a continuación:

-Checar el control de riesgos con apego a las prácticas estándares de producción y seguridad, campañas y cursos al respecto, así como del mantenimiento.

-Evaluación predictiva del riesgo, para procesos en los que no hay experiencia y en procesos de alto riesgo.

Las bondades y beneficios del estudio de análisis de riesgos:

1) Reduce accidentes de manera significativa.
2) Da continuidad y rentabilidad de instalaciones, lo que da como resultado; ahorro en costos (no accidentes) y una mayor productividad.

Las metodologías de identificación y evaluación cualitativa de riesgos ya se han descrito en este ERA.

V.2.1 CAPAS DE SEGURIDAD.

Las capas de protección son cualquier mecanismo independiente que reduce el riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación. La suma de las capas de protección proporciona lo que se llama seguridad funcional. Las capas de seguridad que contempla la metodología [LOPA] se enlistan a continuación:

- ✓ Control del proceso o actividades.
- ✓ Paro del proceso o actividades.
- ✓ Paro de emergencia.
- ✓ Sistema de fuego y gas.
- ✓ Capa de protección activa
- ✓ Capa de protección pasiva
- ✓ Capa de respuesta de emergencia

A continuación, se hace una explicación de cada una de estas capas de seguridad.

V.2.1.1 CONTROL DEL PROCESO O ACTIVIDADES.

Esta capa consiste en el sistema de básico de control que está en contacto con el proceso, el cual consta de sólo tres elementos. El proceso consiste en un sistema que ha sido desarrollado para llevar a cabo un objetivo determinado, el cual consiste el tratamiento de la materia prima mediante una serie de operaciones específicas destinadas a llevar a cabo su transformación.

El proceso puede cumplir su objetivo de transformación de material gracias al "**controlador**" que realiza dos funciones esenciales:

Compara la variable medida con la de referencia o el valor deseado a través de sensores e instrumentos de medición.

Estabiliza el funcionamiento dinámico en caso de existir agentes externos que afecten al proceso, esto se realiza a través de actuadores o elementos finales de control que son controlados a través del procesamiento de señales que envían los sensores.

El control de un proceso o actividades puede ser de dos formas, manual o automático. La diferencia radica en que el control manual carece de detector de señal de error (sensor) y de un controlador, pero su uso prevalece debido a que solo se requiere la experiencia del operario y requiere de poca inversión, pero con estándares de calidad muy bajos.

El control de proceso automático o de lazo cerrado, tiene un detector de señal de error (sensor) y de un controlador. Esto le permite medir, calcular, comparar y corregir el resultado hasta obtener algo parecido a la señal de ajuste o valor establecido. Todos estos pasos constituyen una cadena cerrada de acciones.

Los sensores se clasifican en diferentes tipos dependiendo la variable física con la que están en contacto pudiendo ser humedad, pH, viscosidad, luminosidad, velocidad y proximidad. Destacando cuatro variables físicas principalmente como son:

- ✓ Temperatura.
- ✓ Presión.
- ✓ Nivel.
- ✓ Caudal o flujo.
- ✓ Sensores de temperatura.
- ✓ Sensores de presión.
- ✓ Sensores de Nivel.
- ✓ Los medidores de nivel.
- ✓ Sensores de Caudal o flujo.

En la mayor parte de las operaciones realizadas en los procesos industriales y en las efectuadas en laboratorio es muy importante la medición de caudales de líquidos y gases.

Existen dos tipos de medidores, los volumétricos que determinan el caudal en volumen del fluido, y los de masa que determinan el caudal de masa. Se reservan los medidores volumétricos para la medida general de caudal y se destinan los medidores de caudal másico a aquellas aplicaciones en las que la exactitud de la medida es importante.

V.2.1.2 PARO DEL PROCESO O ACTIVIDADES.

Esta capa de control consiste en la capacidad del operador para intervenir en el proceso. El operador debe tener la capacidad y competencia para conducirse con autonomía en el

abastecimiento, operación, verificación y control de los procesos, cumpliendo normas de calidad de productos, haciendo uso de máquinas, equipos, materiales e insumos y tiene una formación en base a la capacitación que le permite adaptarse a situaciones nuevas en función de los cambios tecnológicos, como también estar alerta ante la necesidad de realizar un paro de emergencia, para no comprometer su propia integridad física y la de las máquinas que intervienen en el proceso.

V.2.1.3 SISTEMAS INSTRUMENTADOS DE SEGURIDAD (SIS)

Un Sistema Instrumentado de Seguridad [SIS] es un nuevo término usado en los estándares que normalmente también ha sido y es conocido por la mayoría como: Sistema de Parada de Emergencia [ESD], Sistema de Parada de Seguridad,

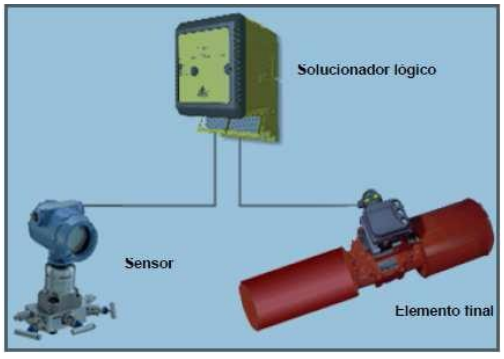
Sistema de Enclavamientos, Sistema de Disparos de Emergencia y Sistemas de Seguridad.

El [SIS] constituye la última capa de Seguridad preventiva y su correcto diseño, instalación, pruebas y mantenimiento (ciclo de vida) son la garantía de su adecuado funcionamiento cuando, bajo demanda, le sea requerido. Si esta capa falla, el evento peligroso se desencadenará produciendo fugas, explosiones, incendios, etc. con las consecuencias que esto puede acarrear en costes y/o pérdidas humanas.

Un sistema instrumentado de seguridad [SIS] puede ser definido como*: "Un sistema compuesto por sensores, lógica y elementos finales con el propósito de llevar el proceso a un estado seguro cuando determinadas condiciones prestablecidas son violadas".*

Un sistema instrumentado de seguridad está compuesto de cualquier combinación de sensor(es), solucionador(es) lógicos y elemento(s) final(es). Los tres componentes deben de estar presentes para que se efectúe correctamente el funcionamiento.

Figura 32. Composición de un sistema instrumentado de seguridad [SIS].



A pesar de la similitud estructural con el sistema básico de control del proceso [SCBP] el sistema instrumentado de seguridad [SIS] es fundamentalmente diferente. El sistema básico de control del proceso existe para obtener un producto de calidad al mantener el proceso

funcionando sin problemas. El sistema instrumentado de seguridad, por su parte, existe para supervisar que no haya condiciones del proceso peligrosas para tomar las medidas adecuadas, generalmente **parando** el proceso.

El sistema instrumentado de seguridad también está **separado** del sistema de control básico del proceso. Esta separación refleja no sólo sus diferentes funciones, sino también la importancia de mantener la integridad del sistema instrumentado de seguridad incluso cuando se cambia con frecuencia el sistema de control básico del proceso. Las normas de seguridad permiten que haya comunicaciones controladas cuidadosamente entre los componentes y los sistemas, así que se puede implementar una instalación integrada, pero independiente, del sistema de control básico del proceso y el sistema instrumentado de seguridad.

CAPA DE PROTECCIÓN ACTIVA.

Esta capa está conformada por válvulas de alivio y discos de ruptura acoplados en las líneas de presión que exista en el proceso.

Válvulas de presión de seguridad (PSV) y Discos de Ruptura (RD).

La válvula de seguridad de presión [PSV] y los discos de ruptura [RD] son dispositivos diseñados para permitir el escape o relevo de exceso de un fluido contenido en un recipiente a presión, y se caracteriza por su rápida apertura total o acción de disparo. Es utilizada básicamente para servicio de vapores y gases.

CAPA DE PROTECCIÓN PASIVA.

Una capa de protección pasiva puede ejemplificarse como los diques de una instalación de procesamiento de diésel, que deben de estar incluidos en la planificación y construcción del proyecto. Las capas de protección pasivas se caracterizan por no ser activadas o controladas por ningún instrumento y son diseñadas para **mitigar** el accidente.

La diferencia entre la capa de protección pasiva en relación a la capa de protección activa radica en que depende solo de los fenómenos físicos tales como los diferenciales de presión, convención, gravedad o la respuesta "natural" de los materiales a altas temperaturas en el ejemplo de un incendio o explosión para apagar o desacelerar la reacción.

CAPA DE RESPUESTA DE EMERGENCIA

Los sistemas de seguridad instrumentada están conformados por alarmas operador, que a su vez están constituidos por instalaciones destinadas a avisar al personal en caso de siniestro.

Toda industria o instalación donde se manejen sustancias peligrosas deben contar con una protección adecuada.

Existen dos tipos de alarmas:

Alarmas manuales: Consta de estaciones de aviso distribuidas por toda la instalación. Estas estaciones consisten en llaves o timbres cuyo accionamiento hace sonar la alarma. Con el objetivo de impedir que alguien las oprima inadvertidamente están protegidas por vidrios. Deben estar colocadas al alcance de los operarios de manera que no sean necesarios a estos recorrer más de 30 metros para encontrar una.

Alarmas automáticas: Las alarmas automáticas pueden accionarse por dos mecanismos. Uno es un detector que indican un aumento de la temperatura ambiente sobre un cierto límite: tipo de temperatura fija. Y el otro es un detector sensible a una variedad brusca de la temperatura ambiental: tipo de rapidez de aumento.

Los tipos de señales son diferentes: auditivas o luminosas; ambas deben ser seguras, ser características, y llegar a todos los operarios. Estar combinadas con una llamada de auxilio a los bomberos con el objeto de asegurar su funcionamiento a los sistemas de alarma debe de estar alimentados eléctricamente por fuentes de energía independiente de las maquinarias o el alumbrado.

El operador es el que está monitoreando (y manipulando) las variables del proceso en el recae la responsabilidad de la calidad con el que termine el producto en el lazo de control que le concierne y de mantener tanto el producto como la maquinaria en buenas condiciones.

V.2.1.4 CAPAS INDEPENDIENTES DE PROTECCIÓN [IPL]

Se les llama Capas de Protección Independientes solamente a aquellas capas de protección que cumplan con las siguientes pruebas:

Un [IPL] es designado únicamente para prevenir o mitigar las consecuencias de un evento potencial peligroso.

Un [IPL] es independiente de otra capa de protección asociada con el peligro identificado.

Esta puede ser considerada para hacer o ejecutar la acción para la cual fue diseñada. Los modos de falla tanto aleatoria como sistemática se abordan en el diseño.

Es diseñada para facilitar la validación regular de las funciones protectoras.

V.3 METODOLOGÍA.

En este apartado se describe de forma teórica cada uno de los pasos que conforma la metodología [LOPA] que incluye la identificación de riesgos, valoración de riesgos, obtención de

resultados y propuesta de solución, así como también mencionando las diferencias y ventajas de dicha metodología a comparación de otros tipos de evaluación de riesgos.

V.3.1 TIPOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SU METODOLOGÍA

Existen innumerables procedimientos de evaluación de riesgos, desde los más simplificados basados en consideraciones subjetivas de los propios trabajadores, hasta procedimientos cuantitativos basados en métodos estadísticos para determinación de frecuencias, cálculos de daños entre otros. Un ejemplo de estos procedimientos es HAZOP y [LOPA], el primero se ha descrito ya en este ERA y el segundo se describirá más adelante.

Estos métodos se clasifican por el grado de dificultad y por el tipo de riesgo que tienen los métodos para:

a) Evaluación de riesgos impuestos por reglamentaciones específicas

b) Evaluación de riesgos que precisan de métodos especializados de análisis

c) Evaluación de riesgos para los que no existe reglamentación específica, pero hay normas internacionales, europeas, nacionales o guías de organismos oficiales de reconocido prestigio.

d) Evaluación general de riesgos.

En el presente proyecto solo se hace referencia a la evaluación de riesgos que precisan de métodos especiales de análisis, porque dentro de este grupo se incluyen los métodos cualitativos y cuantitativos como lo es HAZOP y la metodología [LOPA].

V.3.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO "HAZARD OPERABILITY" [HAZOP] Y "ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN" [LOPA].

La técnica de estudio llamada comúnmente "Hazard Operability" [HAZOP] y la Metodología del "análisis de capas de protección" [LOPA], son empleadas con el propósito de identificar riesgos potenciales y problemas operacionales producidos por las desviaciones en el comportamiento de los sistemas.

Muchas empresas integran y otras tantas desean aplicar estudios de "Hazard Operability" [HAZOP] y "análisis de capas de protección" [LOPA] debido al ahorro de tiempo, costos y mejora de productividad. La norma [IEC 61511] promueve una estrecha relación entre las dos metodologías, sin embargo, este enfoque es relativamente nuevo en seguridad y evaluación de riesgos, en la práctica hay una mala interpretación y por consecuencia una mala aplicación que genera resultados inesperados.

La causa principal de la mayoría de los problemas es que "Hazard Operability" [HAZOP] es un método basado en la causa y "análisis de capas de protección" [LOPA] es un método basado en consecuencias que derivan de las desviaciones del proceso.

A continuación, se menciona los propósitos de cada uno de los métodos:

EL PROPÓSITO DE UN ESTUDIO "HAZARD OPERABILITY" [HAZOP] ES IDENTIFICAR:

1. Peligros potenciales en el sistema. Dichos peligros pueden incluir los esencialmente pertinentes sólo para el área inmediata del sistema y los que tienen un ámbito mucho más amplio de influencia (por ejemplo, algunos riesgos ambientales).

2. Problemas potenciales con la operatividad del sistema y, en particular identificación de las causas del problema de funcionamiento y las desviaciones de producción que puedan dar lugar a productos no conformes.

En resumen, el método "Hazard Operability" [HAZOP] es un método basado en la causa y es una buena herramienta para identificar causas en eventos peligrosos.

EL PROPÓSITO DE UN ESTUDIO [LOPA] ES:

Es implementar capas de protección que comprende de cualquier mecanismo independiente que reduce el riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación. La suma de las capas de protección proporciona lo que se llama seguridad funcional. El ejemplo de la implementación de cada capa de acuerdo al nivel de riesgo se muestra en la figura siguiente.

Figura 33. Implementación de las capas de protección.



La metodología del "análisis de capas de protección" [LOPA], utiliza un estudio minucioso en cada una de las capas que envuelven al proceso desde su control hasta el actuador. Utilizando modelos matemáticos para determinar la frecuencia con la que puede ocurrir una desviación en el proceso. En la tabla siguiente se muestran algunas diferencias entre la Técnica "Hazard Operability" [HAZOP] y "análisis de capas de protección" [LOPA].

Los tipos de análisis "Que-pasa-si" [What-if], auditorías, prácticas de normalización de ingeniería y procedimientos operacionales, se fundamentan en conocimientos basados en la experiencia.

Tabla 35. Comparación entre los métodos HAZOP y [LOPA].

Metodología	Década donde comenzó a aplicarse el método.	Organización que impulso su desarrollo	Herramientas que utilizan
HAZOP	70´s	ICI	Palabras guía, lluvia de ideas y la dirección de una sola persona.
Análisis de capa de protección (LOPA)	90´s	IEC	Utiliza modelos matemáticos. Se basa en el análisis por capas que conforman al proceso.

V.3.3 MÉTODO CUANTITATIVO DESCRITO EN LA NORMA IEC 61508 "Functional Safety of E/E/PE safety-related systems". ("Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables")

La metodología consta de tres pasos. **Primeramente, parte del establecimiento del nivel de "*riesgo tolerable*"** aceptado por la organización el cual está basado en las estrategias corporativas o legales de la empresa, país o estado en el cual se encuentra la empresa que determinará el nivel de integridad de seguridad [SIL] Objetivo. El "*riesgo tolerable*" es el número de veces que una Función Instrumentada de Seguridad [SIF] puede fallar, otra definición que se le da al "riesgo tolerable" es: "*el número de veces por año que una consecuencia no deseada ocurre en el proceso*". Estos valores se obtienen de tablas o matrices que muestran la frecuencia de un evento y sus consecuencias.

En la tabla 36 se muestra un ejemplo de esta determinación.

Tabla 36. Matriz de clasificación del riesgo tolerable. **Fuente:** IEC 61508.

Frecuencia	Consecuencia			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Despreciable
Frecuente	I	I	I	II
Probable	I	I	II	III
Ocasional	I	II	III	III
Remoto	II	III	III	IV
Improbable	III	III	IV	IV
Increíble	IV	IV	IV	IV

Para el establecimiento del nivel de riesgo tolerable se deben tomar en cuenta los siguientes 3 criterios:

Riesgo individual: es la probabilidad por año de que una persona normal sin protección resulte muerta en aquella localización como consecuencia de un accidente en la actividad peligrosa.

Riesgo social: El riesgo social de una actividad peligrosa se define como la probabilidad por año de que un grupo de N personas muera debido a un accidente en la actividad peligrosa.

Riesgo corporativo: Este refleja el impacto que tiene un proyecto sobre el riesgo de la compañía sin considerar los efectos de la propia diversificación de los accionistas.

La determinación del nivel de riesgo tolerable requiere un profundo conocimiento acerca de los peligros y riesgos en la industria y contar con grupos corporativos dedicados a fijar los criterios de frecuencia y consecuencia, dependiendo de la localización del proceso, la interacción con la sociedad, ciudades, los materiales y productos utilizados.

En México no existe una legislación ni un criterio corporativo que fije los riesgos tolerables para las empresas públicas y privadas, se utilizan criterios establecidos en normas o compañías extranjeras.

El segundo paso es la determinación del riesgo del "Equipo Bajo Control" [EUC]. El riesgo es una medida que utiliza la probabilidad y la consecuencia.

El riesgo para un equipo bajo control consiste en la medida de la consecuencia no deseada y la relación de demandas del sistema sin considerar medidas de protección. La forma de calcular este valor es por medio de técnicas cuantitativas como son las siguientes:

Análisis de Arboles de Fallas [FTA]: es uno de los métodos más ampliamente usados en sistemas de relatividad, mantenimiento y análisis de seguridad. Ayuda a identificar causas potenciales de falla de sistemas antes de que las fallas ocurran. **También puede ser utilizado para evaluar la probabilidad del evento más alto utilizando métodos analíticos o estadísticos.** Estos cálculos envuelven sistemas de relatividad cuantitativos e información de mantenimiento tal como probabilidad de falla, tarifa de falla, y tarifa de reparación.

El tercer y último paso es el cálculo de la Reducción de Riesgos Necesarios para cumplir con el riesgo tolerable. Se obtiene al dividir el número de veces por año que falla la Función Instrumentada de Seguridad [SIF] entre el número de Demandas por año. Al resultado de esta operación se le llama "Numero de Aceptable de Veces" que la [SIF] puede fallar por año.

El nivel [SIL] es fijado de acuerdo a la tabla 37 bajo los criterios de un experto.

Tabla 37. Niveles de integridad de seguridad. Fuente: IEC 61508.

Nivel de integridad de seguridad NIL (SIL)	Probabilidad de falla sobre demanda promedio (PFD)	Factor de Reducción de Riesgo
Mayor a 3	<=10-5 a <10-4	>10000 a <100000
3	<=10-4 a <10-3	>1000 a <10000
2	<=10-2 a <10-3	>100 a <1000
1	<=10-1 a <10-2	>10 a <100

NOTA: Las aplicaciones clasificadas como nivel de integridad de seguridad 4 (SIL 4), generalmente no se usan en las industrias de procesos y las normas advierten que no se debe usar un sistema programable individual para aplicaciones sil 4.

Esta metodología utiliza cálculos cuantitativos para determinar el riesgo del equipo bajo control, pero para determinar la selección del nivel del SIL es un método de aproximación ya que requiere de un buen juicio para seleccionar exactamente en qué rango se selecciona el [SIL], de acuerdo a los siguientes puntos:

- ✓El objetivo del nivel de integridad [SIL] 1, es el de evitar o mitigar riesgos y accidentes en el instrumento de control.
- ✓El objetivo del nivel de integridad [SIL] 2, es el de evitar o mitigar riesgos y accidentes en el instrumento de control al igual que el operario.
- ✓El objetivo del nivel de integridad [SIL] 3, es el de evitar o mitigar riesgos y accidentes en el instrumento de control, operario e instalaciones de la instalación de procesos.
- ✓El objetivo del nivel de integridad [SIL] 4, es el de evitar o mitigar riesgos y accidentes en el instrumento de control, operario, instalaciones de la instalación de procesos y comunidades aledañas. Cabe destacar que este nivel de integridad de seguridad sólo es aplicable en instalaciones nucleares.

Métodos Preliminares de riesgo.

Las metodologías presentadas a continuación señalan los principales aspectos que deben considerarse para efectos de establecer el análisis preliminar de riesgos, integrando de manera articulada elementos de Salud, Ambiente y Riesgo Industrial, para lo cual se divide en 4 partes cada una con peso dentro de la evaluación total:

a. Matriz de riesgos, gráfico de riesgo, matriz de capas, matriz de riesgos calibrados (40%).

b. Elementos de Gestión en Seguridad, Salud y Ambiente (20%).

c. Aspectos ambientales (20%).

d. Otras características (20%).

MÉTODO DE MATRIZ DE RIESGO.

La metodología de matriz de riesgo es una de las más usadas para el análisis de riesgos por su fácil manejo. Consiste en la identificación de peligros asociados a cada fase, etapa o capa del proceso y la posterior estimación de los riesgos teniendo en cuenta conjuntamente la probabilidad y las consecuencias en el caso de que el riesgo se materialice.

La estimación de riesgo [ER] vendrá determinada por el producto de la frecuencia o la probabilidad (P) de que un determinado riesgo produzca un cierto daño, por la severidad de las consecuencias (C) que pueda producir dicho riesgo. En la tabla 38 los valores asignados para la probabilidad y las consecuencias, se toman en cuenta de acuerdo con los siguientes criterios:

Tabla 38. Valores asignados para la probabilidad y consecuencias.

Probabilidad de que ocurra	Severidad de las consecuencias
Alta: Siempre o casi siempre	Alta: Extremadamente dañino o mortal (Muerte, amputaciones, intoxicaciones, lesiones muy graves, enfermedades crónicas graves, etc.)
Media: Algunas Veces	Media: Dañino (Quemaduras, fracturas leves, sordera, dermatitis, etc.)
Baja: Raras veces	Baja: Ligeramente dañino (cortes, molestias, irritaciones de ojo por polvo, etc.)

Fuente: Análisis de capas de protección (2014).

Debe realizarse un estudio más profundo y adoptar medidas de control para las situaciones de riesgo. El método de la matriz de riesgo o matriz de peligros es uno de los más populares ya que es muy simple de utilizar, este utiliza la frecuencia y la consecuencia para determinar cualitativamente el nivel SIL, fijando una categoría para cada relación existente en la matriz. La figura 34 muestra dicha relación.

Las consecuencias son expresadas en términos de pérdidas humanas, económicas, ambientales o de imagen a la empresa, y la frecuencia puede ser expresada en términos de la frecuencia en que se presenta el evento indeseable, alto, mediano o bajo.

Figura 34. Matriz de frecuencia (probabilidad)- consecuencia.
Fuente: Análisis de capas de protección (2014).

Consecuencia (Severidad) Pr

Frecuencia (probabilidad) Pb		Menor	Serio	Extenso
	Alta	SIL2	SIL3	SIL3
	Media	SIL1	SIL2	SIL3
	Baja	NR	SIL1	SIL3

El problema con las matrices de riesgo es que la selección del SIL objetivo está basada en términos de una evaluación cualitativa, algunas empresas han calibrado sus matrices de acuerdo a su experiencia y tipo de aplicación y pueden proveer una guía rápida en la evaluación del nivel SIL objetivo.

Sin embargo dejar a criterio de personas la selección del SIL objetivo, podría no ser una buena idea ya que se perderían de vista factores externos o experiencias externas en procesos similares que puedan representar un potencial problema de presentarse combinaciones de eventos no previstas por el analista, las matrices de frecuencia contra consecuencia son muy utilizadas en el análisis de peligros y operación (HAZOP) el cual es un método analítico cualitativo para la determinación de los peligros en los procesos, tal vez por esta razón se ha extendido el uso de matrices calibradas para la determinación de los niveles de SIL objetivo. La manera de

llevar a cabo la selección del nivel de integridad de seguridad (SIL), se explica a continuación. El beneficio aporta para el proceso, que amenaza existe, cuáles son los elementos vulnerables y sus posibles consecuencias como se muestra en la tabla 39.

Tabla 39. Identificación y valoración de las amenazas.

Riesgo Amenaza o peligro						Gravedad				Control Riesgo		
Área o fuente de riesgo	Operación	Amenaza	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	Vi	M	P	Ve	Pb	Pr	Ponderación de daños

Fuente: Metodologías de análisis de riesgo (2014).

El siguiente paso es evaluar y seleccionar el valor que mejor describa la gravedad para la vida que pueda tener la amenaza, estos valores se muestran en la tabla 40.

Tabla 40. Valores para la descripción de la gravedad para la vida (Vi).

	Clase	Vi Gravedad para la vida
1	Poco importantes	Padecimientos ligeros durante un día o menos.
2	Limitadas	Lesiones menores, malestar que perdura por una semana o menos.
3	Graves	Algunas heridas graves, serias complicaciones.
4	Muy Graves	Muerte de al menos una persona, y/o varios heridos (20) de gravedad y/o hasta 50 evacuados.
5	Catastróficas	Varías muertes, cientos de heridos graves y/o más de 50 evacuados.

Fuente: Análisis de capas de protección (2014).

Posteriormente se selecciona el valor que se muestra en la tabla 41 para estimar el impacto al medio ambiente.

Tabla 41. Valores para estimar la gravedad para el medio ambiente (M).

	Clase	M Gravedad para el medio ambiente
1	Poco importantes	No hay contaminación.
2	Limitadas	Hay baja contaminación y sus efectos están contenidos
3	Graves	Hay baja o media contaminación y sus efectos están muy difundidos
4	Muy Graves	Hay alta contaminación y sus efectos están contenidos
5	Catastróficas	Hay muy alta contaminación y sus efectos están muy difundidos

Fuente: Análisis de capas de protección (2014).

El siguiente paso es estimar el daño que se pueda tener en la organización, teniendo como medida de daño el número de salarios mínimos vigentes. Esto se muestra en la tabla 42.

Tabla 42. Valores para estimar la gravedad de la propiedad (P). Fuente: Análisis de capas de protección (2014).

	Clase	P Gravedad para la propiedad: Costo del daño (salario mínimo mensual vigente)		
		Organización pequeña	Organización mediana	Organización Grande
1	Poco importantes	<2	<4	<8
2	Limitadas	2-5	4-10	8-20
3	Graves	5-10	10-20	20-40
4	Muy Graves	10-20	20-40	40-80
5	Catastróficas	>20	>40	>80

Como último paso antes de calcular y determinar el nivel de [SIL], se debe considerar la velocidad de propagación. Esto se obtiene de la tabla 43.

Tabla 43. Valores para estimar la velocidad de propagación (Ve).

	Clase	Ve Velocidad de propagación
1	Advertencia precisa y anticipada	Efectos contenidos / ningún daño
2	Media	Alguna propagación / pocos daños
3	Alta	Daños considerables / efectos contenidos
4	Sin advertencia	Desconocidos hasta que los efectos se han desarrollado completamente.

Fuente: Análisis de capas de protección (2014).

La tabla 44 muestra los valores de la frecuencia que posteriormente han sido establecidos.

Tabla 44. Valores de la Frecuencia.

Frecuencia PB	Descripción
1(Baja)	Una vez cada 30 años
2(Media)	Una vez cada 10 años
3(Alta)	Una vez al año

Fuente: Análisis de capas de protección (2014).

De acuerdo al nivel del SIL que será registrado más tarde en la matriz de la figura 35 se continúa al llenado del campo de ponderación de daños respectivamente con el nivel de Sil asignado que se muestra la tabla 45.

Tabla 45. De ponderación de daños. **Fuente:** Análisis de capas de protección (2014).

Nivel de integridad de seguridad	Ponderación de daños
NR	Riesgo nulo 0%
SIL 1	Riesgo bajo 25%
SIL 2	Riesgo medio 50%
SIL 3	Riesgo alto 75%

La prioridad es el resultado de ponderar las calificaciones que se les haya dado a las consecuencias que la amenaza analizada tiene sobre la vida y salud de las personas, el ambiente y la propiedad,

teniendo en cuenta su velocidad de propagación. Dado que las prioridades en la evaluación del riesgo son la salud y vida de las personas y la protección del ambiente, se asignarán los siguientes porcentajes a las calificaciones otorgadas en la valoración de las consecuencias:

- Vida (Vi): 30%
- Ambiente (M): 30%
- Propiedad (P): 20%
- Velocidad de Propagación (Ve): 20%

Posteriormente, se calcula nuestra prioridad (Pr) de nuestro nivel [SIL] usando la siguiente fórmula:

PR= $(Vi\ x\ 30 + M\ x\ 30 + P\ x\ 20 + Ve\ x\ 20)/160$

La constante 160 es utilizada para ponderar el resultado de las cuatro variables consideradas y obtener de manera objetiva el grado de prioridad. Del cual el resultado obtenido se debe de comparar con los valores que varían del 1 al 3 y que representan de la "A" a la "C" respectivamente para obtener la prioridad.

Matriz de riesgo para obtener el riesgo tolerable: El riesgo tolerable es aquel que se ha reducido a un nivel que la organización puede soportar respecto a sus obligaciones legales y su propia política (NTC OHSAS 18001). Las siguientes tablas indican las variables de acuerdo al diseño de la matriz que se utiliza para determinar la categoría del riesgo que sea indicado en relación a la frecuencia y consecuencia de las causas, de esta manera se visualiza, el riesgo si este es superior al ranking B el estudio requiere de un estudio HAZOP. En la tabla 46 se muestran las categorías de los riesgos, referente a su descripción.

Tabla 46. Categoría de Riesgos.

Categoría de Riesgos	Categoría	Descripción de las acciones a realizar
A	Aceptable	El diseño es aceptable en su forma actual sin acciones adicionales ni nuevas salvaguardas.
B	Tolerable	El diseño es aceptable en su forma actual, aunque se debería bajar lo máximo que sea razonablemente posible.
C	Indeseable	Las consecuencias del escenario propuesto durante el HAZOP deben ser mitigadas proponiendo nuevas salvaguardas que aseguren alcanzar como mínimo una categoría B en esta misma tabla.
D	Inaceptable	Hay que rediseñar el sistema para que el riesgo que dé en la zona B como máximo.

Fuente: Metodología de matriz de riesgos (2011).

En la ponderación de daños, es donde se selecciona el nivel de integridad de seguridad [SIL], que arrojó el cálculo de la amenaza. Siendo "Pb" la que representa la probabilidad o la frecuencia y "Pr" la prioridad en base a la severidad de las consecuencias que pueda traer consigo la amenaza.

La tabla 47 muestra las categorías de las consecuencias en función de la descripción mencionada:

Tabla 47. Categoría de Consecuencias.

Consecuencias	Descripción cualitativa del escenario en función del tipo de fluido y de las condiciones de proceso
1(Bajo)	Escape de fluido no inflamable, no explosivo, no corrosivo y/o no tóxico a baja temperatura (<-118 °C) y baja presión (<1 atm). Sin consecuencias sobre el personal e impacto medioambiental despreciable.
2(Moderado	Contaminación cruzada provocada por rotura de tubos consecuencias moderadas (solo heridos) sobre el personal e impacto medioambiental moderado.
3(Alto)	Escape de fluido inflamable, explosivo, corrosivo y/o tóxico a baja temperatura (<-118 °C) y baja presión (<1 atm). Consecuencias graves sobre el personal (heridos e incluso una víctima mortal) e impacto medioambiental potencialmente alto dentro de la instalación.
4(Crítico)	Escape de fluido inflamable, explosivo, corrosivo y/o tóxico a temperatura (<-118 °C) y baja presión (<1 atm). Consecuencias muy graves sobre el personal (heridos y múltiples víctimas mortales) e impacto medioambiental potencialmente alto dentro de la instalación e incluso efecto domino a los vecinos.

Fuente: Metodología de matriz de riesgos (2011).

La tabla 48 muestra la categoría de la frecuencia de acuerdo a su descripción en función del tiempo.

Tabla 48. Categoría de Frecuencia.

Categoría de frecuencia	Descripción
1(Muy baja)	Una vez cada 100 años
2(Baja)	Una vez cada 30 años
3(Moderada)	Una vez cada 10 años
4(Frecuente)	Una vez al año

Fuente: Metodología de matriz de riesgos (2011).

Figura 35. Matriz de riesgo tolerable.



Método de matriz de capas de seguridad.

La matriz de capas de seguridad es un tipo de matriz de riesgos a la cual se le adiciona diferentes capas de protección (PL) la figura 36, muestra un ejemplo de matriz con capas de seguridad. Una capa de seguridad (PL) de acuerdo a la IEC 61511 es un grupo de equipos y/o medidas

administrativas de control que operan de forma conjunta con otras capas de protección para mitigar los riesgos de proceso.

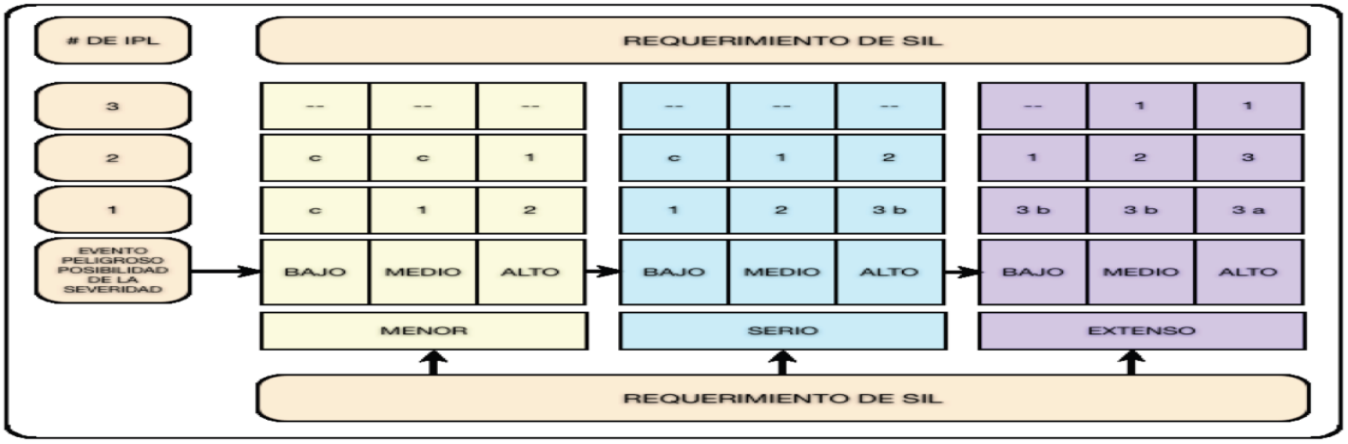
Una capa de protección (PL) debe de disminuir los riesgos en un factor de al menos de 10 y deberá de cumplir con los requerimientos establecidos mostrados a continuación (IEC 61511, 2003):

Específicos: Una capa de protección deberá estar diseñada para prevenir o mitigar las consecuencias de un evento potencialmente peligroso.

- Independiente: Una capa de protección deberá ser independiente de otras capas y no deberá de tener una falla de causa común (CCF).
- Confiable: Una capa de protección deberá actuar de acuerdo a la intención de su diseño.
- Auditable: Una capa de protección deber estar diseñada para que pueda ser validada.

Un sistema instrumentado de seguridad (SIS), es considerado como una capa de protección (IEC 61511/2003

Figura 36. Matriz con capas de seguridad



La clasificación de la frecuencia de los eventos peligrosos adaptada de la IEC 61511 se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 49. Frecuencia de un evento peligroso de acuerdo a IEC 61511.

Tipo de Evento	Posibilidad/Rango Cualitativo
Eventos como múltiples fallas en diversos instrumentos, válvulas, múltiples errores humanos en un ambiente libre de tensiones o fallas en equipos de proceso.	Bajo
Eventos como fallas en instrumentos y válvulas en redundancia, o liberación de productos en áreas de carga y descarga de productos	Medio
Eventos como fugas en proceso, fallas de instrumentos y válvulas simples o errores humanos que generan una pequeña liberación de productos.	Bajo
Los sistemas deberán de estar de acuerdo a normas que indican que una función de control debe de fallar con una frecuencia menor de 10 E-1 por año	

MÉTODO DE GRÁFICOS DE RIESGO.

La metodología de gráficos de riesgo fue desarrollada con la publicación de la norma alemana [DIN 19250] en 1994. La metodología de gráficos de riesgos es muy popular para determinar el objetivo del nivel [SIL]. En la figura que sigue al texto se puede ver la representación de un gráfico de riesgos.

La metodología cualitativa está basada en categorías: la consecuencia y frecuencia de un evento peligroso, pero también la probabilidad de que una persona se encuentre en el área afectada y la posibilidad de que esta pueda evadir el peligro.

Los parámetros utilizados pueden ser tomados de la norma [IEC 61511]. El *parámetro de Consecuencias (C)* describe el resultado probable del evento peligroso, el parámetro Consecuencia está compuesto por cuatro categorías:

Ca: es el valor menos severo y el rango de afectación está dado por la lesión de una persona.

Cb: representa lesione serias para una o varias lesiones.

Cc: representa muerte de varias personas.

Cd: fatalidad de múltiples personas.

El parámetro de tiempo de exposición (F) indica la fracción de tiempo que las personas expuestas al peligro se encuentran en el área del evento. Cuenta con dos categorías:

Fa: cuando el tiempo d ocupación es aproximadamente de 10% o menor

Fb: indica un riesgo mayor que Fa.

El parámetro (P) es la posibilidad de que el personal evite el peligro, este parámetro refleja los métodos y logística implementada para que el personal pueda escapar del área peligrosa. Tiene dos categorías:

Pb: representa un riesgo mayor que Pa.

Pa: la norma [IEC 61511] proporciona una lista de cumplimientos para que la posibilidad pueda ser tomada como Pa.

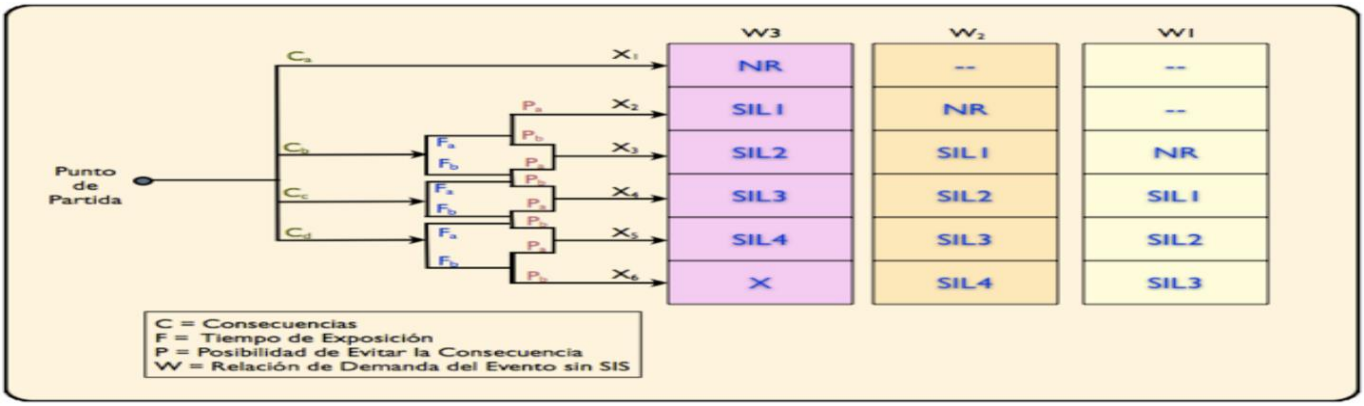
El último parámetro (W) es la relación de demandas; es la frecuencia por año en que se presenta la consecuencia no deseada sin la función instrumentada de seguridad [SIF]. Tiene tres categorías:

W1: indica una relación de demandas es de 0.03 por año.

W2: indica entre 0.03-.3.

W3: indica más de tres relaciones de demandas por año.

Figura 37. Gráfico de Riesgo.
Fuente: Análisis de Capas de Protección.



V.3.4 MARCO METODOLÓGICO.

El "Análisis de capas de protección" [LOPA], como ya se estableció anteriormente es un método para determinación del "Nivel de Integridad de Seguridad" [SIL] que requiere una metodología para su implementación. Parte del par causa/consecuencia y evalúa las capas independientes de protección necesarias para reducir el riesgo inicial a un riesgo aceptable.

Para determinar los "Niveles de integridad de seguridad" [SIL] se requiere de las siguientes fases:

- Determinar el riesgo Tolerable
- Desarrollar el análisis de riesgos
- Determinar si se cuenta con la información suficiente.

En caso de no contar con la información suficiente se debe proceder a otros análisis de riesgos.

En caso de tener la información suficiente, se transforma el análisis del método de HAZOP a la metodología "Análisis de capas de protección" [LOPA].

- Seleccionar Evento Impacto.
- Se clasifican los niveles del Evento impacto.
- Identificar las causas iniciales
- Determinación de las causas iniciales y la frecuencia con la que suceden.
- Se estudia el par causa-consecuencia
- Identificar la "Capa de Seguridad Independiente" [IPL] y calcular la "Probabilidad de Falla Distribuida" [PFD]
- Obtenemos la posibilidad del evento final y se analiza.
- Se plantea la interrogante de que si se va a obtener otro par causa- consecuencia.
- En caso de no tener otro par causa-consecuencia, se calcula el riesgo.
- Determinar si el objetivo riesgo se cumple.

-De no ser así se selecciona el evento impacto.

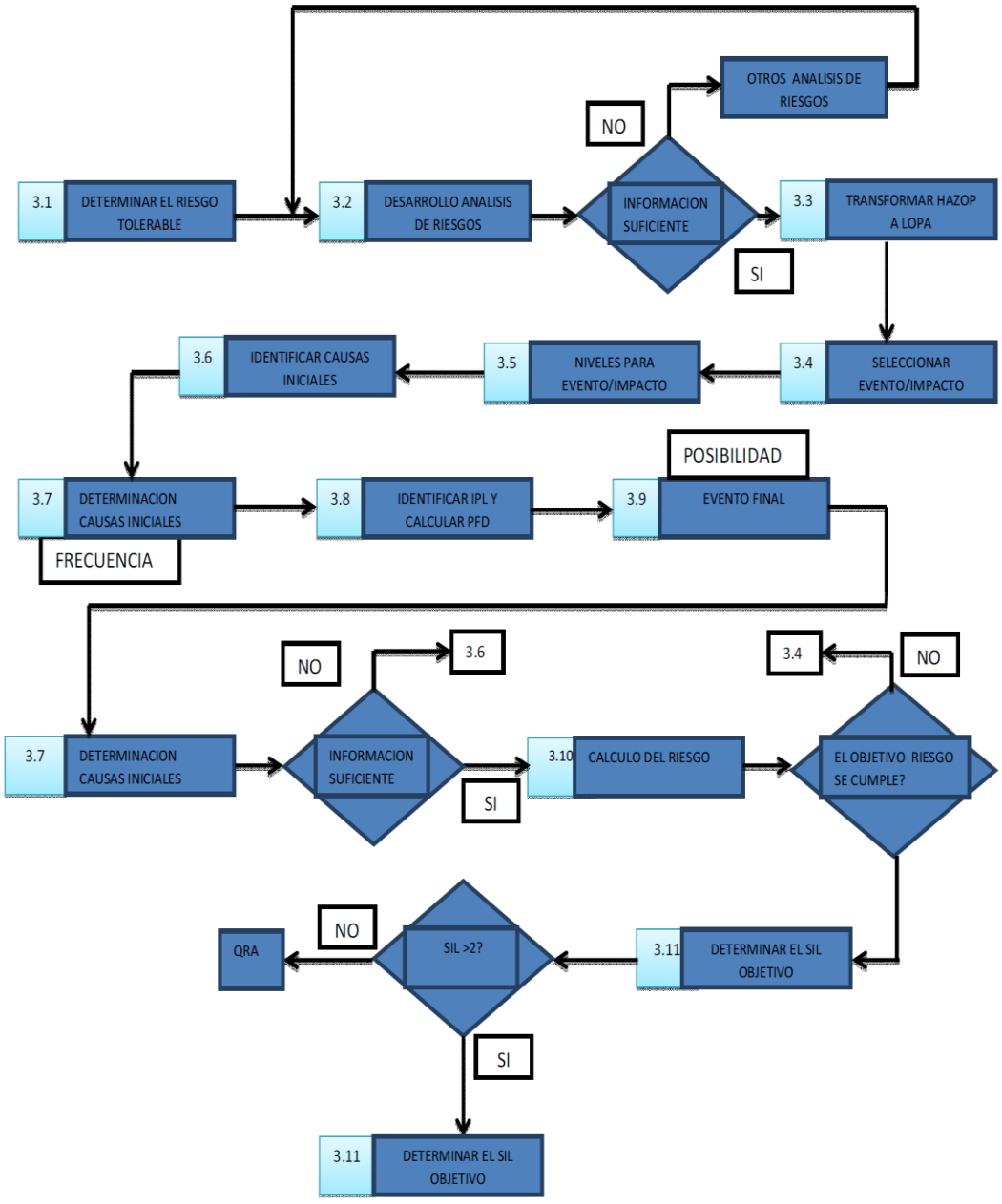
-Si el objetivo se cumple, se determina el "Nivel de Integridad de Seguridad" [SIL] objetivo.

-Si el "Nivel de Integridad de Seguridad" [SIL] es mayor a 2. Se sigue al "Análisis Cuantitativo de Riesgos" [QRA]

-De no ser así se compara el "Nivel de Integridad de Seguridad" [SIL] objetivo contra el entregado.

La metodología de LOPA se puede ver en la figura siguiente:

Figura 38. Metodología [LOPA].



V.3.4.1 DETERMINAR EL RIESGO TOLERABLE.

El riesgo tolerable se define como *"la probabilidad de sufrir una enfermedad o daño que puede ser tolerado durante algún tiempo, teniendo en cuenta los beneficios asociados y asumiendo que el riesgo es minimizado mediante apropiados procedimientos de control".*

La determinación del Riesgo Tolerable es el primer paso de la metodología [LOPA] este valor nos indica donde debemos llegar.

La determinación del riesgo tolerable está definida por la empresa o por leyes locales. Generalmente hay tres formas de determinar el riesgo y son:

Riesgo individual: es la probabilidad por año de que una persona normal sin protección resulte muerta en aquella localización como consecuencia de un accidente en la actividad peligrosa.

Riesgo social: El riesgo social de una actividad peligrosa se define como la probabilidad por año de que un grupo determinado de personas muera debido a un accidente en la actividad peligrosa.

Riesgo corporativo: Este refleja el impacto que tiene un proyecto sobre el riesgo de la compañía sin considerar los efectos de la propia diversificación de los accionistas.

Se expresa en unidades de Frecuencia/ Número de Año:

Número de fatalidades:

- *Número de incidentes*
- *Número de pérdidas económicas*
- *Número de días de producción perdidos*

Los corporativos fijan el valor de FRT basándose en los criterios de riesgo (individual, social, corporativo), pero cabe mencionar que no en todas las áreas de un proceso tienen el mismo nivel de riesgo. Para esto se debe ajustar el valor de FRT para cada una de las áreas de proceso, a este ajuste se le llama Frecuencia de Riesgo Tolerable (FRTF) y debe ser considerado para cada área del proceso analizado.

La siguiente ecuación permite calcular el FRTF.

FRTF. = FRT/PVH

El valor de PVH puede ser expresado como:

- Número de pérdidas de vida
- Probabilidad de pérdidas de vidas humanas

V.4 DESARROLLO DE ANÁLISIS DE RIESGO.

Existe una diversidad de técnicas identificadas para la realización de un Análisis de Riesgos que ayudan a la identificación de peligros, causas de posibles amenazas, eventos no deseados, daños y consecuencias que se puedan producir. Las técnicas más utilizadas para el desarrollo de Análisis de riesgos y peligros en los procesos industriales son:

- ¿Qué Pasa Si? (What-If)
- Listas de Revisión. (Checklist)
- ¿Qué Pasa Si?/Listas de revisión. (What-If/Checklist)
- Estudios de Peligro y Operación Hazard and Operability Study HAZOP)
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas (Failure Mode and Effects Analysis FMEA)
- Arboles de Falla. (Fault Tree Analysis)

Lo que tienen en común todas estas técnicas es de tener como prioridad el análisis e identificación de activos a proteger o evaluar, la evaluación de riesgos involucra comparar el nivel de riesgo detectado durante el proceso de análisis con criterios de riesgo establecidos previamente.

En este ERA ya se han descrito las metodologías de riesgo aplicadas obteniendo los resultados que se indican en el apartado IV.

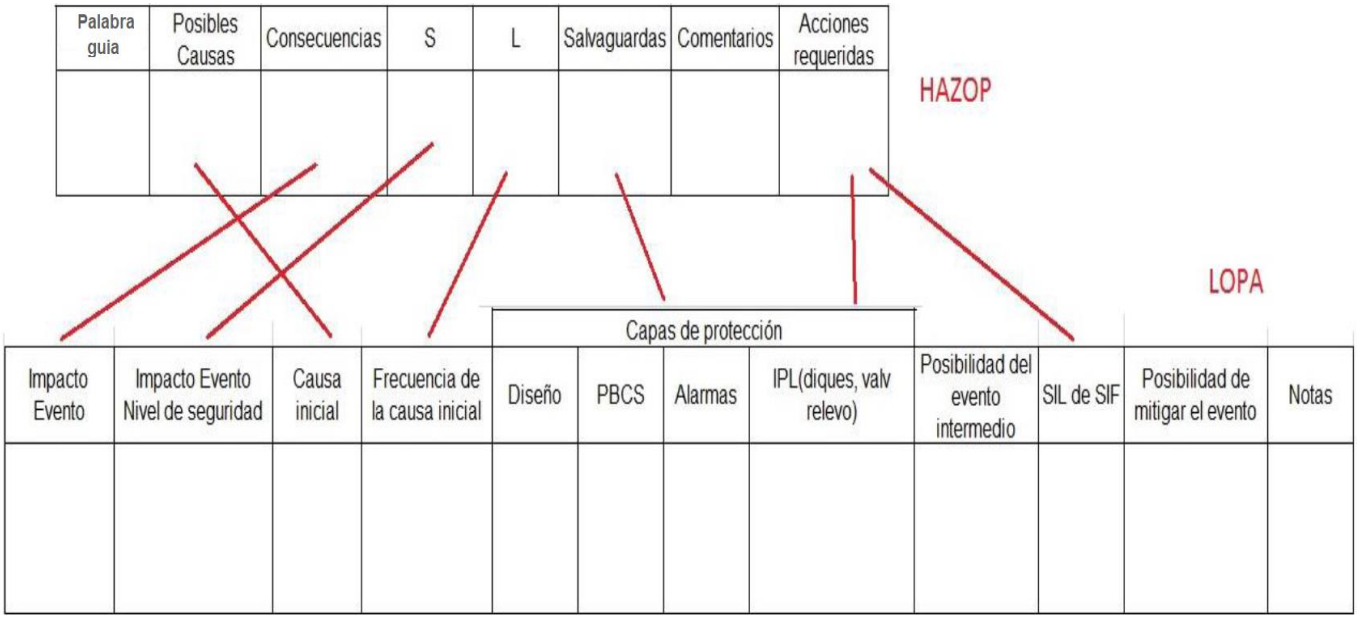
V.4.1 CRITERIOS PARA CAMBIAR DEL MÉTODO HAZOP A LA METODOLOGÍA [LOPA].

El criterio que utiliza HAZOP es el de evaluación de peligros preliminares para proporcionar un panorama general de los riesgos existentes, y no se lleva demasiado tiempo en su elaboración. Sin embargo, el análisis de capas de protección [LOPA] requiere de los datos recabados por el criterio de HAZOP, en la tabla siguiente, se hace referencia de los datos que provee HAZOP para cambiar a la metodología [LOPA] y que se ve ilustrada en la figura 39.

Tabla 50. Información necesaria para cambiar de HAZOP al criterio de análisis de capas de protección [LOPA].
Fuente: Layer of Protección Analysis.

Información requerida por LOPA	Información desarrollada en el HAZOP
Impacto de los eventos	Consecuencias
Nivel de seguridad	Severidad de las consecuencias
Evento iniciante	Causa
Probabilidad del evento iniciante	Frecuencia de la causa
Capas de protección	Salvaguardas existentes
Requerimientos de mitigación adicional	Recomendaciones de nuevas salvaguardas

Figura 39. Campos de información recabados por HAZOP para el análisis [LOPA].



SELECCIONAR EVENTO/IMPACTO.

El evento es el suceso relacionado a las acciones del ser humano, al desempeño del equipo y sucesos externos al sistema que pueden causar interrupciones y/o problemas. También es la causa o contribuyente de un incidente o accidente y al mismo tiempo también es la respuesta a la ocurrencia del evento iniciador.

El impacto es el efecto probable o cierto, positivo o negativo, directo o indirecto, reversible o irreversible, que se deriva de una o varias acciones con origen en las actividades industriales o de manejo de sustancias de alto riesgo para el presente caso.

NIVELES PARA EVENTO/IMPACTO.

Los niveles de evento/impacto están definidos en una serie de criterios e indicadores para asegurar una información coherente de acontecimientos nucleares por parte de diferentes autoridades oficiales.

Hay siete niveles distintos (figura siguiente) de cero en la escala que se aplica en diferentes tipos de instalaciones donde se llevan a cabo procesos industriales o actividades de manejo de sustancias de alto riesgo que atente con el entorno que lo rodea. Los sucesos de nivel inferior (1 a 3), sin consecuencia significativa sobre la población y el medio ambiente, se califican de incidentes; los superiores (4 a 7), de accidentes. El nivel máximo corresponde a un accidente cuya gravedad es comparable a lo ocurrido el 19 de noviembre de 1984, en San Juan Ixhuatepec conocido como San Juanico. El nivel cero representa una desviación sin que afecte la seguridad del proceso.

Figura 40. Niveles para Evento/Impacto.



IDENTIFICAR CAUSAS INICIALES

Las causas iniciales, son las que propician las desviaciones del proceso elevándolas en cada uno de los niveles de evento/impacto ya mencionado en el punto algunos ejemplos de causas iniciales son:

I. Falta de mantenimiento.
II. Falta de capacitación.
III. No seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto al uso de los equipos.
IV. Falla de tres o más instrumentos simultáneamente, o error humano
V. Falla espontanea de un solo tanque o recipiente del proceso.
VI. Falla de dos instrumentos o válvulas
VII. Combinación de fallas de instrumentos y errores del operador
VIII. Una sola falla de una línea o equipo del proceso.
IX. Fugas en el proceso
X. Falla en un solo instrumento o válvula
XI. Errores humanos que podrían resultar en descarga de material

DETERMINACIÓN DE CAUSAS INICIALES.

La determinación de las causas iniciales, es el motivo que propicio una desviación en el proceso y una vez identificado se determina la frecuencia en la que ocurre; Una causa inicial o falla se puede clasificar como de frecuencia de ocurrencia baja, frecuencia de ocurrencia moderada y frecuencia de ocurrencia alta.

La frecuencia de ocurrencia **baja** es una falla con una muy baja probabilidad de que ocurra dentro del tiempo de vida esperado de la instalación.

Ejemplos:

✓ Falla de tres o más instrumentos simultáneamente, o error humano

✓ Falla espontanea de un solo tanque o recipiente del proceso.

La frecuencia de ocurrencia **moderada** es una falla o serie de fallas con una baja probabilidad de ocurrencia dentro del tiempo de vida esperando en la instalación.

Ejemplos:

✓ Falla de dos instrumentos o válvulas

✓ Combinación de fallas de instrumentos y errores del operador

✓ Una sola falla de una línea o equipo del proceso.

La frecuencia de ocurrencia **alta** es una falla que puede ser razonablemente esperada a ocurrir dentro del tiempo de vida esperado de la instalación.

Ejemplos:

✓ Fugas en el proceso

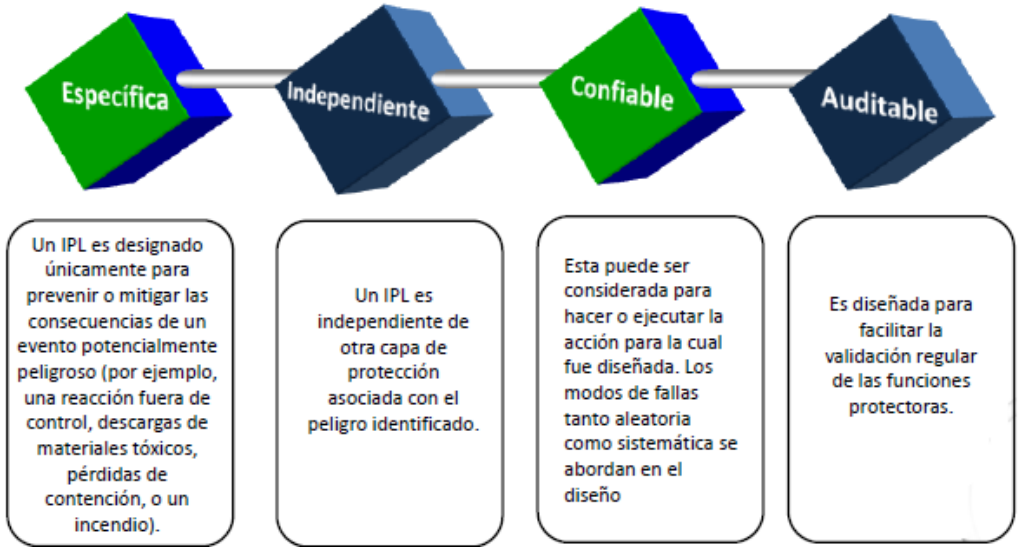
✓ Falla en un solo instrumento o válvula

✓ Errores humanos que podrían resultar en descarga de material

IDENTIFICAR LA CAPA DE PROTECCIÓN INDEPENDIENTE [IPL] Y CALCULAR LA PROBABILIDAD DE FALLA DISTRIBUIDA [PFD

Los criterios para calificar una capa de protección [PL] como una capa de protección independiente [IPL] se puede ver en la siguiente:

Figura 41. Criterios necesarios para calificar a una [IPL].



El cálculo del [PFD] está en base a las circunstancias y estado de ánimo en la que esté sometido el operario como se podrá ver en la siguiente tabla.

Tabla 51. Valores de [PFD] del operador bajo diferentes circunstancias.



Fuente: Seguridad Funcional en instalación de proceso.

EVENTO FINAL

El último paso en el análisis de las capas de protección [LOPA] es referente a adicionar todas las probabilidades de los eventos a mitigar en un **Riesgo total** o **Evento Final** debido a impactos de eventos serios y extensos que presenten el mismo peligro.

CÁLCULO DEL RIESGO.

El último paso en el análisis de las capas de protección [LOPA] es referente a adicionar todas las probabilidades de los eventos a mitigar en un **Riesgo total** debido a impactos de eventos serios y extensos que presenten el mismo peligro. Por ejemplo, se podría considerar la probabilidad del evento a mitigar para todos los eventos serios y extensos que causan un incendio, debiendo emplear las siguientes fórmulas:

$$\textbf{\textit{Riesgo de mortalidad debido a un incendio}} = \textit{(Probabilidad del evento mitigado de todas las descargas de material flamable) X (Probabilidad de ignición) X (Probabilidad de una persona en el área) X (Probabilidad de una lesión fatal en el incendio)}$$

Otro ejemplo sería el impacto de los eventos serios y extensos que puedan causar una descarga tóxica podrán adicionarse al emplear la siguiente fórmula:

$$\textbf{\textit{Riesgo de mortalidad debido a descargas tóxicas}} = \textit{(Probabilidad del evento mitigado de todas las descargas de material tóxico) X (Probabilidad de una persona en el área) X (Probabilidad de una lesión fatal en la descarga)}$$

V.4.2 EJEMPLO DEL MÉTODO DEL ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN [LOPA]

Primeramente, se hace la descripción de cada impacto de los eventos (consecuencias) determinada en el HAZOP deberá ser registrada en la primera columna.

Tabla 52. Descripción del impacto de los eventos.

#	1	2	3	4	5		6		7	8	9	10	11
					Capas de Protección								
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA.

Los niveles de severidad de menor (M) del nivel (1 a 2), serio (S) del nivel (3 a 5), o extenso (E) del nivel (6 a 7) serán seleccionados como se mencionó en el tema nivel de evento/impacto y será registrado en la columna 2.

Tabla 53. Nivel de Severidad

#	1	2	3	4	5		6		7	8	9	10	11
					Capas de Protección								
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA.

Todas las causas iniciales del impacto del evento son listadas en la columna 3, los impactos de los eventos pueden tener muchas causas iniciales, es importante listarlas a todas. Los valores de la frecuencia de los eventos iniciales ocurren en eventos por año y se indican en la columna 4.

Tabla 54. Causa y frecuencia del evento iniciante.

#	1	2	3	4	5		6		7	8	9	10	11
					Capas de Protección								
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA.

El diseño del proceso es requerido para reducir la probabilidad de ocurrencia del impacto de un evento, se registrará en la columna 5. Un ejemplo de esto podría ser la chaqueta de un ducto o recipiente, la cual podría prevenir la descarga del material del proceso si se compromete la integridad del ducto o recipiente primario.

El sistema de control básico de proceso [SCBP] previene la ocurrencia del impacto del evento, cuando la causa inicial ocurre.

Tabla 55. Diseño general del proceso.

#	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10	11
					Capas de Protección							
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA.

El complemento de la columna 5 corresponde a las alarmas que alertan al operador y que requieren de su intervención. El cual también el operador depende del valor de probabilidad de falla sobre demanda [PFD], ya que depende de su estado de ánimo para determinar la capacidad que tenga de reacción ante una señal de alarma, en la tabla del punto V.3.3, del método se aprecia los valores de [PFD] del operador bajo diferentes circunstancias.

Tabla 56. Alarmas.

#	1	2	3	4	5			6	7	8	9	10	11
					Capas de Protección								
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA.

Las capas de mitigación pueden reducir la severidad de los impactos del evento, pero no prevenir la ocurrencia de este.

El equipo de la [LOPA] que está integrado por:

- ✓ Operador con experiencia, operando el proceso bajo consideración.
- ✓ Ingeniero con experiencia en el proceso.
- ✓ Administrador de manufactura
- ✓ Ingeniero en control de proceso
- ✓ Personal de mantenimiento, instrumentista / eléctrico, con experiencia en el proceso bajo consideración.
- ✓ Especialista en análisis de riesgos
- ✓ Una persona dentro del equipo deberá estar capacitada en la metodología [LOPA]

Deberá determinar la probabilidad de falla sobre demanda [PFD] apropiada para todas las capas de mitigación y listarlas en la columna 6. En la figura 42 se muestra los tipos de capas de mitigación.

Tabla 57. Mitigación.

#	1	2	3	4	5			6	7	8	9	10	11
					Capas de Protección								
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA. **[8]**

Figura 42. Tipos de capas de mitigación.



Las capas de protección independientes [IPL] se registran en la columna 7, se deberán revisar los criterios para determinar si una capa de protección [PL] corresponde a una capa de protección independiente [IPL]. Solamente aquellas capas de protección que cumplan con las pruebas de disponibilidad, que sean específicas, independientes, confiables y auditables, serán clasificadas como capas de protección independientes [IPL].

Tabla 58. Capas de protección independientes.

#	1	2	3	4	5			6	7	8	9	10	11
					Capas de Protección								
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA. **[8]**

La probabilidad de los eventos intermedios es calculada al multiplicar la probabilidad del evento inicial (columna 4) por la [PFD] de las capas de protección y mitigación (columnas 5,6 y 7). El valor calculado estará en unidades de eventos por año y se registrará en la columna 8.

Si el valor de la probabilidad del evento intermedio es menor al valor del criterio del corporativo para eventos de este nivel de severidad, no se requerirá adicionar capas de protección.

Si el valor de la probabilidad del evento intermedio es mayor al del criterio del corporativo para eventos de este nivel de severidad, se requerirá implementar capas de protección.

Si se requiere un nuevo nivel de integridad [FIS], puede ser calculado al dividir el criterio de la instalación para el nivel de severidad del evento, por el valor intermedio de la probabilidad del evento. Una [PFD] para el nivel de integridad [FIS] por debajo del valor obtenido, deberá seleccionarse como un máximo para el sistema instrumentado de seguridad [SIS] y se registrará en la columna 9.

Tabla 59. Nivel de seguridad.

#	1	2	3	4	5			6	7	8	9	10	11
					Capas de Protección								
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA. **[8]**

La probabilidad del evento mitigado será ahora calculada al multiplicar el valor de la columna 8 y 9, registrando el valor resultante en la columna 10. Esta secuencia continuará hasta que el equipo haya calculado la probabilidad del evento a mitigar para cada impacto de los eventos que hayan sido identificados.

Tabla 60. Probabilidad de mitigar el evento.

#	1	2	3	4	5			6	7	8	9	10	11
					Capas de Protección								
	Descripción del impacto de los eventos	Nivel de severidad	Causa iniciante	Frecuencia del evento iniciante	Diseño general del proceso	SCBP	Alarmas	Mitigación adicional, acceso restringido	IPL adicionales de mitigación, diques, válvulas de alivio	Probabilidad de eventos intermedios	SIL para cada FIS	Probabilidad de mitigar el evento	Notas

Fuente: Análisis de capas de protección LOPA.

La experiencia de los especialistas de Análisis de riesgo y el conocimiento del equipo son agentes importantes en el ajuste de factores en las fórmulas para las condiciones y prácticas de trabajo de la instalación y la potencial afectación al entorno, sectores de población o propiedades de terceros.

El **Riesgo total** de este proceso podrá ser determinado al emplear los resultados obtenidos de la aplicación de las fórmulas.

Si el valor obtenido cumple con los criterios corporativos para la población afectada o bien, el valor es menor al criterio corporativo, en análisis de las capas de protección, está completo.

V.5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LOPA PARA LA PLANTA EN EVALUACIÓN.

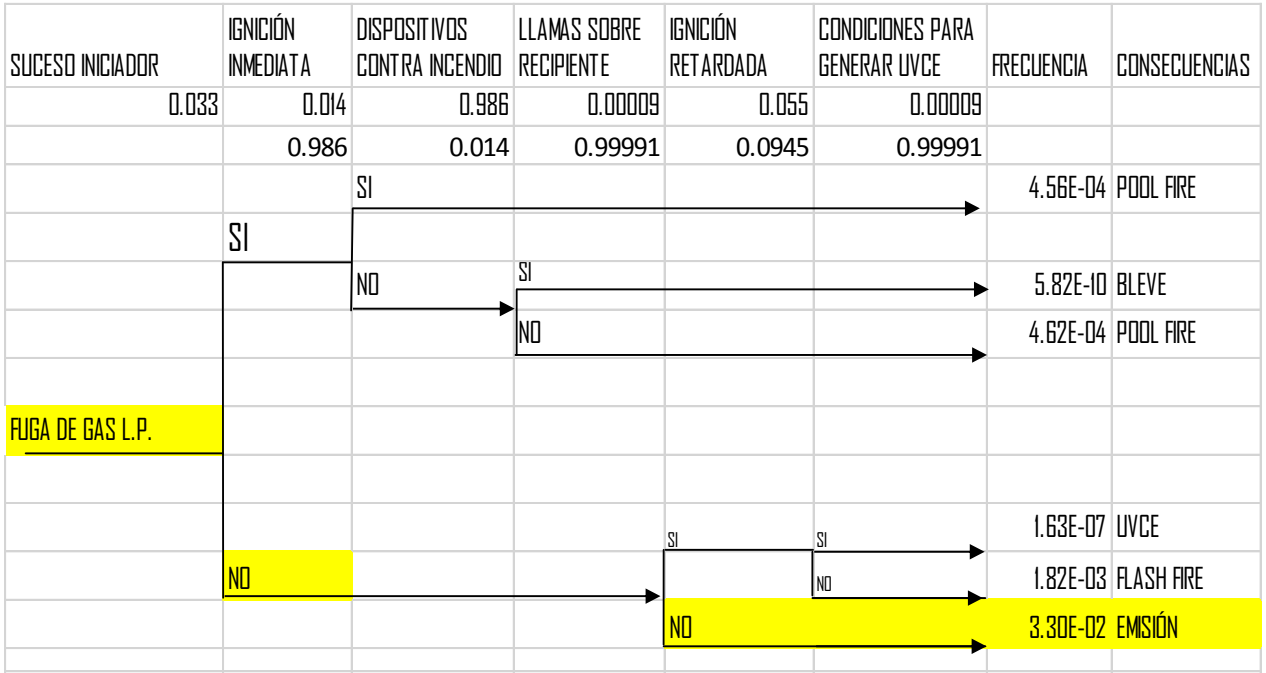
En este apartado se determina el "Nivel de Integridad de Seguridad" [SIL] para los sistemas instrumentados de seguridad [SIS] que se incluyen dentro de las operaciones de trasiego de gas que se realizarán en la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. (Gas Express Nieto, S.A. de C.V.), en Arteaga, Coahuila, a través de la metodología "Análisis de capas de protección" [LOPA] descrita en el punto V.1 para las áreas y actividades de manejo de gas que se describen en éste ERA en el apartado II.

ANÁLISIS DE RIESGOS DEL ÁREA DE ABASTO NODO 1.

Mediante el método "árbol de sucesos" se analizará las principales causas que propician las fallas en área de abasto a la línea de tubería que va al tanque de almacenamiento (incluye las operaciones de acople de las líneas de tuberías que van desde las tomas de recepción con la manguera y válvula del semirremolque para abasto, seguido por la identificación de todos los elementos asociados en el sistema que podría causar que este evento ocurriera.

Esto con el fin de proporcionar una representación simbólica conveniente de la combinación de eventos que producen la ocurrencia del evento de riesgo identificado mediante el método HAZOP, que en este caso es seleccionar caso 1 del nodo 1 (figura 43), facilitando la elección de un nivel de integridad de seguridad [SIL], mediante otros métodos a partir de los resultados obtenidos del árbol de sucesos.

Figura 43. Método árbol de sucesos en el área de abasto incluyendo las operaciones que se realizan.



En la tabla siguiente se ubican los riesgos y consecuencias del área de abasto descrito en el árbol de sucesos (figura anterior). En esta tabla se les dan valores numéricos a las columnas Vi (gravedad para la vida), M (gravedad para el medio ambiente), P (gravedad de la propiedad), Ve (velocidad de propagación), Pb (probabilidad o frecuencia) y Pr (consecuencia o severidad), descritas previamente es este mismo apartado V.

Estas variables son las que nos van a determinar el nivel de seguridad [SIL] con el que está operando el área y operaciones de abasto (que se analizarán posteriormente), permitiendo determinar si el nivel de seguridad [SIL] es el indicado y en caso contrario proponer una solución en base a los resultados.

En la tabla 61 se establecieron los siguientes valores para el área de abasto y procedimientos de recepción del gas que va a la línea de tuberías hacia el tanque de almacenamiento, a través de las líneas de líquido y vapor, se involucra en esta operación; la instrumentación de seguridad con válvulas, medidor de nivel, manómetro, termómetro, los tubos de desfogue, las actividades de los operarios y el equipo disponible para respuesta a emergencias independientemente de las medidas de seguridad desde el diseño como son las bases de sustentación del tanque y el murete de protección en la zona de manejo para potenciales dilataciones del tanque, y restricción de acceso al área de la plataforma del tanque, así como de la línea de tubería desde las tomas de recepción.

Es importante señalar que en cada nodo determinado para las instalaciones proyectadas de la planta de gas se han identificado similares sistemas instrumentados de seguridad y demás medidas de seguridad independientes, por lo cual los resultados para los casos evaluados confirman los valores de seguridad altos (considerando que desde el diseño de la planta de gas se siguen requisitos establecidos en la NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y condiciones seguras en su operación vigente.), coincidentes con los resultados de la evaluación de riesgos mediante la matriz de riesgos del apartado IV. Por lo cual se concluye que **NO** se requiere de medidas adicionales, ya que el nivel de seguridad establecido de acuerdo al criterio de la **NOM IEC 61508 Functional Safety of E E PE safety related systems**; usada como referencia para establecer el SIL (nivel de integridad de seguridad), el riesgo es nulo (nivel de seguridad adecuado de acuerdo al método), aun cuando se reconoce que el riesgo cero no existe.

Tabla 61. Análisis de riesgos del área y operaciones de abasto del gas L.P.

Riesgo, Amenaza o peligro						Gravedad						Control Riesgo
Área o fuente de riesgo	Operación	Amenaza	Tipo de riesgo	Elemento vulnerable	Consecuencias	Vi	M	P	Ve	Pb	Pr	Ponderación de daños
Abasto del gas L.P.	Trasiego de gas	Exceso de presión por Sobrellenado en líneas de tubería para abastecer al tanque. Otra medida es que no se abastecerán más tanques siendo procedimientos únicos sobre el tanque.	Fuga de gas con riesgo de deflagración	Equipos de las tomas de recepción y línea de tubería con instrumentación.	Dispersión del gas con ambiente de baja toxicidad, riesgo de deflagración	1	2	2	1	1	0.93	bajos

Donde:

Gravedad para la vida (Vi)= 1; Los trabajadores solo padecen dolores de cabeza por el calor, teniendo ese padecimiento durante un día o menos.

Gravedad para el medio ambiente (M)= 2; La contaminación del gas L.P. es baja, en caso de fuga los efectos serían sobre la calidad del aire, su toxicidad es baja.

Gravedad de la propiedad (P)= 2; No existiría paro de operaciones por lo que no se causan pérdidas económicas graves, ya que no habría daño en equipos o construcciones y no habría desabasto.

Velocidad de propagación (Ve)= 2; La propagación es baja, debido a que existen construcciones, pero se trata de una zona donde el gas se dispersa en favor del viento y dado que el gas es más pesado que el aire se desplaza cerca al suelo, esto evita concentraciones peligrosas para casos de deflagraciones, pero puede desplazarse fuera de la planta de gas.

Probabilidad o Frecuencia (Pb)= baja= 1; La ocurrencia de falla en la instrumentación (apertura de válvula de seguridad para casos de sobrepresión, perforación o apertura en válvula de paso por error al acoplar el sistema de tubería con una toma de recepción o de suministro), se trata de eventos de baja frecuencia de ocurrencia y el cambio de estos instrumentos de medición son bastante espaciados de acuerdo a especificaciones del fabricante y pruebas que se realizan, su reemplazo puede ser a los 10 años. Su frecuencia es de una vez cada 30 años.

Consecuencia o Severidad (Pr)= 0.93 =1; Este valor se obtuvo sustituyendo los valores de Vi, M, P, Ve y Pb en la siguiente fórmula:

Pr = (Vi x 30 + M x 30 + P x 20 + Ve x 20) / 160

Al sustituir los valores en las variables correspondientes tenemos:

Pr =	1 x	30	2 x	30	2 x	20	1 x	20		160	0.9375	Pr ≈ 1

Pb = 1

Obteniendo el resultado: Pr = 0.93 = 1. Este valor corresponde al nivel 1 (menor)

Determinando el nivel de [SIL] en la matriz de riesgos:

Tabla 62. Resultado del nivel [SIL] en la matriz de riesgo del área y operaciones evaluadas.

		Menor	Serio	Extenso
Frecuencia (probabilidad) Pb	Alta	SIL2	SIL3	SIL3
	Media	SIL1	SIL2	SIL3
=	Baja	NR	SIL1	SIL3

Analizando el resultado anterior, se determina que dado las condiciones en las que estará operando la planta de almacenamiento para distribución de gas SI SE cuenta con un nivel SIL para evitar o mitigar los riesgos detectados, por lo que NO se emiten recomendaciones al respecto ya que el nivel es nulo [NR].

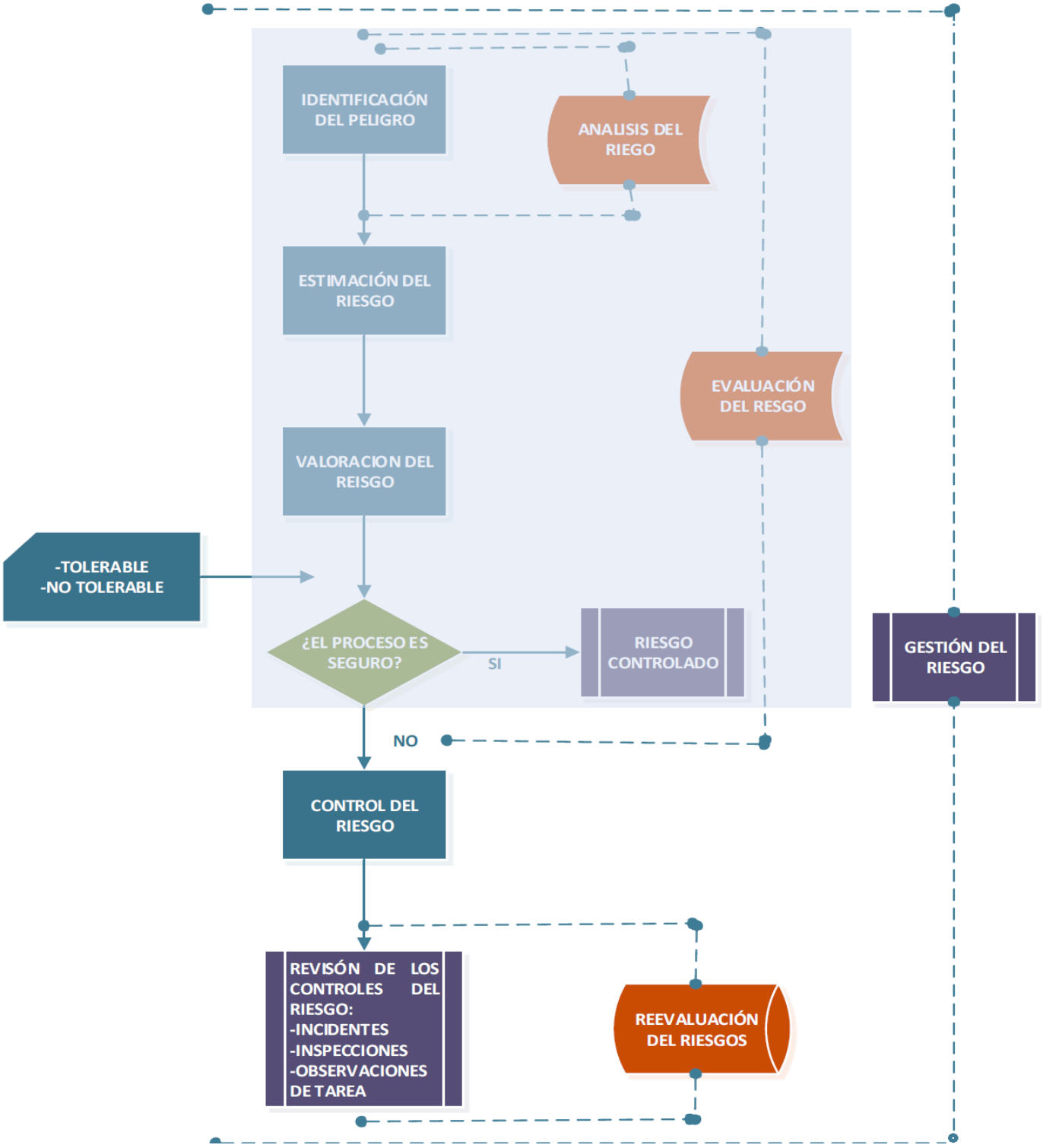
En base a los resultados obtenidos del nivel de riesgos para las operaciones de manejo de gas en las áreas de manejo dentro de la planta evaluada, a partir de los árboles de sucesos, método HAZOP y matriz de riesgos, se puede proceder a la realización del análisis de fallas por la metodología [LOPA], ya que toda la información recopilada hasta este momento es necesario para llenar los campos de las tablas de [LOPA] comenzando por la causa inicial proporcionado por el método HAZOP, frecuencia de la causa y diseño que fue recabado de los árboles de sucesos, y por último el campo del nivel de integridad de seguridad [SIL] de una función instrumentada [SIF] que fue cubierto por el método de matriz de riesgos.

V.5.1 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS EN EL ÁREA DE ABASTO.

Se procede a la gestión del riesgo realizando un diagrama de flujo el cual se presenta en la figura 44. Debido a que las operaciones de abasto del gas son seguras según el método LOPA aplicado

en el nodo, NO es necesario continuar con la evaluación de riesgo mediante el análisis de capas de protección, con el fin de reposicionar el nivel de seguridad.

Figura 44. Diagrama de flujo para la gestión y evaluación de riesgo. (Fuente: claves para la gestión de riesgos).



RECOMENDACIONES EN EL ÁREA Y OPERACIONES DE ABASTO DEL GAS.

No hay recomendaciones dado que el nivel de riesgo es nulo.

V.6. CONCLUSIONES.

Se demostró mediante la metodología "Análisis de capas de protección" [LOPA], en nivel de seguridad que existirá (obras, equipos, recursos humanos, instrumentos, etc.); debido a las operaciones que se relacionarán con el trasiego de gas dentro de la planta en evaluación mediante el actual análisis de riesgo ambiental, con resultados evidentes en base a las metodologías aplicadas (análisis preliminar de riesgos; HAZOP; matriz de riesgos y LOPA).

La metodología [LOPA] nos permite determinar el nivel de integridad de seguridad [SIL] adecuado para cada tipo de operaciones relacionadas con el trasiego del gas L.P., evaluando las zonas de manejo del gas y establecer si el nivel de riesgo es irrelevante o en su caso emitir recomendaciones que ayudarán a evitar o mitigar los eventos no deseados.

Para las instalaciones proyectadas de la planta de almacenamiento para distribución de gas, se pudo detectar la inexistencia de riesgos potenciales que puede terminar en desastre o eventos no deseados. Se aplicó la metodología [LOPA], para las operaciones de abasto desde las tomas de recepción o tomas de semirremolques; hacia la línea de tubería que va al tanque (similares condiciones existentes para el trasiego del combustible desde la toma de suministro a autotanques; toma de carburación de auto abasto y anden de llenado (operaciones en llenadoras de cilindros portátiles), sin que se emitan recomendaciones adicionales para incrementar el equipamiento y procedimientos de seguridad dentro de las instalaciones, si se emiten recomendaciones para prevenir potenciales riesgos durante el mantenimiento, actuación de operarios (capacitación), y para contar con un equipo de personal especializado en la prevención, contención y ataque de fugas, deflagraciones o incendios del gas que a su vez puedan derivar en desastres o emergencias ambientales.

V.7 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.

No es necesario realizar el reposicionamiento (para reevaluar el nivel de seguridad), de riesgo debido al nivel de seguridad obtenido (SIL), al evaluar los riesgos mediante el método LOPA.

V.8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

El análisis de vulnerabilidad se ha detallado ya en los apartados IV.6. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS Y V.9. INTERACCIONES DE RIESGO.

V.9 INTERACCIONES DE RIESGO.

Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otros, equipos o instalaciones próximas a la instalación o proyecto que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

Anteriormente se describieron las colindancias del terreno y área de la futura planta de almacenamiento para distribución, así mismo en la figura que muestra su ubicación se puede observar que las instalaciones se ubicarán en la zona de actividades de servicios mixtas al noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila, donde NO existen asentamientos humanos dentro de la zona de amortiguamiento delimitada a 1000 metros; la siguiente tabla muestra el tipo de instalaciones en el radio de los 1000 metros: (tabla 63); e identificación de aquellas instalaciones /actividades con las que puede haber interacciones de riesgos.

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (METROS)	ORIENTACIÓN	INTERACCIONES
TRANSPORTES BRECA	409	NORTE	Sin interacciones en base a los eventos más probables identificados y evaluados
VENTA DE ALIMENTOS	440	NORTE	
RECICLADOS PLÁSTICOS ALVARADO S.A. DE C.V.	510	NOROESTE	
TRANSPORTES COLORADO	70	SUR	
TCI	401	SUR	
INDUSTRIAL HEFESTO	475	SUR	
WOHLER-T DE MÉXICO S.A. DE C.V.	470	SUR	
EWATER	406	SURESTE	
SONI GAS	**430**	**SURESTE**	De acuerdo a los resultados de evaluación de riesgos y su análisis de consecuencias, ninguno de los eventos simulados mediante el programa SCRI FUEGO 2.2 tendría interacciones riesgosas con estas instalaciones
MAQUILAS QUÍMICAS INDUSTRIALES S.A DE C.V.	410	SUR	Sin interacciones en base a los eventos más probables identificados y evaluados
I-LOG DE MÉXICO S.A. DE C.V.	116	NORTE	
R&J MANUFACTURING DE MÉXICO S.A DE C.V.	469	OESTE	
4 ON THE GO	90	SUR	
METAUX DE MÉXICO	515	SUROESTE	
ABC AUTOLINEAS SA DE CV	641	SURESTE	
TTLOGISTIC	658	SUROESTE	
COMIDA CASERA LA PASADITA	555	NOROESTE	
LARMEX	605	NOROESTE	
CONSOLIDAMEX ARTEAGA	740	NOROESTE	
TOX PRESSOTECHNIK DE MEXICO S. DE RL.	630	NORESTE	
VOSS AUTOMOTIVE	795	NORESTE	
SANGSIN BRAKE MÉXICO	855	NORTE	
MANDO CORP MÉXICO	997	NORESTE	

El manejo de gas proyectado para la planta propiedad de Gas Express Nieto, S.A. de C.V., se vislumbra como de bajo riesgo por potenciales consecuencias sobre instalaciones, población civil, empleados de instalaciones o daños en el entorno ambiental en base a los resultados obtenidos de la identificación y evaluación de riesgos, así como el análisis de consecuencias.

Los eventos de riesgo identificados y evaluados para la planta están referidos a las actividades con los equipos y operaciones de trasiego de gas L.P., en concordancia con ello, las interacciones de riesgos (incremento de peligros), se dan hacia el interior, durante la operación de los equipos y maquinaria involucrada en el manejo del comburente dentro del recipiente proyectado.

De acuerdo con la ubicación del terreno modificado para la planta, **NO** se identifican viviendas en un radio de 1000 metros, **SÍ** se ubican en el área de influencia de la planta para efectos de riesgos (radio de 1000 metros), actividades comerciales, de servicios y microindustria aislada ya que predominan al norte, sur y poniente; al sureste del terreno ya modificado para la planta se ubica otra planta de almacenamiento de gas distante a 430 metros de la planta proyectada; mientras que en la colindancia al poniente se tiene una **estación de carburación sin operaciones**; no existen otras instalaciones en el radio de los 1000 metros que involucren el manejo de sustancias altamente riesgosas, deducción que resulta del análisis del área de influencia ambiental y social directa en que se incrusta la planta dentro de la región municipal.

En el entendido que el **Área de influencia** está definido como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidas las actividades sociales, económicas y culturales), de la región incluyéndola como área de riesgos por la operación de la planta.

Uno de los objetivos del estudio es precisamente conocer los probables riesgos en las instalaciones proyectadas y los factores internos y externos que podrían generarlos, con la finalidad de evaluar si las medidas de seguridad proyectadas en la planta son idóneas para prevenir o enfrentar los riesgos y sus consecuencias o establecer medidas de seguridad adicionales, como pueden ser la revisión del mantenimiento y medidas de respuesta a emergencias; debido a que la planta se ha proyectado para operar con un solo tanque de almacenamiento ampliamente citado; las probabilidades de concatenación de eventos de riesgo son prácticamente nulas a continuación se presenta el análisis de interacciones de riesgo para la propia planta o efecto dominó.

Los resultados para el evento critico aun cuando de baja probabilidad; identificado y modelado, suponen la probable interacción hacia las instalaciones de la propia planta, considerando el tanque de almacenamiento, en un evento por fuga y presencia de masa de gas explosiva del evento 6 (ambiente explosivo), que al alcanzar una fuente de ignición general la explosión con consecuencias por ondas de sobre presión con distancias de 22.91 y 106.72 metros respectivamente (para

efectos dominó y/o de ondas de sobrepresión en zona de alto riesgo); mientras que el evento 3 es de mínima probabilidad, sin que se haya reportado algún evento de este tipo (bola de fuego o BLEVE), en plantas de almacenamiento para nuestro país; por lo cual solo existirían potenciales de interacciones riesgosas con otras instalaciones del exterior en un radio de 1000 metros en caso de que ocurriese este evento de baja probabilidad (puede ocurrir a lo largo de operaciones en la vida útil de la planta con probabilidad de 3.10^{-7}, de acuerdo al análisis de árbol de sucesos) que sería el evento 6, sin que alcance interacciones de riesgo con otras instalaciones del exterior e incluso ni en caso del evento 3, existiría potencial de interacción de riesgos o concatenación de eventos; mientras que para el interior de la planta; la concatenación de eventos es prácticamente improbable, ya que solo existirá un tanque de almacenamiento y los mayores daños afectarían tuberías de la propia instalación, equipos y construcciones, a su vez la probabilidad de concatenación o efecto dominó sería nuevamente, prácticamente improbable, pues requeriría que un evento iniciador ocurriera en horario nocturno, sin que hubiera personal operario en la planta y que otro incendio iniciador previo no pudiese ser atendido; básicamente el suceso iniciador con suficiente carga térmica (radiación), que pudiese causar el evento BLEVE queda descartado.

El efecto dominó sería aquel que acontece suponiendo que el evento catastrófico potencial no sería acumulativo en cuanto a consecuencias se refiere, ya que si bien un BLEVE origina radiación tan intensa que puede afectar equipos de proceso, éste solo ocurre de manera independiente, es decir el evento es inmediato (dura 11.6 segundos), y no acumulativo (es remotamente improbable que ocurran dos BLEVES en un mismo tiempo). Si bien un solo evento presenta una probabilidad reducida, con mayor argumento dos.

EFECTO DOMINÓ.

Aunque el denominado "efecto dominó" es conocido desde hace tiempo, sólo se ha reconocido oficialmente en la Directiva Seveso II, así como en la legislación de España como en el Real Decreto 1254/99.

La principal fuente de información que sirve de base para el análisis y el entendimiento del fenómeno consisten en analizar estadísticamente series históricas de accidentes. A partir de estos datos se obtienen las características principales de un determinado accidente en orden a establecer las relaciones entre categorías de establecimientos, tipos de efectos físicos y alcances de los efectos dominó referenciados.

Para el caso de estudio en esta planta, derivado de las actividades futuras que serán de alto riesgo por los volúmenes de manejo del gas L.P., se utilizó el procedimiento indicado por la Directiva de Seveso II, para realizar un análisis de efecto dominó dentro y fuera de las instalaciones del proyecto, ya que la Directiva de Seveso II es la encargada de conjuntar las normas y lineamientos

utilizados para la identificación de los peligros, evaluación de riesgos, información concerniente a las normas para la prevención de accidentes mayores y establecimiento de planes de emergencia que rige a todos los países que conforman a la Unión Europea.

Definición, alcance y análisis del efecto dominó.

El efecto dominó representa la concatenación de posibles accidentes, hecho que puede suponer una multiplicación de las consecuencias previstas.

Para todos los escenarios accidentales identificados en el presente estudio, se deben considerar las consecuencias que aquellos puedan provocar sobre otros equipos de la instalación. Se considerará como efecto dominó cualquier fenómeno que provoque la propagación de la siniestralidad o consecuencias de un escenario accidental más allá de los límites o efectos que se tendrían en consideración si este escenario se produjera de forma aislada, dadas las mismas condiciones.

Según el Instituto Químico de Sarriá en su documento titulado Institut Químic de Sarrià. "Base de càlcul per a escenaris d'accident" 2002., en el efecto dominó se definen dos tipos básicos de escenarios accidentales:

- **Escenario propagador**. Es aquel escenario que puede provocar un efecto dominó, es decir, las consecuencias del escenario propagador provocan daños a las instalaciones cercanas en una magnitud suficiente como para que se puedan considerar los equipos afectados como nuevos escenarios accidentales con consecuencias propias.

- **Escenario receptor.** Cualquier escenario que reciba las consecuencias de otro escenario accidental y origine consecuencias nuevas. Un escenario receptor puede actuar al mismo tiempo como propagador.

Al escenario receptor no propagador se le denomina escenario final. Se pueden definir tres tipos de sucesos iniciadores:

1. Incendio.
2. Explosión.
3. Proyectiles.

Estos sucesos iniciadores pueden generar efectos de alcance suficientemente grande como para producir consecuencias de daños en otras unidades o equipos y provocar el efecto dominó. Se consideran los siguientes efectos:

a. **Efecto de la temperatura sobre objetos**. Este fenómeno se produce en el caso del cálculo de la radiación térmica. Se puede calcular el alcance de la llama, así como la potencia de la misma a lo largo del tiempo, para ver los efectos que tiene sobre los equipos cercanos. Tras este estudio, quizás se compruebe la necesidad de instalar cortinas de agua o sprinklers.

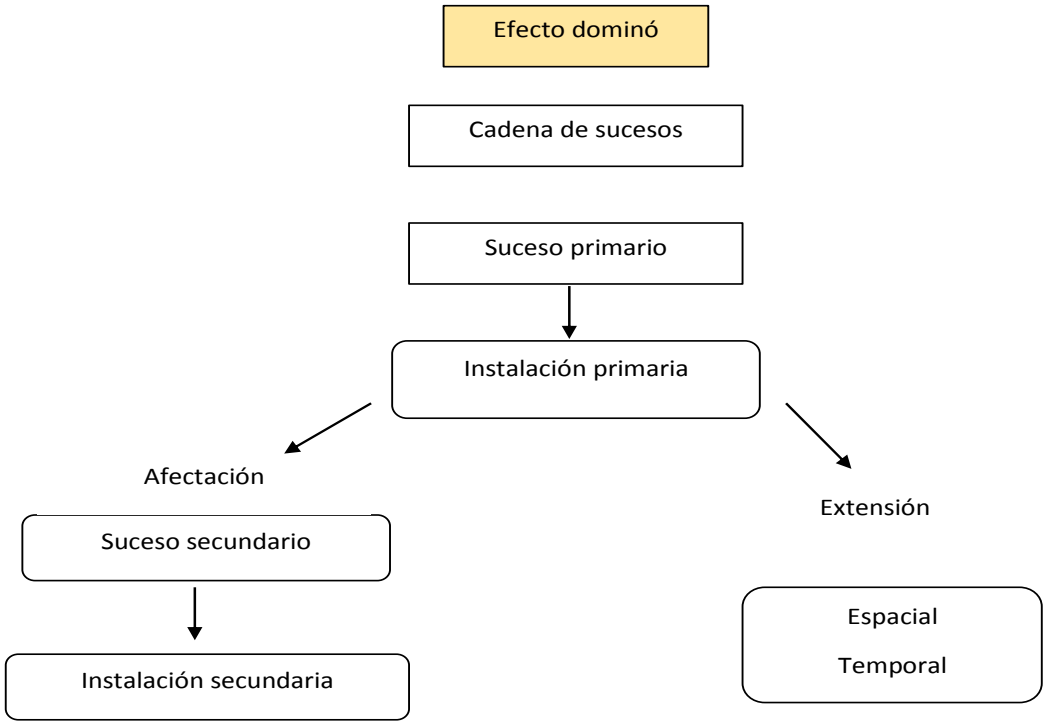
b. **Efectos físicos y tecnológicos**. Las ondas de choque o sobrepresión que aparecen en caso de detonación o deflagración, así como las consecuencias que un accidente puede tener sobre la red de distribución eléctrica de otras instalaciones o sistemas de control centralizado se han de tener en cuenta a la hora de detectar posibles efectos dominó.

c. **Impacto de proyectiles**. Este fenómeno se produce en escenarios en los que se pueden generar sobrepresiones, dado que implica la proyección de objetos a cierta distancia del lugar del accidente. Debido a los proyectiles, se puede plantear la necesidad de instalar pantallas protectoras en los sistemas críticos. Se han consensuado los siguientes valores límite para la consideración de estos efectos:

Tabla 64. Valores límite para la evaluación del efecto dominó.

Tipo de efecto físico peligroso	Zona dominó 1		Zona dominó 2	
	Consecuencias	Valor límite	Consecuencias	Valor límite
Radiación térmica	Fallo de recipientes y equipos protegidos	35 kW/m²	Fallo de recipientes y equipos no protegidos	12 kW/m²
Sobrepresión	Fallo de recipientes y equipos a presión	350 mbar (5.00 psi)	Fallo de recipientes y equipos atmosféricos o a baja presión	160 mbar
Proyectiles	Impacto con daños	100% alcance de fragmentos		

Figura 45. Muestra la secuencia de acontecimientos de un efecto dominó.



La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99 es la siguiente: la concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, reventón, estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos.

A partir de esta definición, se puede deducir lo siguiente:

Un efecto dominó implica la existencia de un accidente "**primario" que afecta a una instalación "primaria"** (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce uno o varios accidentes "secundarios" que afectan a una o varias instalaciones "secundarias". Este accidente o accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deben extender los daños del accidente "primario".

La extensión de los daños es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona, pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), o ambas.

Para ilustrar estos efectos se describe un accidente de estas características ocurrido en una refinería de la ciudad de Texas en el año 1978:

El 30 de mayo de 1978, ocurrió un accidente grave en una refinería de la ciudad de Texas, Estados Unidos. Probablemente, el sobrellenado de una esfera de almacenamiento (la nº 409) de isobutano motivó la ruptura de la esfera y generó la fuga y emisión parcial de su contenido. El isobutano generó una nube de vapor inflamable que explosionó debido a un punto de ignición desconocido seguido de un incendio flash y un incendio del charco que se formó. Aproximadamente un minuto después, el incendio del charco generó una explosión tipo BLEVE en la esfera 409 generando una bola de fuego y la emisión de proyectiles. Como consecuencia de esto, una de las válvulas de alivio de la esfera llegó hasta aproximadamente 120 metros de distancia y alcanzó una unidad de concentración de gas, concretamente un intercambiador de calor que resultó destruido. Aproximadamente 20 minutos después, una segunda esfera (la Nº 407) falló debido a un sobrecalentamiento por efecto del incendio en sus proximidades y generó una segunda BLEVE. Se produjo una bola de fuego y numerosos proyectiles. Debido a estos proyectiles, una unidad de alquilación resultó gravemente dañada y se generó en ella otro incendio. La cascada de sucesos produjo 7 personas fallecidas y 10 heridas. Las pérdidas materiales superaron los 100 millones de dólares.

Este accidente se representa esquematizado en la figura siguiente:



EJEMPLO DE UN EFECTO DOMINÓ

Accidente en la refinería de Ciudad de Texas.

El análisis del accidente permite identificar cuatro efectos dominó diferentes. En el primer efecto dominó, las instalaciones primaria y secundaria son la misma (esfera 409) y el efecto es temporal, con un ligero retraso con respecto al suceso inicial.

En el segundo efecto dominó, la instalación primaria es también la esfera 409 y la instalación secundaria es la unidad de concentración de gas (efecto dominó espacial debido a la explosión BLEVE y los proyectiles).

En el tercer efecto dominó, la instalación primaria es la esfera 409 (incendio del charco) y la instalación secundaria es la esfera 407 situada en las proximidades de aquélla. Este efecto se puede considerar como temporal con un retraso medio.

Finalmente, en el cuarto efecto dominó, la instalación primaria es la esfera 407 y la secundaria la unidad de alquilación. Se puede considerar un efecto dominó espacial debido al BLEVE y a los proyectiles.

Este ejemplo ilustra la complejidad del efecto dominó. Podemos deducir que muchos tipos de instalaciones pueden resultar afectadas por este efecto, pueden ser de diferente naturaleza y trasladar los daños a diferentes distancias. Obviamente, han ocurrido accidentes graves que no han derivado en efectos dominó (Bhopal, Seveso, Flixbourough, etc.), sin embargo, hay que tener en cuenta que en los últimos 50 años se han referenciado más de 40 casos de efecto dominó, lo que nos obliga a analizarlo concienzudamente.

Clasificación del efecto dominó.

Como se ha mencionado anteriormente, desde 1944 hasta 1994, se han referenciado 41 accidentes en los que se ha comprobado la existencia de este efecto. El 65% de ellos se han producido en los últimos 20 años.

El análisis de estos accidentes permite clasificar el efecto dominó de la manera siguiente:

- El tipo de instalaciones primarias y secundarias afectadas.
- La naturaleza de los efectos físicos primarios y secundarios que se han producido.

Tipos de instalaciones.

Se han identificado 7 tipos principales de instalaciones más afectadas por el efecto dominó: tanques de almacenamiento bajo presión, tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados, equipos de proceso, redes de tuberías, pequeños establecimientos, áreas de almacenamientos de productos sólidos y áreas de carga y descarga. Estos dos últimos tipos no se han incluido en el análisis por la escasez de datos.

En la tabla siguiente se muestra la frecuencia relativa de ocurrencia de accidentes primarios y secundarios en estos tipos de instalaciones.

	Instalaciones primarias	Instalaciones secundarias
Tanques de almacenamiento presurizados	30 %	33 %
Tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados	28 %	46 %
Equipos de proceso	30 %	12 %
Redes de tuberías	12 %	–
Pequeños establecimientos	–	9 %

Naturaleza de los efectos primarios y secundarios.

Los principales efectos que se pueden generar en accidentes primarios y secundarios asociados a este tipo de fenómenos e instalaciones se presentan en la tabla. Hay que remarcar que un accidente puede generar más de un efecto secundario.

Tabla 65. Naturaleza de los efectos físicos en accidentes graves con efecto dominó.

ACCIDENTE PRIMARIO		ACCIDENTE SECUNDARIO	
EFECTO	Ocurrencia relativa del fenómeno físico	EFECTO	Ocurrencia relativa del fenómeno físico
Mecánico (35%)	VCE (47%) Proyectiles (53%)	Mecánico (37%)	VCE (59%) Proyectiles (50%)
Térmico (77%)	Incendio de charco (24%) Boilover (12%) BLEVE (31%)	Térmico (93%)	Incendio de charco (17%) Boilover (13%) BLEVE (25%)

	Dardo de fuego (10%) Incendio flash (14%) Incendio (9%)		Dardo de fuego (–) Incendio flash (–) Incendio (44%)
		Tóxico (10%)	

ANÁLISIS DE INTERACCIONES DE RIESGO DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS; CON INSTALACIONES CERCANAS (EFECTO DOMINÓ).

En la siguiente tabla se muestran los valores establecidos por la Directiva Seveso II juntos con otros de diferentes autores, tanto para radiación térmica como para sobrepresión.

Las diferencias entre los valores se deben a la variabilidad de las características de los equipos y a la ambigüedad del concepto "daño", factores que complican la definición de unos valores "estándar".

Tabla 66. Criterios utilizados para evaluar los alcances del efecto dominó.

VARIABLE	VALORES DE LA DIRECTIVA DE SEVESO II	OTROS AUTORES		
Radiación térmica	8 kw/m^2	Latha, Gautam&taghavan: 12.6 kw/m^2 para edificios **37.8 kw/m^2 para equipos de proceso**		
		Autores	Equipos atmosféricos	Equipos presurizados
Sobrepresión	160 mbar (2.32 psi)	Petitt, Schumacher & Seeley	140	350
		Cremer &Wamer	140	350
		Botteberghs& Ale	100	300
		Brasie Simpson	203	550
Fragmentos	Alcance máximo de los proyectiles	Complicados de determinar Los proyectiles pueden llegar a distancias de más de un kilómetro, dependiendo de las características del accidente.		

Fuente: Valores Umbral para efecto dominó. Extracto de COZZANI.

Los valores establecidos en esta tabla se tomaron como referencia para calcular los radios de afectación por radiación térmica o sobrepresión al emplear el programa SCRI FUEGO 2.2.

En la memoria de cálculos de las modelaciones se muestran los resultados de las modelaciones y los radios de afectación para efectos de establecer los alcances de consecuencias para un efecto dominó.

El plan de respuesta ambiental se deberá considerar como parte del programa para la prevención de accidentes que se deriva del presente ERA.

Efectos sobre el Área de influencia Ambiental (radio de 1000 metros).

En el entendido que el **Área de influencia (radio de 1000 metros)** está definido como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales), de la región.

Elementos relevantes del Área de influencia (radio de 1000 metros) en el área de influencia del proyecto.

Uno de los objetivos del estudio es precisamente conocer los probables riesgos en las instalaciones proyectadas y los factores internos y externos que podrían generarlos, con la finalidad de establecer si los procedimientos, equipos y de seguridad diseñados serán suficientes para prevenir y/o enfrentar las emergencias que deriven, de igual forma se analiza el programa de mantenimiento y medidas de respuesta a emergencias, de tal manera que, para el presente caso no se identificaron probabilidades de interacción de eventos riesgosos con el exterior y si dentro de las propias instalaciones en proyecto.

La cuantificación de los principales eventos de riesgo identificados, ha generado escenarios que nos indican las distancias a las cuales se tendrían consecuencias de gran magnitud, por la radiación emitida o energía liberada en el caso de un incendio y/o explosión.

Referente a interacciones con otras actividades en la zona de influencia ambiental del proyecto, no existen otras instalaciones o actividades que representen un escenario de riesgo combinado (efecto dómino), dada la distancia de consecuencias para efecto dominó (137.13 metros del evento 3 o "BLEVE).

Se ha evaluado también la probabilidad de que un evento de naturaleza externa, tal como puede ser un sismo o fenómeno meteorológico pueda interactuar de manera que genere a su vez un riesgo en las instalaciones **sin que exista tal posibilidad**.

RESUMEN DE POTENCIALES INTERACCIONES DE RIESGO.

La cuantificación de los principales eventos de riesgo identificados, ha generado escenarios que nos indican las distancias a las cuales se tendrían consecuencias de gran magnitud por la radiación emitida o energía liberada en el caso de un incendio y/o explosión.

En los diagramas de pétalos se identifican las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, con probabilidad de que existan interacciones de riesgo solamente para el caso de ocurrencia del evento prácticamente improbable (evento 3), por bola de fuego que pudieran ocasionar consecuencias **hacia el ambiente, los bienes de terceros y empleados de instalaciones de servicios y comercios fuera de la planta, pero no interacciones de riesgo**.

Colindancias. De acuerdo a la visita de campo realizada por personal el equipo evaluador, el escenario actual en los alrededores y zona de influencia para consecuencias de acuerdo a la evaluación de riesgos presenta las siguientes características:

- *Uso de suelo.* El terreno modificado para el proyecto se ubica en la UGA número 232 DES-URB; con política de aprovechamiento sustentable. Se refiere a las superficies de los Planes Directores

de Desarrollo Urbano. Se rigen por su normatividad. Son de competencia del Municipio correspondiente; mientras que; según lo establecido en el PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE LA ZONA METROPOLITANA: "SALTILLO-RAMOS ARIZPE-ARTEAGA", COAHUILA. (PDUZM), el terreno se ubica en una zona con Política de crecimiento y aptitud urbana apta; dentro del Área Urbanizable y uso de suelo para Industria, incluye la pesada y la ligera. Mientras que Según lo establecido en el PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO ARTEAGA, COAHUILA 2005-2027; el uso de suelo del terreno en su zonificación primaria y secundaria es para **Corredor Urbano Comercio y Servicios (CU-3)** y *Comercio y Servicios*: **Corredor Urbano Habitacional; respectivamente,** siendo compatible para las actividades proyectadas.

Entorno de la planta en un radio de 1,000 metros donde podría existir interacción de riesgo.

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA RESPECTO A LA PLANTA (METROS)	ORIENTACIÓN
PLANTA DE GAS SONI	430	SURESTE

Los efectos en el resto de las instalaciones, dentro de los radios de consecuencias, se han descrito en la tabla 33.

Núcleos Poblacionales.

En la zona fuera del radio de los 1000 metros entorno a la planta proyectada, se localizan asentamientos humanos siendo una sección de la colonia Jardines de los Bosques, perteneciente al municipio de Saltillo, las más próxima a unos 2300 metros en dirección poniente.

Los elementos del medio natural y socioeconómico, ya fueron descritos para la zona donde se ubicará la planta; para sintetizar los aspectos del escenario, baste mencionar que se trata de una zona de actividades mixtas al noroeste, donde existen no existen asentamientos humanos en un radio de más de 2000 m, respecto a las instalaciones proyectadas.

Así se reconoce que el medio abiótico no representa elementos vulnerables por las actividades, no existen asentamientos urbanos vulnerables, pero instalaciones comerciales y de servicios y bienes de terceros si presentan vulnerabilidad para el caso del evento de riesgo critico probable; mientras que los componentes bióticos dentro de un radio de 1000 metros, están representados por vegetación secundaria herbácea y arbustiva de pastizal, vegetación inducida de ornato, así como matorral); mientras que la fauna silvestre es escasa debido al tipo de hábitat predominante y es común encontrar aves por el tipo de desplazamiento.

Las interacciones de riesgo probables como se ha señalado anteriormente, solo son posibles entre instalaciones de la propia planta.

Sin embargo, la empresa deberá adoptar medidas de seguridad que llevarán a la reducción de riesgos entre las que se incluyen las siguientes:

1.- Se recomienda efectuar el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA); una vez que inicien operaciones.

2.- Se recomienda tener comunicación con las instituciones de emergencia de la capital de Coahuila (Saltillo), en caso de cualquier contingencia que pudiese ocurrir.

3.- Se debe tener un constante monitoreo del equipo en cuanto a mantenimiento, a través de bitácoras que registren el mantenimiento realizado a equipos de seguridad (válvulas, tuberías, extintores, etc.), para que todo el equipo se encuentre en óptimas condiciones.

4.- Realizar inspecciones y auditorias de seguridad.

5.- Realizar pruebas de espesor de placa para el de almacenamiento de manera periódica (cada 5 años, cuando es por primera vez, y posteriormente cada 10 años).

6.- Realizar simulacros de eventos por fuga de gas L.P. e incendios.

7.- Proporcionar capacitación permanente para personal de nuevo ingreso y actualización para personal de planta cuando tenga más de 5 años de antigüedad.

Por lo que respecta a la vulnerabilidad del ecosistema actual en las colindancias del terreno modificado que se ha designado para la planta proyectada, y la magnitud de los daños ambientales que pueden presentarse por un evento no deseado, se realizó un análisis de vulnerabilidad, en base a los efectos de un accidente por un evento inesperado, descritos a través de la metodología HAZOP, de donde se obtuvieron los escenarios de mayor riesgo: radiación térmica, sobre los componentes ambientales más relevantes.

Para la estimación de las consecuencias y la magnitud de los daños que pudieran actuar sobre personas, el ambiente o sobre edificios o equipos; además del método cuantitativo utilizado, mediante el uso del programa SCRI FUEGO 2.2, se utilizó también un método semicuantitativo, que da la vulnerabilidad del entorno como un "Factor de vulnerabilidad".

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD USANDO EL MÉTODO DE VULNERABILIDAD DEL ENTORNO.

Se trata de un método semicuantitativo basado en índices globales, derivados de situaciones como el tipo del entorno, frente a los accidentes más graves y en las condiciones meteorológicas peores que pueden darse en la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., proyectada.

El factor de vulnerabilidad FV se establece mediante el llenado de un cuestionario que involucra factores de vulnerabilidad y se le asigna valores conforme al siguiente criterio:

Escala	Nulo	Ligero	Medio	Grave
Valor	0	5	7	10

Preguntas	No (Valor)	Si (Valor)	Observación
A. ¿Existe riesgo de contaminación de aguas destinadas al consumo humano o agrícola?	0	-	No se requiere agua para procesos solo de servicios.
B. ¿Existe riesgo de que un vertido afecte a áreas recreativas, de producción, pesquera o de interés ecológico?	0	-	No, la actividad de manejo de gas L.P., no lo involucra. En las colindancias de la planta no existen el tipo de áreas indicadas en este apartado.
C. ¿Existe concentración de población mayor de 10,000 personas en un área de 1 Km. de radio?	0	-	No existe.
D. ¿Existe densidad de población mayor de 3,000 habitantes por Km^2 en un área de 2 Km. de radio?	0	-	No, ya que los asentamientos humanos más cercanos son viviendas de la colonia Jardines de los Bosques, donde la densidad es de menos de 1000 Habitantes/Km^2 (MarketDataMéxico; estimaciones.)
E. ¿Existen instalaciones afectadas a distancia menor a 1 Km?	0	-	No existen áreas afectadas o deterioradas cercanas al sitio donde se ubicará la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.
F. ¿Existen los servicios públicos que se indican a continuación?			
-Concentraciones de población de alto riesgo (hospitales, escuelas, residencias) a distancia menor a 2 Km.	0	5	No existen.
-Puntos de concentración transitoria de población (estadios deportivos, terminales de autobuses, estaciones de ferrocarril, centros comerciales de gran superficie) a distancia menor a 2 Km.	0	-	Este tipo de instalaciones no existen en el radio de 2 kilómetros.
G. ¿Existen áreas protegidas de patrimonio público a distancias menores a 2 Km?	0	-	NO, la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. se ubicará fuera de asentamientos o áreas protegidas.
H. ¿Hay sistemas de carreteras y vías de transporte (carreteras con gran volumen de tráfico o líneas férreas) a una distancia menor a 500 metros?	-	5	Si, la carretera que dará acceso a la misma entrando por la construcción abandonada de una estación de carburación es el punto lateral del Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila.
I. ¿Hay un aeropuerto a distancia menor a 5 Km?	0	-	No, el aeropuerto internacional de Ramos Arizpe, Coahuila se ubica a más de 7.5 km al norte.
J. ¿Se trata de una zona crítica por motivos políticos-sociales?	0	-	NO, la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. se localiza en una zona con uso de suelo urbano, se tiene compatibilidad para las actividades que se realizarán.
K. ¿Se trata de una zona de clasificación sísmica?	0	-	Según lo establecido en el Diagnostico de Riesgos de CENAPRED (2001) el municipio se ubica en una zona clasificada como A, es decir de bajo riesgo sísmico, donde la presencia de sismos es casi nula.
L. ¿Se trata de una zona inundable?	0	-	NO, la planta se ubicará en una zona con bajo riesgo de inundación (Atlas de Riesgo)

$i = L$

$FV = \sum_{} P_i$

$I = a$

Siendo Pi la puntuación resultante para el factor i.

La clasificación de entornos según su factor de vulnerabilidad se obtiene de la siguiente tabla:

Rango	Tipo de entorno
FV< 10	Entorno poco vulnerable
10<=FV=<30	Entorno medianamente vulnerable
FV=>30	Entorno muy vulnerable

CONCLUSIÓN.

De acuerdo a Las características del entorno en que se ubicará la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.: **Se corrobora que el entorno es poco vulnerable**.

VI. DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES Y/O ALARP, (*AS LOW AS REASONABLY PRACTICABLE*, TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE FACTIBLE)

VI.1. MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

Con base en los puntos anteriores y de acuerdo al análisis y evaluación de riesgo previamente realizado, se determinó que el evento máximo catastrófico, el cual determina las zonas totales de afectación, involucra la explosión BLEVE del tanque de almacenamiento, la cual generaría graves consecuencias, fundamentalmente por radiación térmica.

La radiación térmica que genera la bola de fuego formada y el posible impacto de trozos de recipiente proyectados en la explosión, potencialmente puede provocar daños en las instalaciones proyectadas y edificaciones con necesidad de paro prolongado de actividades, los efectos alcanzarían áreas laborales con personal lesionado y con quemaduras de diferente magnitud (primero y segundo grado), al existir un solo tanque de almacenamiento, el efecto dominó no sería posible.

Por ello es de vital importancia prevenir cualquier posibilidad de que se presente un evento causante de una BLEVE, por lo que las medidas de prevención en la planta irán encaminadas a evitar las condiciones determinantes que permiten la BLEVE; tales medidas se pueden englobar en los siguientes objetivos:

- Evitar cualquier probabilidad de que se presenten presiones excesivas en el tanque.
- Evitar cualquier probabilidad de que se presenten temperaturas excesivas en el área de manejo de gas (tanque, tuberías, conexiones, equipamiento).
- Prevención de roturas en las paredes del tanque (mediante pruebas de espesor).

Las medidas preventivas, se implementaron (ya forman parte de las medidas adoptadas por la empresa en sus operaciones), para minimizar la probabilidad de que se presente un evento indeseado, éstas se determinaron desde el diseño y construcción de la planta. Dichas medidas son detalladas en el punto VI.1.

Por su parte el tanque de almacenamiento, contará con los siguientes elementos básicos de seguridad:

a) Medidor rotatorio de nivel.

b) Medidor magnético de nivel de líquido roscado.

c) Termómetro -50 a +50 °C.

d) Manómetro 0 a 21 Kg/cm^2.

e) Válvulas de máximo llenado al 90 y 86.25%.

f) Válvulas de no retroceso.

g) Válvula de exceso de flujo para gas líquido.

h) Válvula de exceso de flujo para gas vapor.

i) Válvulas Multiport bridadas.

j) Conexión soldada para tierra.

k) Tubo de desfogue con capuchón.

l) Rociadores de agua contra incendios.

m) Aditamentos múltiples. Se tendrán dos aditamentos múltiples en el recipiente, estos aditamentos son de conexión bridada marca Rego modelo 8574G, de 102 mm (4") de diámetro, se alojan cuatro válvulas de alivio de presión por cada aditamento múltiple.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES Y TEMPERATURAS EXCESIVAS.

a) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

b) Mantenimiento en válvulas de seguridad.

c) Evitar cualquier material que pueda incendiarse en área de almacenamiento.

d) Revisión, mantenimiento y realización de pruebas en el sistema de aspersión al tanque y en general de la red de combate de incendios, mediante la realización de simulacros anuales.

e) Control riguroso del nivel de abasto máximo al 90% de la capacidad del tanque de almacenamiento.

f) Supervisar las maniobras de abasto desde las tomas de abasto de semirremolques hacia el tanque de almacenamiento.

g) Mantenimiento y revisión de la hermeticidad del sistema en operación para detectar válvulas, empaques, orificios en tubería, etc.

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

- Actualización del Programa de mantenimiento preventivo a equipo y accesorios, dentro de los cuales se contempla un *"Programa Calendarizado de Revisión de Espesores de Tuberías y Mangueras Especiales".*
- Pruebas de Ultrasonido al tanque de almacenamiento. (Una vez que lo requiera), para determinar si es apto para seguir operando.

DIAGNÓSTICO DE SEGURIDAD.

Esta revisión se implementará a partir del año 2022, con la finalidad de conocer el estado de las instalaciones, equipos, procedimientos de manejo de gas y de seguridad, recursos materiales y humanos orientados a la prevención y atención de accidentes y demás referentes a su sistema integral de seguridad.

Los resultados del diagnóstico permitirán añadir las medidas correctivas adicionales y necesarias para revertir, minimizar y prevenir aquellas situaciones que pueden llevar a la materialización de un evento de riesgo para las instalaciones y sus operaciones y que fueron identificadas en el presente estudio. En su caso, se podrán compensar posibles deterioros en los factores del ambiente que surgen por las actividades (ejemplo: el manejo de residuos).

Es importante mencionar que la empresa complementa las acciones de prevención de riesgos y control de emergencias mediante la capacitación del personal laboral, quienes participarán en el programa interno de atención de emergencias, que se incluirá dentro del Programa Preventivo de Accidentes necesario para la empresa. Dentro del mencionado PPA, se mantendrá contacto permanente con las dependencias correspondientes como Protección Civil, Bomberos, Cruz Roja, etc., para recibir apoyo en caso de emergencias dentro de la planta, lo que permitirá reducir la probabilidad de que alguna contingencia en la planta de almacenamiento pueda representar un riesgo hacia el entorno, los bienes o las personas en las inmediaciones o en la propia planta.

VI.2. RECOMENDACIONES TÉCNICO–OPERATIVAS.

Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.

La experiencia en el tipo de instalaciones donde se maneja el gas L.P., muestra que no es frecuente tener accidentes de gran magnitud, sin embargo, este estudio presenta los resultados esperados, como consecuencia de eventos que impliquen una fuga del combustible en las zonas de trasiego (tomas de recepción, tomas de suministro para autotanques y toma de carburación de auto abasto, así como llenaderas en andén de cilindros portátiles).

Cabe mencionar que algunos eventos fueron sobrestimados (evento 3), y se considera de mínima probabilidad de ocurrir, aun así, se tomaron en cuenta con la finalidad de tener una visión objetiva del alcance y así definir las medidas de prevención, adicionales y adecuadas, para prevenir riesgos.

Derivado de la identificación y jerarquización de riesgos en la instalación y de las simulaciones de los posibles eventos, se presentan las recomendaciones técnico-operativas, con la finalidad de eliminar o disminuir el grado de probabilidad de ocurrencia de alguno de los eventos anteriormente señalados:

- ✓ Previo a la entrada en operación, asegurar la capacitación del personal con respecto a la atención de emergencias durante el manejo de gas L.P., sus características y del manejo del equipo del que se compone la instalación, además de los peligros asociados con el combustible.
- ✓ Asegurar que las actividades de mantenimiento, revisión y pruebas sean llevadas correcta y consistentemente, siguiendo los procedimientos establecidos por la empresa.
- ✓ Investigación de accidentes/incidentes ocurridos durante el manejo de este combustible dentro de la instalación o instalaciones similares.
- ✓ Inspección de tuberías, equipos y accesorios de manera cotidiana.
- ✓ Revisión y actualización de las condiciones y procedimientos de operación de la instalación con la finalidad de identificar posibles desviaciones.
- ✓ Verificar con el cumplimiento al programa de mantenimiento de unidades de carga (semirremolques), que abastecen el gas.
- ✓ Cumplir con estrictamente con la normatividad mexicana vigente.
- ✓ Inspección y toma de datos de las condiciones del semirremolque-tanque (nivel, temperatura, presión, etc.) a su llegada.
- ✓ Lista de verificación de condiciones de equipo y accesorios del remolque-tanque antes de la descarga.
- ✓ Cumplir con programa de mantenimiento preventivo y correctivo a todos los sistemas que conforman la planta de almacenamiento.
- ✓ Revisar la efectividad del sistema de tierras.
- ✓ Continuar con la comunicación con protección civil de la región.
- ✓ Cumplir con programa de simulacros.
- ✓ Supervisión de la aplicación de los procedimientos operativos de carga y descarga.
- ✓ Verificación y mantenimiento de sistemas contra incendio y de respuesta a emergencia.
- ✓ Mantenimiento de la señalización preventiva y restrictiva alusiva al riesgo.
- ✓ Supervisión del uso de equipo de uniformes que eviten la generación de chispas.

VI.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

Las plantas de gas L.P., con almacenamiento fijo se construyen en base a las normas aplicables para un manejo seguro del combustible, cuidando que operen técnicamente bajo supervisión y normatividad de la Secretaría de Energía, a nivel federal, y bajo la supervisión de los subcomités de prevención y verificación; así como de las instancias de niveles estatales y municipales, y bajo los lineamientos, en cuanto a su ubicación, de los Planes o Programas de Desarrollo Urbano u Ordenamiento Territorial, en aquellos municipios en que existen.

Asimismo, se verifica el cumplimiento ambiental de las disposiciones relacionadas con el riesgo ambiental por parte de la ASEA, que en algunos casos coinciden también con las que exige la Secretaría del Trabajo para áreas laborales.

Para minimizar riesgos, tanto por las actividades implicadas en el trasiego del gas; las condiciones de instalaciones; como por actividades inseguras del personal laboral; la empresa impartirá capacitación continua al personal de la planta, además de contar con programas de mantenimiento de equipos. Así mismo se tendrán manuales de procedimiento por escrito de cada actividad que se desempeñará en las operaciones futuras de la planta y se exigirá contar con la constancia de cursos de actualización en materia de uso y manejo de gas L.P., y práctica y manejo de equipos y procedimientos para el combate contra incendios y uso de extintores mangueras e hidrantes.

De manera periódica y como procedimiento seguro de operación, se realizarán pruebas de hermeticidad al tanque de almacenamiento (el cual de inicio será nuevo), y sus accesorios de seguridad y operatividad tanto al cuerpo y uniones, válvulas, tuberías, etc., para asegurar su funcionamiento correcto y evitar posibles contingencias.

Para garantizar que el personal conozca las acciones que tendría que realizar en caso de contingencia y como desempeñar su trabajo de manera segura, en la planta se contará con los siguientes planes de emergencia y manuales de seguridad:

EN GENERAL SE EL PROGRAMA PREVENTIVO DE ACCIDENTES, INCLUIRÁ LO SIGUIENTE:

- Plan de Respuesta de Emergencia.
- Brigadas de Unidad de Respuesta de Emergencia.
- Personal básico de Brigadas.
- Programas de capacitación y formación de brigadas.
- Eventos y escenarios tomados en cuenta en la administración de seguridad de las actividades.
- Identificación y localización de las áreas y rutas de evacuación.
- Procedimiento para el manejo, control y conclusión de emergencias (incendios, fugas, explosión).
- Procedimiento de comunicación y respuesta a emergencias
- Procedimiento de respuesta a emergencias por inundación.
- Plan de respuesta a emergencias para huracanes
- Plan de contingencia ambiental
- Sistema de alertamiento ante emergencia y evacuación.

Manuales de mantenimiento.

1. Puntos críticos en la inspección de una planta de gas de gas L.P.
2. Programa anual de mantenimiento preventivo para la red de manejo de gas LP; tanque de

almacenamiento y área de trasiego y de mangueras y ductos, así como para todos los sistemas de seguridad con que se contará para atención de posibles emergencias.

3. Manual de mantenimiento de una planta de gas de gas LP.
4. Puntos críticos para revisión de semirremolques.

Manuales de supervisión.

5. Manual de supervisión para plantas de almacenamiento y distribución de gas L.P.
6. Manual de supervisión de semirremolque, autotanques, pick-up de reparto y andén de llenado.

Específicamente para el control y combate de contingencias se contará con lo siguiente:

Manuales para prevención y combate a emergencias.

7. Manual para la prevención y atención a siniestros ocasionados por el manejo en unidades de carga de más de 10 toneladas que transportan gas L.P., en cumplimiento con lo que dicta la norma NOM-007-SESH-2010.
8. Conformación de la brigada de ataque contra incendios para la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.
9. Reglamento de actuación en caso de emergencia,
10. ¿Qué hacer antes, durante y después de una contingencia?
11. Plan de emergencias de la unidad interna a conformar.
12. Como prevenir accidentes en autotanque.
13. Manual para atacar una fuga de gas en autotanque.

De igual manera se contará equipo de protección personal tipo trajes de bomberos. De la misma manera se realizarán pruebas no destructivas en el tanque de almacenamiento, para verificar su resistencia a la presión y cambio de pintura a los 10 años y operar o según se necesite, para evitar oxidación y corrosión.

Así mismo se contará en el tanque de almacenamiento y áreas relacionadas con:

1. Filtros para evitar que las impurezas que el gas contiene lleguen a la bomba y le causen daño.
2. Válvula de paso que controla el paso del líquido o vapor en uno u otro sentido.
3. Válvula de seguridad que salvaguarda el exceso de presión interior debido al sobrellenado o a un excesivo calentamiento de algún tanque por la acción del fuego.
4. Válvulas de exceso de flujo, que permiten el paso de un fluido sólo en una cantidad determinada, cuando por cualquier motivo se exceda ese flujo, la válvula cierra automáticamente.
5. Válvula de no retroceso, que permite el flujo de líquido sólo en una dirección.
6. Válvula de relevo de presión (by-pass), cuya función consiste en retornar al tanque el exceso de líquido para evitar desajustes en válvulas, forzamiento de la bomba o presurización de líneas.

7. Válvula de cierre rápido que permite o impide el paso de líquidos.
8. Soportería y abrazadera, que permiten mantener la tubería fija, evitando vibraciones que la dañen, ocasionando desgaste y fugas.
9. Fusibles de ruptura, que protegerán las instalaciones, tanque, estructuras y equipo eléctrico al presentarse una sobrecarga.
10. Tierra estática, para descargar la energía generada por la fricción del líquido contra las paredes del tanque, así como por la fricción del viento contra las paredes del tanque.
11. Protecciones, para evitar daños a válvulas, mangueras, tuberías, soportes, bombas, etc. por el posible paso de vehículos; está protección es de aproximadamente 40 cm de alto y de concreto.
12. Mecanismo Multiport, que contiene en su unidad las válvulas de seguridad del tanque de almacenamiento y su función consiste en llenar c/u de los orificios que alojan dichas válvulas, para poder realizar reparaciones, reposiciones, limpieza o lubricación de las mismas.
13. Sistema de pararrayos, que protegerá las instalaciones, equipo y al edificio, contra descargas eléctricas. Éstos se encontrarán distribuidos en toda el área da la planta.
14. Protecciones de madera, lo cual amortigua el golpe que el vehículo ocasiona al estacionarse para cargar.
15. Letreros preventivos, tienen por objeto orientar y prevenir tanto al personal que laborará en la planta como a visitantes sobre riesgos y cuidados que se deben de obtener dentro de la planta.

SISTEMA GENERAL DE CONEXIONES A TIERRA.

El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además, el sistema de tierras cumple el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

Los equipos que será necesario conectar a tierra son: el tanque de almacenamiento, bombas, ductos e instalaciones del andén de llenado de cilindros portátiles, tuberías, transformador y tablero eléctrico, compresor e instalaciones del dispensario, toma de recepción y de tomas de suministro.

DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD.

Descripción de los componentes del sistema.

Los elementos del sistema se han descrito ya en el apartado II.1.5. PROYECTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO, de igual manera se integra en la memoria técnica constructiva de la planta de gas misma que se incluye en la sección de anexos del presente ERA; y describe los siguientes apartados:

a) Sistema contra incendio a base de agua por aspersión.

b) Sistema de seguridad por medio de extintores.

c) Extintor de carretilla.

d) Red de distribución.

e) Toma siamesa.

f) Accesorios de protección.

g) Sistema de Alarmas.

h) Sistema de paro de emergencia

i) Comunicaciones.

j) Manejo de agua a presión.

k) Entrenamiento de personal.

l) Equipos de protección personal (Equipo de seguridad, herramientas y ropa de los operarios).

m) Rótulos descriptivos de los procedimientos que deben seguir las operaciones para el suministro de gas L.P. a las unidades de reparto; tomas de suministro a autotanques, procedimientos en anden de llenado de cilindros portátiles y trasiego hacia las líneas de tubería que va al recipiente de almacenamiento desde las tomas de recepción (abasto mediante semirremolques).

n) Bitácoras.

o) Supervisión, vigilancia y mantenimiento.

El personal que laborará en la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. recibió un curso de inducción y entrenamiento, que abarcó los siguientes temas:

1 Posibilidades y limitaciones del sistema.
2 Aplicación del Programa Preventivo de Accidentes.
3 Uso de manuales.

i) Acciones a ejecutar en caso de siniestro.

- Interpretación de las alarmas.
- Uso de accesorios de protección.
- Uso de los medios de comunicación.
- Evacuación de personal y desalojo de vehículos.
- Cierre de válvulas estratégicas de gas.
- Corte de electricidad.
- Uso de extintores.
- Operación automática del rociado al tanque.
- Operación manual del rociado al tanque.
- Ahorro de agua.

j) Mantenimiento general:

Puntos que se revisan:

- Acciones de mantenimiento diversas (ver programa de mantenimiento), y su periodicidad.
- Mantenimiento preventivo a equipos y sistema de abasto de agua.
- Mantenimiento correctivo.

k) Prohibiciones.

- Se prohíbe el uso de fuego en la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.

Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego, se les prohíbe 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 y toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas para atmósferas de gas inflamable.

PROTECCIÓN PERSONAL PARA COMBATE DE INCENDIOS.

Para protección del personal que pertenece a la brigada de combate de incendios, se tendrán hasta 4 trajes de acercamiento al fuego (trajes tipo de bombero), que consisten cada uno de:

1 casco de fibra de vidrio con protección facial de policarbonato de 4" y nuquera de tela nómex.

1 chaquetón de tela nómex con forro, cuello protector y broches de cierre rápido.

1 pantalón de tela nómex con forro, cubierta de neopreno y tirantes.

1 Par de guantes de bombero de tela nómex, con forro y una cubierta de neopreno.

1 Par de botas para bombero de 40 cm de altura, con suela antiderrapante.

k) Rótulos de prevención y pintura.

- Pintura de tanque de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento estará pintado 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 total en litros de agua, así como la razón social de la empresa y número económico.

- Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías.

Los postes de concreto que constituyen la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la planta, estarán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

Todas las tuberías se estarán pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de blanco las conductoras de gas líquido, blanco con franjas verdes las que retornan gas líquido al recipiente de almacenamiento, amarillo las que conducen gas vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua contra incendio, azul las de aire o gas inerte y blanco los tubos

de desfogue. Se contará con señalamientos para la ruta de evacuación y en el recinto de la planta de distribución, se tendrán fijados letreros o pictogramas como se indica en el apartado I.2.5.1.

Se contará con letreros que indican los procedimientos de maniobras de trasiego en el área del tanque de almacenamiento, área de toma de recepción (para abastecer al tanque s a través de las líneas de tubería); las áreas de suministro para autotanques y de carburación auto abasto; así como al andén de llenado de cilindros portátiles.

Como ya se describió en secciones anteriores, en esta planta de gas de gas L.P. no se generan subproductos, ni se tendrá un proceso de transformación. En cuanto a las normas de seguridad para el manejo de gas L.P., se siguen todas aquellas que son aplicables de acuerdo a las diversas legislaciones vigentes, incluidas las emitidas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social; las derivadas de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley de la ASEA, sus Reglamentos y Normas ambientales; toda la normatividad aplicable a gas emitida por la Secretaría de Energía; lo aplicable de las normas de la CRE, etc.; y las disposiciones de la Ley Estatal de Protección Civil.

VI.4 MEDIDAS PREVENTIVAS ADICIONALES.

Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona potencialmente afectada en caso de accidente.

La eficiencia en la operación de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., propiedad de Gas Express Nieto, S.A. de C.V., en el municipio de Arteaga, Coahuila, es el resultado de factores que se conjugan para ofrecer un servicio eficiente, seguro, con los menores riesgos ambientales y cubriendo la normatividad aplicable al tipo de actividades relacionadas con el manejo de una sustancia combustible de alto riesgo, por los volúmenes que se manejarán.

La experiencia es fundamental, también lo es, el disponer de medidas de prevención para reducir la ocurrencia de eventos peligrosos, que puedan representar una posibilidad de afectar las propias instalaciones, el ambiente laboral, los bienes de terceros o el ambiente circundante a las instalaciones.

Como se ha señalado en el punto anterior, la planta cuenta con un sistema de seguridad enfocado a la prevención y atención de emergencias ambientales potenciales, las cuales fueron identificadas mediante las metodologías empleadas en el presente estudio.

Con el afán de proponer objetivamente medidas de prevención adicionales a las ya existentes, y señaladas con anterioridad; nos abocaremos a señalar las adicionales en orden de importancia, tomando como base los riesgos identificados y las áreas involucradas:

1. Una vez elaborado el presente estudio, difundirlo entre el personal con injerencia y participación en el plan de atención de emergencias, en el nivel interno y externo.

2. EQUIPO, OBRAS Y/O ACTIVIDADES ADICIONALES.

- Pruebas a los 5 años de iniciar operaciones, en secciones de tubería que pueden haber sufrido desgaste con el trascurso del tiempo.
- Actualización del directorio completo del personal de la instalación.
- Adquirir un detector de ambientes explosivos para la instalación.
- Supervisión permanente de las operaciones de trasiego de gas dentro de la planta.
- Revisar el programa de mantenimiento para cruzar información y detectar requerimientos de sustitución de piezas o instrumental de seguridad (válvulas, empaques, mangueras, etc.)
- Documentar los resultados de realización de simulacros.
- Continuar con la impartición de capacitación al personal con injerencia en el plan de atención de emergencias de nivel interno y externo.

3. ACCESORIOS DE PROTECCIÓN.

Se contará con trajes de bomberos.

4. PROCEDIMIENTOS ESPECIALES DE COMBATE DE INCENDIO.

a) Fuga a la atmósfera de gas licuado, sin incendio:

Esta es una condición potencialmente grave, ya que el gas licuado al ponerse en contacto con la atmósfera se vaporiza de inmediato, se mezcla rápidamente con el aire ambiente y produce nubes de vapores con gran potencial para explotar al encontrar una fuente de ignición. La recomendación para evitar este supuesto escenario es:

- Asegurar a que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones y equipos de manejo de gas se encuentren en óptimas condiciones (mantenimiento permanente).
- Tener disponibilidad de agua contra incendio en la cisterna asegurándose mediante inspección diaria.
- Activar el plan de atención de emergencias en el nivel interno y si el evento escapa a las posibilidades de atención con el personal de la planta, solicitar el apoyo de instituciones de atención de emergencias del nivel externo.
- Que cada integrante del Plan de emergencias realice su función establecida previamente.

b) Fuga a la atmósfera de gas licuado, con incendio (ignición directa):

- El procedimiento consiste en no intentar apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que, si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo.

Pero deberá enfriar con agua rociada tanto al tanque con el sistema de aspersores como los equipos o instalaciones afectadas por el calor del incendio.

- Activar el plan de atención de emergencias en el nivel interno y si el evento escapa a las posibilidades de atención con el personal de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., solicitar el apoyo de instituciones de atención de emergencias del nivel externo.
- Que cada integrante del Plan de emergencias realice su función establecida previamente.

5. PRECAUCIONES A SER TOMADAS EN CUENTA PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO.

Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio y/o explosión.

El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas), son las fuentes de ignición más comunes. Por lo tanto, los empleados, o proveedores deberán mantenerse fuera del área de almacenamiento y los operarios de unidades de transporte apagar sus unidades cuando se estacionen en el interior de la planta de gas a abastecerse del combustible para distribución, ya sea en pickup para reparto de cilindros o autotanques para abasto a instalaciones comerciales, de servicios e industriales; de igual manera el operario del semirremolque para abasto del gas deberá apagar su unidad y seguir los procedimientos de descarga previamente establecidos y visibles en el cobertizo de las tomas de recepción.

En espacios confinados, las fugas de gas L.P. se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivas, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo, el sentido del olfato se perturba a tal grado, que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire = 1). Por tal razón las áreas de la planta de gas son espacios abiertos para permitir la dispersión del gas.

Al respecto tenemos que, de conformidad con la norma NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, se ha determinado el grado de riesgo de incendio conforme al APÉNDICE A, Tabla A1, y considerando el inventario de gases inflamables, en litros (en fase líquida) mayor de 3,000, obtenemos que el grado de riesgo para la actividad es alto. Dentro de los requerimientos para las áreas con grado de riesgo de incendio alto, se cumplen las siguientes (entre otros):

- Los materiales son resistentes al fuego.
- Se restringe el acceso a toda persona no autorizada.
- Se han colocado en lugares visibles señales que indiquen las prohibiciones, acciones de mando, precauciones y la información necesaria para prevenir riesgos de incendio en la entrada e interior.

6. EXTINTORES EN LAS ÁREAS DEL CENTRO DE TRABAJO, se cumple con este apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- a) Contar con extintores conforme a la clase de fuego que se pueda presentar (Véanse la Guía de Referencia VII, Extintores contra Incendio y la Guía de Referencia VIII Agentes Extintores);
- c) Colocar al menos un extintor por cada 200 metros cuadrados de superficie o fracción, si el grado de riesgo es alto (se cumple con una red de extintores instalada);
- Que las puertas consideradas como salidas de emergencia estén libres de obstáculos, candados, picaportes o cerraduras con seguros puestos durante las horas laborales, que impidan su utilización en casos de emergencia.
- Como se ha señalado, se dispondrá de un programa específico de seguridad para la prevención, protección y combate de incendios (PPA).
- Se proporcionará capacitación continua a los participantes del programa de atención de emergencias contenido en el PPA.
- Se contará con detectores de fuego en áreas administrativas y explosímetro para asegurar la ausencia de fugas en las instalaciones de manejo de gas.

7. MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

Control de la contaminación por descarga de aguas residuales.

En condiciones normales, la operación de la planta, no requiere del uso de agua para usos en su actividad de trasiego del gas (solo en caso de incendios se usaría de la cisterna de la red, eventualmente), debido a que el proceso se limita a la recepción, almacenamiento y transvase de gas L.P., por lo que la única fuente de generación de agua residual es la resultante de los servicios sanitarios de las actividades administrativas, de logística y mantenimiento, la cual se descargará a la fosa séptica, que se localizará en el lindero, por fuera del área operativa de la planta, de donde éstos residuos sanitarios serán retirados por una empresa externa especializada, que al efecto se contratará, la cual se encargará del vaciado de la fosa y del manejo adecuado a dichos residuos.

Mejora del control de emisiones.

Durante la operación normal de la planta, no existen fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tendrán liberaciones de gas L.P. casi imperceptibles al desconectar las

mangueras del área de muelle de llenado de cilindros portátiles, recepción y suministro de autotanques; estas insignificantes emisiones no son constantes ni considerables, ya que se contará con sistemas de seguridad (válvulas de corte) altamente eficientes, y además, al encontrarse en área abierta existe suficiente ventilación, asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un efecto ambiental grave ni constituyen un riesgo para el ambiente, las instalaciones o propiedades de terceros o la salud de la población.

Gestión de residuos.

En el caso de generación de **residuos peligrosos**, derivados de las actividades de mantenimiento y reparación de vehículos, (aceite gastado, filtros automotrices impregnados de aceite y material impregnado con aceite gastado (telas, estopas, aserrín, etc.)), la empresa se apega a la normatividad en cuanto al uso, manejo y disposición final de residuos peligrosos.

La legislación a la que se apega la empresa es la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 8 DE OCTUBRE DE 2003); y su Reglamento (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006), LEY PARA LA PREVENCION Y GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS PARA EL ESTADO DE COAHUILA Y SU REGLAMENTO. Así como las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-161-SEMARNAT-2011 y NOM-001-ASEA-2019.

Los residuos no peligrosos que se generarán en las instalaciones serán de tipo doméstico y de manejo especial, y son resultado de la limpieza de instalaciones, de las actividades de consumo de los trabajadores y de las oficinas, así como del mantenimiento general de áreas y a vehículos de reparto; los residuos de manejo especial serán manejados de conformidad con lo que establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento y demás regulaciones aplicables.

Debido a que la citada Ley establece la obligatoriedad de darle manejo adecuado a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, los residuos de manejo especial a ser generados durante las obras en el terreno modificado, serán reutilizados para el relleno de las áreas de construcción y/o adecuación de la plataforma de manejo del gas; sin que se supere las 8 toneladas.

Cabe mencionar al respecto que los residuos sólidos urbanos serán generados en pequeñas cantidades, éstos serán residuos orgánicos e inorgánicos tales como botellas, empaques, envases, bolsas, papel y cartón, etc., desechados por los propios empleados y obreros, los que serán clasificados y almacenados temporalmente en contenedores separados por tipo, hasta su recolección y traslado al basurero municipal. Durante las actividades a desarrollar podrán generar residuos de este tipo, en tal caso se cumpliría con la legislación aplicable en la materia). De esta manera se dará cumplimiento a lo establecido en esta Ley, respecto de los residuos sólidos urbanos.

ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PROYECTADAS DE LA NUEVA PLANTA DE GAS L.P.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en su artículo 5 establece las siguientes definiciones:

XXIX. Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; **los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias,** y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

Mientras que en su artículo 7, señala:

Son facultades de la Federación:

II. Expedir reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas para regular el manejo integral de los **residuos peligrosos**, su clasificación, prevenir la contaminación de sitios o llevar a cabo su remediación cuando ello ocurra;

IV. Expedir las normas oficiales mexicanas relativas al desempeño ambiental que deberá prevalecer en el manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;

VI. La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas;

VIII. Verificar el cumplimiento de la normatividad en las materias de su competencia e imponer las medidas correctivas, de seguridad y sanciones que en su caso correspondan;

Mientras que en sus artículos 9 y 10 establece la competencia relativa a la regulación de los residuos de manejo especial y los residuos sólidos urbanos para los estados y municipios respectivamente.

De tal manera que en concordancia con las definiciones que establece la Ley en su artículo 5; las obras y actividades proyectadas generarán residuos en cada etapa, los cuales en atención a su clasificación y competencia serán los siguientes:

Residuos sólidos urbanos. Durante la preparación del sitio se generarán por las actividades de limpieza del terreno y deshierbe y por las actividades de empleados y obreros, consistirán básicamente de residuos de alimentos (orgánicos), y envases de plástico vacíos, al igual que papel de servicios sanitarios; de igual manera durante la construcción; para la etapa de actividades de trasiego de gas (operación y mantenimiento), se generarán por actividades de oficinas, sanitarios, limpieza o barrido de áreas y consumo de alimentos. Competerá al municipio su regulación y la empresa Gas Express Nieto cumplirá con su manejo y disposición en sitios autorizados por el ayuntamiento.

Residuos de manejo especial. Se generarán por las actividades constructivas de la etapa y consistirán en sobrantes de materiales de construcción, clavos, concreto, asfalto, etc.; ya en la operación y mantenimiento se generarán de las actividades administrativas y logística consistente en pilas gastadas, baterías de lámparas, lámparas y cartuchos gastados de impresoras; de igual manera de las actividades en taller se generarán estos residuos además de llantas de cambio (en su caso); Competerá al estado su regulación y la empresa Gas Express Nieto cumplirá con su manejo y disposición a través de empresas autorizadas para ello.

Residuos Peligrosos. Durante las actividades (operación y mantenimiento), la empresa generará residuos peligrosos consistentes en aceites lubricantes gastados y materiales impregnados con aceites usados, botes de pintura vacíos y solventes usados para limpieza de aceite, la empresa contará con un almacén de residuos peligrosos y cumplirá en cuanto al manejo con la legislación y lo que establece esta Ley, debiendo registrarse como empresa generadora de residuos peligrosos (microgenerador);

Artículo 15.- La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos. La subclasificación de los residuos deberá atender a la necesidad de:

I. Proporcionar a los generadores o a quienes manejan o disponen finalmente de los residuos, indicaciones acerca del estado físico y propiedades o características inherentes, que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente;

II. Dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos, y la posibilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud, al ambiente o a los bienes, en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición que de éste se derive. Para tal efecto, se considerará la presencia en los residuos, de sustancias

peligrosas o agentes infecciosos que puedan ser liberados durante su manejo y disposición final, así como la vulnerabilidad de los seres humanos o de los ecosistemas que puedan verse expuestos a ellos;

III. Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de residuos, los distintos materiales que constituyen los residuos y los aspectos relacionados con los mercados de los materiales reciclables o reciclados, entre otros, para orientar a los responsables del manejo integral de residuos, e

IV. Identificar las fuentes generadoras de los residuos cuya disposición final pueda provocar salinización e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.

Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

RELACIÓN CON EL PROYECTO Y CUMPLIMIENTO:

Debe aclararse que en el mantenimiento de la maquinaria, equipos y camiones a utilizar durante la etapa de construcción; generará aceites lubricantes usados, filtros, telas y otros materiales impregnados con aceite lubricante usado, sin embargo, el mantenimiento de tales unidades estará a cargo del prestador de servicios que realice esos trabajos y se realizará fuera de las instalaciones, por lo que será el mismo prestador quien se haga cargo de estos residuos, tal como lo señala el artículo 41 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

De igual manera; en el apartado de análisis normativo se establece un análisis con la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ASEA-2019, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y su relación con el proyecto.

El artículo 19 de la LGPGIR establece diez categorías definidas de RME y la NOM-161-SEMARNAT-2011, en su anexo normativo presenta un listado de los RME sujetos a Plan de Manejo.

Al respecto; se revisó, la NOM-161-SEMARNAT-2011.

NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

3. Campo de aplicación.

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para:

3.1 Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial.

3.2 Los grandes generadores de Residuos Sólidos Urbanos.

6. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial.

Para que las Entidades Federativas soliciten la clasificación de manejo especial para uno o varios residuos, se deberá cumplir con el criterio establecido en el 6.1 o 6.2, pero invariablemente deberá cumplirse con el criterio establecido en el 6.3.

6.1 Que se generen en cualquier actividad relacionada con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios, y que no reúnan características domiciliarias o no posean alguna de las características de peligrosidad en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005,

6.2 Que sea un Residuo Sólido Urbano generado por un gran generador en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.

6.3 Que sea un residuo, incluido en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos de una o más Entidades Federativas, o en un Estudio Técnico-Económico.

Durante las obras y actividades de la planta de almacenamiento para distribución en sus distintas etapas no se contempla la generación de más de 10 toneladas de residuos sólidos urbanos por año, por lo tanto, no le es aplicable esta NOM, según se establece en el apartado de campo de aplicación; pero se reitera que el manejo de los residuos tipo sólido urbano serán almacenados en contenedores metálicos y dispuestos en el basurero autorizado por la autoridad municipal (ya que resultarán de oficinas, servicios y baños).

A partir de la entrada en vigor de la NOM-001-ASEA-2019 a los 60 días posteriores a su publicación (DOF:16/04/2019). Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial del sector hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los planes de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial del sector hidrocarburos.

En su apartado 2 establece.

2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia aplica en el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los grandes generadores de Residuos Peligrosos y Residuos de Manejo Especial provenientes de las actividades del Sector Hidrocarburos a las que se refiere el artículo 3o., fracción XI, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

4. DEFINICIONES.

4.1. Gran Generador de Residuos del Sector Hidrocarburos: Persona física o moral que genere, derivado de actividades del Sector Hidrocarburos, una cantidad igual o mayor a 10 (diez) toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

4.8. Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos: Son aquellos generados en los procesos, instalaciones y servicios derivados de la realización de las actividades del Sector Hidrocarburos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos conforme a la legislación aplicable; así como, aquellos residuos sólidos urbanos generados en las actividades del Sector Hidrocarburos cuando su generación sea igual o mayor a 10 toneladas al año.

Se reconocen las actividades de distribución de gas mediante planta de distribución como del Sector Hidrocarburos de acuerdo con lo establecido en el artículo 3o., fracción XI, de la Ley de la ASEA. (d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo). Sin embargo; durante las obras y actividades en la planta de almacenamiento para distribución en sus distintas etapas; no se contempla la generación de más de 10 toneladas de residuos sólidos urbanos por año, por lo tanto, no le es aplicable esta NOM, según se establece en el apartado de campo de aplicación.

5. CRITERIOS PARA CLASIFICAR A LOS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL DEL SECTOR HIDROCARBUROS.

Para que un residuo sea clasificado como de manejo especial debe cumplir con alguno de los criterios establecidos en los numerales 5.1 o 5.2.

5.1. Que se generen en cualquier actividad del Sector Hidrocarburos establecidas en el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, y que no reúnan características domiciliarias o no posean alguna de las características de peligrosidad en términos de lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

5.2. Que sea un Residuo Sólido Urbano generado en cualquier actividad del Sector Hidrocarburos en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.

Durante las actividades de administración y servicios (oficinas, caja, contabilidad, logística, servicios en baños y limpieza de áreas), se generarán residuos sólidos, pero reúnen características domiciliarias ya que no se relacionan con el manejo del gas o no están impregnados con hidrocarburos); de igual manera no se generan al año más de 10 toneladas de residuos sólido,

En consecuencia, para la planta de gas en evaluación no aplican estos criterios ya que en el primero de ellos (5.1), es claro ya que, si reúnen características domiciliarias, tal como se ha señalado; sin que se generen por las operaciones de almacenamiento y manejo del gas, acorde con la definición establecida en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

En el segundo supuesto, al no generarse en cantidad de 10 toneladas por año; no es aplicable.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30/11/06), última reforma DOF: 31/10/2014.

Artículo 1.- El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En la última reforma al reglamento se indica:

La Secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en el presente ordenamiento, incluidas las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, **por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades de dicho sector** y, cuando se trate de actividades distintas a dicho sector, la Secretaría ejercerá la atribuciones correspondientes a través de las unidades administrativas que defina su reglamento interior.

Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas que refiere el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y

b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y

III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.

Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 36.- Las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar las características de peligrosidad de un residuo, considerarán no sólo los métodos y pruebas derivados de la evidencia científica y técnica, sino el conocimiento empírico que el generador tenga de sus propios residuos, en este caso el generador lo manifestará dentro del plan de manejo.

Artículo 37.- La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.

Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 38.- Aquellos materiales en unidades de almacenamiento de materia prima, intermedias y de producto terminado, así como las de proceso productivo, que son susceptibles de considerarse residuo peligroso, no se caracterizarán mientras permanezcan en ellas.

Cuando estos materiales no sean reintegrados a su proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados y se considerará que el residuo peligroso ha sido generado y se encuentra sujeto a regulación.

Artículo 41.- Las muestras y estudios para evaluar tratamientos se encuentran exceptuados de la caracterización de residuos peligrosos cuando se cumplan los requisitos de etiquetado y empaque.

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.

Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:

a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;

b) Nombre del representante legal, en su caso;

c) Fecha de inicio de operaciones;

d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;

e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;

f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y

g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.

RELACIÓN CON EL PROYECTO:

De conformidad con las definiciones que establece la Ley en su artículo 5; las obras y actividades proyectadas generarán residuos en cada etapa, los cuales en atención a su clasificación y competencia serán los siguientes:

Residuos sólidos urbanos. Durante la preparación del sitio se generarán por las actividades de limpieza del terreno y deshierbe y por las actividades de empleados y obreros, consistirán básicamente de residuos de alimentos (orgánicos), y envases de plástico vacíos, al igual que papel de servicios

sanitarios; de igual manera durante la construcción; para la etapa de actividades de trasiego de gas (operación y mantenimiento), se generarán por actividades de oficinas, sanitarios, limpieza o barrido de áreas y consumo de alimentos. Competerá al municipio su regulación y la empresa Gas Express Nieto cumplirá con su manejo y disposición en sitios autorizados por el ayuntamiento.

Residuos de manejo especial. Se generarán por las actividades constructivas de la etapa y consistirán en sobrantes de materiales de construcción, clavos, concreto, asfalto, etc.; ya en la operación y mantenimiento se generarán de las actividades administrativas y logística consistente en pilas gastadas, baterías de lámparas, lámparas y cartuchos gastados de impresoras; de igual manera de las actividades en taller se generarán estos residuos además de llantas de cambio (en su caso); Competerá al estado su regulación y la empresa Gas Express Nieto cumplirá con su manejo y disposición a través de empresas autorizadas para ello.

Residuos Peligrosos. Durante las actividades (operación y mantenimiento), la empresa generará residuos peligrosos consistentes en aceites lubricantes gastados y materiales impregnados con aceites usados, botes de pintura vacíos y solventes usados para limpieza de aceite, la empresa contará con un almacén de residuos peligrosos y cumplirá en cuanto al manejo con la legislación y lo que establece esta Ley, debiendo registrarse como empresa generadora de residuos peligrosos (microgenerador);

VI.5. RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES GENERADAS DURANTE LA OPERACIÓN (ACTIVIDADES).

VI.5.1. Caracterización.

Debido al tipo de actividades, los residuos que se generarán en la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. serán de los siguientes tipos:

- Residuos sólidos tipo urbano.
- Residuos peligrosos.
- Descarga de aguas sanitarias.
- Emisiones fugitivas de gas durante la desconexión, apenas perceptibles y ventilables por estar en zona abierta.

Para los primeros, estos no se considerarán de manejo especial debido a los volúmenes que se generarán por año NO sobrepasan las 10 toneladas por año (NOM-001-ASEA-2019).

Residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos se generarán durante las actividades de administración, de los servicios (sanitarios), y por consumo de alimentos por parte de los empleados (envases vacíos, plástico, PET, papel, latas de aluminio, etc.); su recolección corresponde al área de

mantenimiento y su composición es variada. Para efectos prácticos se han clasificado atendiendo a su composición.

Tabla 67. Residuos a ser generados durante la etapa de preparación del operación-mantenimiento.

GENERACIÓN DE RESIDUOS (mensuales)				
TIPO DE RESIDUO	CLASIFICACIÓN	VOLUMEN (M3)/mes	PESO (KG)	OTRO
Sólidos	Tierra, botes de plástico, restos de comida, sacos vacíos de cartón, papel.		200	Serán dispuestos temporalmente en contenedores plásticos y finalmente en el basurero municipal
Peligrosos	Aceites lubricantes gastados, filtros automotrices, tela y materiales impregnados con aceites gastados.		20	Temporalmente almacenados en almacén de la planta y dispuestos a través de empresas autorizadas
Residuos de manejo especial	Baterías níquel cadmio, cartuchos de tinta vacíos, botes que contuvieron pintura libre de plomo.		3	Serán dispuestos temporalmente en tambos metálicos y la disposición a través de empresas autorizadas.
Emisiones a la atmósfera	Ver tabla 19.			
Aguas Residuales	Aguas negras de sanitarios	15 m^3		Se dispondrán a través de la red de drenaje, fosa séptica y pozo de absorción.

La identificación, volumen y disposición de los residuos a generar en cada etapa contemplada y las emisiones contaminantes al aire estimadas se has descrito ya en el apartado II.2.5.2 de este ERA.

VI.5.2. Factibilidad de reciclaje o tratamiento de los residuos.

Algunos residuos sólidos inorgánicos son susceptibles de reciclarse, sin que se disponga de tecnología o instalaciones proyectadas dentro de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. para realizar esta actividad, enviándose con empresas externas de la localidad que realizan acopio de ciertos materiales. El resto de los residuos sólidos no peligrosos que no pueden ser aprovechados, solo son recolectados por particulares dedicados a la actividad, para ser dispuestos en el sitio especialmente designado por la autoridad local.

VI.5.3. Disposición de los residuos.

Tal como se ha explicado los residuos sólidos tipo urbano, que no son susceptibles de reciclaje, se envían al sitio destinado por la autoridad municipal, donde se dispondrán bajo lo establecido por el H. Ayuntamiento de Arteaga, Coahuila.

VI.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El presente estudio pretende entre otros objetivos, proporcionar un panorama de las condiciones de riesgo que se esperan para esta nueva planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., así como los posibles riesgos y/o consecuencias implícitos; que sus actividades ocasionarían en el ambiente, los bienes instalaciones; empleados, obreros y el medio interior o exterior que la rodea, para lo cual se utilizaron diversos métodos cualitativos y cuantitativos, esto con el fin de identificar y proporcionar una respuesta inmediata ante algún evento indeseado. La experiencia muestra que no es frecuente tener accidentes de gran magnitud, sin embargo, el estudio cubre los riesgos más inesperados y poco probables; ya que no existe el riesgo cero o nulo.

El diseño de la instalación se realizó en apego a los lineamentos que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones seguras en su operación vigente. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de octubre del 2014 por la Secretaría de Energía).

La instalación no representa características de inminente riesgo ambiental (una vez que entre en operación por tratarse de equipos e instalaciones nuevas), adicionalmente, porque se manejará el gas L.P. a las condiciones óptimas de operación; el almacenamiento del combustible se realiza en el tanque a un promedio del 90% de la capacidad de diseño, es decir (225,000 litros o 121,500 kilos, considerando una densidad de 0.54 kilogramos por litro). Derivado de lo anterior, la operación de la planta de gas se considera como una actividad altamente riesgosa (cantidad de reporte 50,000 kg, de acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992).

Como resultado, se tiene que los riesgos identificados son característicos de este sector, adicionalmente, este tipo de instalaciones son inspeccionadas periódicamente por diversas dependencias, tanto federales, como a nivel estatal (ASEA, SENER y Protección Civil), mediante visitas de verificación e incluso deben ser dictaminadas por las Unidades de Verificación, acreditadas por la EMA y aprobadas por la Secretaría de Energía (SENER).

De acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar las metodologías de identificación y jerarquización de riesgos (análisis preliminar de riesgos, listas de verificación, HAZOP, árbol de sucesos técnica de capas de protección o LOPA; SIL y matriz de jerarquización), los escenarios de riesgo de esta planta generaron resultados que se califican como de riesgo administrable, debido a que **para el caso de los eventos más probables**; en ningún caso las consecuencias se consideran catastróficas para el personal laboral, asentamientos o viviendas dispersas en un radio de 1000

metros en el entorno, las instalaciones, o el ambiente, debido a la ubicación de la empresa, fuera del límite de la traza urbana central de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila.

El factor que reduce la vulnerabilidad del entorno es precisamente la ubicación de la planta de gas, alejada de núcleos poblacionales; donde los asentamientos humanos más cercanos son viviendas de la colonia Jardines de los Bosques; distantes a más de 2000 metros en dirección poniente; donde a nivel municipal la densidad es de menos de 1000 Habitantes/Km² (MarketDataMéxico, estimaciones.), existen de igual manera instalaciones de servicios y comercios, los que se encuentran fuera de un radio de 1000 metros; mientras que las actividades agrícolas son aisladas y fuera del entorno de las futuras instalaciones, lo que determina una baja vulnerabilidad para efectos sobre las personas, el ambiente, las actividades o bienes de terceros.

En relación a los eventos de riesgo identificados y modelados a través del programa SCRI FUEGO 2.2, los resultados para los diversos eventos muestran las consecuencias y las distancias a las que se suscitarían estos percances, existiendo en los alrededores de la planta de gas, instalaciones de riesgo como lo es una planta de gas ubicada en dirección sureste a unos 430 metros de distancia; se trata de otras instalaciones y actividades que NO resultarían afectadas en caso de presentarse una contingencia de las más probables, identificadas en el análisis de riesgos. Las actividades inherentes al manejo del gas en las instalaciones, con todas las medidas de seguridad que dicta la normatividad vigente, se vuelven manejables, por lo que se insiste en que el nivel de riesgo presente es administrable, manteniendo los mismos controles de seguridad y procedimientos actuales.

Durante la modelación de eventos, algunos están sobrestimados y son poco probable que se presenten, pero para efectos del presente estudio, se toman los sucesos que puedan provocar una contingencia mayor, para poder así predecir los posibles escenarios de afectación; así como evaluar si las medidas de prevención y atención de emergencias con que contará la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. serán adecuadas. De acuerdo con la simulación de eventos críticos bajo condiciones extremas, no se encontró justificación para recomendar establecer una zona de protección más alejada que los límites de propiedad, o extrema, a las actualmente establecidas.

Por lo anterior, no se tiene duda de que la empresa contará con instalaciones adecuadas y seguras para la futura operación de la planta bajo análisis en materia de riesgo ambiental, misma que se ubicará en Arteaga, Coahuila.

VII. RESUMEN EJECUTIVO.

El presente estudio de identificación y evaluación de riesgos (análisis), elaborado para conocer los peligros o riesgos por las actividades futuras de manejo de gas; tienen como finalidad cualificar y cuantificar esos riesgos y prever en su caso; otras medidas preventivas necesarias en las actividades de operación y mantenimiento para esta planta de gas que se ha proyectado en la zona de actividades de servicios, comerciales y microindustria ubicada hacia el punto lateral del Km. 3+000, del Libramiento José López Portillo, al Noroeste de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila, promovida por Gas Express Nieto, S.A. de C.V.; de tal manera que se minimicen los riesgos potenciales y en su caso se disponga de medidas de respuesta a emergencia adicionales a las proyectadas; a fin de privilegiar el medio natural, civil, propiedades y la infraestructura fuera y dentro de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.

La zona donde se ubicará la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., presenta usos de suelo para desarrollo urbano, comercial, de servicios e industrial, compatibles para la actividad pretendida de acuerdo al oficio de uso de suelo expedido a la empresa.

En la zona de influencia para consecuencias por riesgo (radios de afectación), dentro de un radio 1000 metros, no se ubican asentamientos humanos, si existen instalaciones de alto riesgo siendo una planta de gas que se ubica en dirección sureste a 430 metros de distancia de la planta proyectada.

Derivado del análisis de consecuencias que ocasionaría la potencial ocurrencia de alguno de los eventos evaluados y simulados mediante el programa SCRI FUEGO 2.2; los resultados indica que no existe riesgo de que ocurran interacciones de riesgo **(consecuencias en caso de los eventos más probables)**; incluso tampoco existe el riesgo de interacciones para el caso de ocurrencia del evento considerado de mínima probabilidad (simulado mediante con número 3); ya que la distancia de consecuencias para ese evento no alcanzarían esas instalaciones en los niveles de radiación para ocasionar tal interacción de riesgo.

Las actividades de la planta contribuirán con el abasto del gas en la región del Estado de Coahuila.

Las actividades de manejo de gas dentro de la planta se consideran para efectos de potencialidad de riesgos **como de riesgo administrable**, en concordancia con la experiencia del

personal laboral, la distribución de instalaciones y los procedimientos de manejo del combustible, dentro de una planta proyectada, incluyendo el mantenimiento y supervisión permanente.

El diseño de las obras para el proyecto de la nueva planta y su equipamiento, así como fue diseñado; observando y aplicando diferentes normas y códigos de diseño, de construcción y de pruebas; asimismo, se aplicarán las medidas de seguridad normadas y adicionales y se mantendrán funcionales los sistemas y dispositivos para prevenir riesgos.

De acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar las metodologías de identificación y jerarquización de riesgos (HAZOP, y matriz de jerarquización), los escenarios de riesgo en las instalaciones y el entorno; infieren resultados que se califican como de riesgo aceptable, debido a que en ningún caso las consecuencias en caso de suscitarse uno de los eventos más probables no se consideran catastróficas para el personal, las instalaciones o el ambiente, debido a la ubicación de la empresa, las medidas de seguridad y baja vulnerabilidad del entorno.

Atendiendo cuestiones prácticas, uno de los objetivos del estudio es precisamente conocer los probables riesgos en las instalaciones proyectadas y los factores internos y externos que podrían generarlos, con la finalidad de prever medidas adicionales de seguridad (en el presente caso no se requieren), el adecuado mantenimiento y medidas de respuesta a emergencias.

Es necesario reiterar que algunos de los eventos están sobrestimados y son poco probables que sucedan, pero para efectos del presente estudio, se toman los sucesos que puedan provocar una contingencia mayor, para poder así predecir los posibles escenarios de afectación, así como las medidas de mitigación con las que debe contar la empresa.

Para la identificación y evaluación de los posibles riesgos, se utilizaron diferentes métodos entre los cuales se desarrollaron los siguientes:

- Identificación y jerarquización de riesgos, indicando los posibles orígenes de accidentes potenciales.
- Identificación de sucesos iniciadores no deseados, que pueden llevar a la materialización de un peligro.
- Identificación de peligros y evaluación de riesgos por métodos de evaluación semicuantitativa y cualitativa.

- Con lo anterior se definieron los eventos máximos probables y los más adversos para las áreas de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P.
- Posterior a esto, se realizó la evaluación del riesgo con cálculos de los eventos propuestos, por medio del modelo SCRI FUEGO 2.2.
- Se proporciona una tabla con resultados de los radios de afectación en las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento.

Una vez que se percibe el escenario anterior referente a los riesgos potenciales que pueden acontecer durante las actividades futuras en la planta bajo análisis de riesgos y dado que los componentes ambientales, como lo es el ecosistema antrópico de predominancia de servicios en el entorno de las instalaciones; así como debido a que los asentamientos humanos de baja densidad se ubican fuera de la zona de consecuencias, para el caso del hipotético evento más catastrófico, identificado en el estudio (evento BLEVE), de mínima probabilidad e incluso fuera de la zona considerada de amortiguamiento a 1000 metros; considerando esa baja vulnerabilidad existente y debido a que las consecuencias sobre las instalaciones comerciales, de servicios en el radio de los 1000 metros, no resultarían afectadas en caso de ocurrencia de los **evento más probables (1 y 2),** que se originará en la planta; adicional a lo anterior, se tiene que la zona donde se ubicará la planta en particular; es de baja susceptibilidad al desarrollo de fenómenos naturales o sociales que pudiesen considerarse factor de peligros para las actividades en las instalaciones. Por lo anterior, no hay posibilidad de interacción con otras instalaciones en la zona para el caso de los eventos más probables.

VII.1. RECOMENDACIONES FINALES. **Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación o proyecto, para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados**.

Las recomendaciones adicionales sugeridas para adoptarse por parte del personal responsable de las operaciones en la planta y encargados de mantenimiento, así como personal administrativo y empleados en general que laboren en la planta, son las siguientes:

a) Evitar la acumulación de basura y todo material combustible dentro de las áreas consideradas como de actividades. Es necesario orden y limpieza en las diversas zonas, tal como lo establece el Reglamento **Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo** (DOF-13-NOV-2018).

b) Se deberá verificar de manera anual los valores de conductividad de las tierras físicas, de acuerdo a la NOM-022-STPS-2015, para confirmar que todos los equipos de trasiego del gas y tanque de almacenamiento se encuentre debidamente aterrizados.

c) Supervisar que se respeten los límites de velocidad máxima a la que deben circular los vehículos en el interior de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. (10 Km/h).

d) Supervisar que se coloquen siempre las calzas y aterrizaje al autotanque cuando estén descargando.

e) Verificación y mantenimiento de sistemas y dispositivos contra incendio y de respuesta a emergencia. NOM-002-STPS-2010.

f) Se deberá continuar con la capacitación al personal que forma parte de brigadas respecto de combate a incendios, primeros auxilios, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como la NOM-002-STPS-2010. Asimismo, continuar con la capacitación del personal en temas alusivos a las propiedades y cuidados y peligros asociados con el manejo de gas L.P., así como en el manejo del equipo del que se compone la instalación.

g) Evitar conexiones eléctricas improvisadas. Lo anterior para cumplir con el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.

h) Revisar las bitácoras de mantenimiento para detectar oportunamente el tiempo de sustitución de equipos, piezas o instrumentos de seguridad.

i) Realizar el Programa para la Prevención de Accidentes y difundirlo entre el personal involucrado en el plan de emergencias.

j) Verificar la aplicación de procedimientos y programas para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).

k) Establecer un programa de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de calibración de la instrumentación y elementos de control (sistemas contra incendio, válvulas de seguridad, disparo y alarma, etc.).

l) Verificar la disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.

m) Documentar el cumplimiento de las medidas preventivas y recomendaciones señaladas en el presente estudio.

n) Inspección de tuberías, equipos y accesorios de manera cotidiana.

o) Verificar las condiciones y estado de equipo y accesorios de semirremolques que abastecen el gas, antes de iniciar la descarga.

p) Supervisión de la aplicación de los procedimientos operativos de carga y descarga de gas en el interior de la planta.

q) Mantenimiento de la señalización preventiva y restrictiva alusiva al riesgo.

r) Utilizar dispositivos anti-chispa.

s) Investigación de accidentes/incidentes ocurridos durante el manejo de este combustible dentro de la instalación.

t) Continuar con la comunicación con Protección Civil de la región.

u) Cumplir con programa de simulacros.

v) Supervisión del uso de equipo de uniformes que eviten la generación de chispas.

w) Realizar la verificación de espesores del tanque de almacenamiento de gas L.P., a los 10 años posteriores al inicio de operaciones.

x) Difundir y mantener disponible para el personal, la hoja de seguridad para el gas L.P.

VII.3. Presentar el informe Técnico de Riesgo.

En la sección de anexos documentales, se incluye el Informe Técnico.

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

VIII.1. METODOLOGÍA PARA RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

1. Se solicitó información a la empresa referente al proyecto y existencia de procedimientos de manejo del gas L.P., así como la memoria técnica y los planos aprobados por Unidad de Verificación acreditada, quien diseña y avala las instalaciones, tal como se han proyectado.

2. Se acudió a las inmediaciones del terreno ya modificado, el cual como se ha reiterado, cuenta con barda de block al Norte; malla ciclónica al Sur, Este y Oeste, así como una plataforma y bases de sustentación de una antigua estación; así mismo se realizaron recorridos de a pie en las colindancias y en auto, hasta un radio de 3000 metros, verificando la información disponible acerca de las condiciones y actividades; para establecer la caracterización ambiental y socioeconómica del sitio y área de influencia del proyecto, se acudió a la oficina del Ayuntamiento y se verificó la información disponible en línea para todo el municipio e incluso del municipio de Saltillo, por su cercanía. Durante la visita se incorporó información sobre las condiciones ambientales, actividades y uso de suelo en la zona de ubicación del terreno y de aspectos relevantes de presencia de actividades en el entorno.

3. Se realizaron dos recorridos físicos en las colindancias del terreno, para observar elementos del medio natural y socioeconómico que fueran relevantes para establecer relaciones con las actividades proyectadas o en su caso analizar esas potenciales relaciones.

4. Se consultaron diversas fuentes bibliográficas para establecer la interrelación existente entre las actividades desarrolladas por la empresa y su integración con las políticas marcadas en los programas de desarrollo urbano, tanto a nivel municipal, estatal y federal; consultando a la vez, información de INEGI, SEMARNAT, CENAPRED, PROFEPA, CONAMP, CONABIO y ASEA, para incorporar o corroborar la información referente al medio socioeconómico, ambiental y de protección civil, que es fundamental para establecer el grado de vulnerabilidad del entorno a las instalaciones proyectadas, así como el grado de desarrollo e infraestructura existente en el municipio y zona de influencia por la ubicación del terreno para el proyecto.

5. Se procesó la información obtenida para incorporarla al formato preestablecido del Estudio de Riesgo Ambiental, Nivel II, ya que éste es aplicable a empresas nuevas que manejarán sustancias de alto riesgo sometidas a presiones anormales.

VIII.2. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Mediante el cotejo con los 2 listados de actividades altamente riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y 04 de mayo de 1992, y atendiendo a lo establecido en el artículo 147 de la LGEEPA, se identificó como actividad altamente riesgosa el manejo de gas L.P., siendo la única sustancia con esta clasificación en esta nueva planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. De esta manera, la secuencia técnica fue la siguiente:

I. Se realizó un análisis sobre el total de las actividades a realizar en esta nueva planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., el tipo de instalaciones, equipos, régimen de operación, cantidad de empleados, nivel de capacitación y ubicación, para determinar cuáles metodologías se aplicarían en virtud de ser idóneas al tipo de actividades.

II. Se seleccionaron dos metodologías complementarias para la identificación y jerarquización de riesgos (HAZOP, matriz de jerarquización, árbol de sucesos, etc.), con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en cada una y contar con elementos que nos indicarán posibles desviaciones.

III. Una vez que se determinaron aquellos eventos potenciales para las instalaciones, actividades y fuentes originadoras, así como el análisis de las medidas disponibles por la empresa y si son eficaces para prevenir o controlar una situación de emergencia ambiental, se procedió a realizar el análisis de consecuencias.

IV. Para el análisis de consecuencias se recurrió al uso de una metodología cuantitativa mediante el simulador SCRI FUEGO 2.2, obteniendo los potenciales radios de afectación para los eventos supuestos, ya sea agrupados (una modelación para dos posibles eventos de similar emisión), o de manera individual, con un análisis específico de los eventos más relevantes que son:

1) Evento máximo probable.

2) Evento de consecuencias críticas.

3) Evento catastrófico.

Para establecer eventos creíbles, cada caso supone que las medidas de seguridad disponibles fallasen o que la atención de una fuga no es atendida en tiempo y forma, por lo cual se establecieron cantidades de material que pudiesen emitirse, en base a una situación más apegada a la realidad.

VIII.3. CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE FUENTES DE DATOS.

Con la finalidad de incorporar datos reales sobre el medio natural y las condiciones meteorológicas de la zona donde ocurren los eventos supuestos, se consultaron fuentes bibliográficas confiables (INEGI, SIGEIA, SIATL, SIORE, CONABIO y SMN).

VIII.4. FOTOGRAFÍAS.

Se anexa una memoria fotográfica, con fotos e imágenes las cuales son, propiedad intelectual de ASAI.

VIII.5. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

El estudio se presenta en versión de Eurostile, de acuerdo con la Guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental, Nivel II. Impreso y en disco de respaldo.

DEFINICIONES.

1. **Amenaza**: Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro;

2. **Análisis de Riesgo de Proceso (ARP):** Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar metodológicamente los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún escenario de Riesgo identificado;

3. **Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH)**: Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

4. **Análisis Preliminar de Peligros**: Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;

5. **BLEVE**: ("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición;

6. **Brigada**: Una brigada es un grupo de personas debidamente organizadas y capacitadas para prevenir o controlar una emergencia.

7. **Capa de Protección**: Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación;

8. **Cierre operacional**: Desmovilización total de recursos.

9. **Efecto Dominó**: También conocido como encadenamiento de eventos, evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes (no habrá para el presente caso), tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

10. **Escenario de Riesgo**: Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias;

11. **Exposición**: Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación Peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo;

12. **Encomiables**: Relacionado con los actos o hechos humanos dignos de alabanza.

13. **Evaluación:** es la acción de estimar calcular o señalar el valor de algo. La evaluación es la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas.

14. **Evento**: Es un suceso de importancia que se encuentra programado.

15. **Frecuencia**: Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

16. **Gestión**: es la asunción y ejercicio de responsabilidades sobre un proceso, es decir, la preocupación por la disposición de los recursos y estructuras necesarias para que tenga lugar y la coordinación de sus actividades (y correspondientes interacciones).

17. **Idoneidad**: que es la característica de alguien que es idóneo, revela a alguien conveniente, apto, capaz, útil, apropiado, adecuado, que tiene ciertas condiciones para desempeñar determinados cargos o funciones o realizar determinadas obras.

18. **Incidente o evento**: Suceso de causa natural o por actividad humana que requiere la acción de personal de servicios de emergencias para proteger vidas, bienes y ambiente.

19. **Inflamable**: Que se enciende con facilidad y desprende inmediatamente llamas.

20. **Medidas de seguridad**: Son aquellas acciones, para disminuir la probabilidad de un evento adverso.

21. **Mitigación**: Toda acción que se refiere a reducir el riesgo existente.

22. **Objetivo de seguridad**: Aquel que vigila las condiciones de seguridad e implementa medidas para garantizar la seguridad de todo el personal involucrado.

23. **Organización**: Es toda aquella empresa, entidad, institución, establecimiento, actividad o persona de carácter público o privado, natural o jurídico. Quien desea implementar el Plan de Emergencia y Contingencia.

24. **Función Instrumentada de Seguridad (FIS)**: Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma;

25. **IDLH** ("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m^3), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud;

26. **Nivel de Integridad de Seguridad** (SIL, Safety Integrity Level, por sus siglas en inglés); Es el nivel discreto (uno de cuatro), para especificar los requisitos de integridad de las funciones instrumentadas de seguridad que se asignarán a los sistemas instrumentados de seguridad;

27. **Probabilidad**: Es un método por el cual se obtiene la frecuencia de un acontecimiento determinado mediante la realización de un experimento aleatorio, del que se conocen todos los resultados posibles, bajo condiciones suficientemente estables.

28. **Procedimiento operativo normalizado**: Es la base para la realización de tareas necesarias y determinantes para el control de un tipo de emergencia. Define el objetivo particular y los responsables de la ejecución de cada una de las acciones operativas en la respuesta a la Emergencia.

29. **Sitio de reunión**: Sitio seguro, definido para la llegada del personal en caso de evacuación.

30. **Recurso**: Equipamiento y persona disponibles o potencialmente disponibles para su asignación táctica.

31. **Riesgo:** El daño potencial que, sobre la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada, pueda causarse por la ocurrencia de amenazas de origen natural, socio natural o antrópico no intencional, que se extiende más allá de los espacios privados o actividades particulares de las personas y organizaciones y que por su magnitud, velocidad y contingencia hace necesario un proceso de gestión que involucre al Estado y a la sociedad.

32. **Servicios**: Son todos aquellos servicios que satisfacen las necesidades básicas de la población.

33. **SEVESO**: fue un accidente industrial que ocurrió alrededor de las 12:37, el 9 de julio de 1976, en una pequeña planta química en el municipio de SEVESO, 25 km al norte de Milán, en la región de Lombardía, en Italia. Hace 30 años y tras el grave accidente de Séveso (Italia) y otros similares, la Comunidad Económica Europea aprobó la Directiva 82/501/CEE conocida como Directiva SEVESO.

34. **Sistema de alarma**: Medio audible y/o visual que permite avisar que ocurre un evento y pone en riesgo la integridad de personas, animales o propiedades.

35. **Vulnerabilidad**: Característica propia de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza. Es un factor de riesgo interno.

36. **Riesgo Inherente**: Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;

37. **Riesgo Residual:** Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo inherente; el Riesgo residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;

38. **Riesgo Tolerable:** Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;

39. **Seguridad Funcional:** parte de la seguridad relacionada con el proceso y cada uno de los sistemas básicos del control de proceso y su funcionamiento correcto de los sistemas instrumentados de seguridad y otras Capas de Protección;

40. **Sistemas de Seguridad:** Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

41. **Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS):** Es un sistema instrumentado para implementar una o más funciones instrumentadas de cualquier combinación de sensores, controlador lógico y elementos finales de control;

42. **Simulación**. Representación de un escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas;

43. **Sustancia Explosiva**: La que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión en forma casi instantánea;

44. **Sustancia Inflamable:** Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;

45. **Sustancia Peligrosa**: Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;

46. **Sustancia Tóxica:** Aquella que puede producir alteraciones en organismos vivos, lesiones, enfermedades, al material genético o muerte;

47. **TLV (15 min, STEL):** ("Thresold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Limite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;

48. **TLV (8 h. TWA)**: ("Thresold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés).

49. **Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo**. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

50. **Vulnerabilidad**: Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este;

51. **Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo:** Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente, y

52. **Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo**: Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.

LOPA: Análisis de Capas de Protección.

SIL o NIS: Nivel Instrumentado de Seguridad

LOX: Oxígeno líquido.

PFD: Probabilidad de Falla por Demanda.

BLEVE: Explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido

IEC: Comisión Internacional Electrotécnica.

GNL: Gas Natural Licuado.

GLP: Gas Licuado de Petróleo.

PRL: Prevención de Riesgos Laborales.

PHA: Análisis Preliminar de Riesgos.

FMEA: Análisis de modo y efectos de los fallos.

ETA: Análisis de árbol de sucesos.

FTA: Análisis de árbol de fallos.

UNE: Norma Española.

IPL o CIP: Capa Independiente de Protección.

CCPS: Centro para la seguridad de procesos químicos.

ALChE: Instituto americano de ingenieros químicos de USA.

FRR: Factor de reducción de riesgo.

RBD: Diagramas de bloques de confiabilidad.

HAZOP o AFO: Análisis Funcional de Operatividad.

CCF: Falla de causa común.

QRA: Valoración cuantitativa de riesgos.

HAZID: Estudios de identificación de peligros.

SCBP o BPCS: Sistema de control básico de proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. HEBER MISAEL DÍAZ ÁLVAREZ; SALVADOR LÓPEZ CONTRERAS: DANIEL VILORIA ZAVALA, APLICACIÓN DEL MÉTODO ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN (LOPA), PARA UNA PLANTA DE PROCESOS INDUSTRIALES (TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, MÉXICO, D.F. 2013.
2. EDGAR ARROYO VÁZQUEZ; SALVADOR DANIEL MÉNDEZ GARCÍA. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO MEDIANTE EL MÉTODO (LOPA), PARA UN PROCESO DE EMBOTELLAMIENTO DE OXIGENO LÍQUIDO. (TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, UNIDAD PROFESIONAL ADOLFO LÓPEZ MATEOS, MÉXICO, D.F. 2013.
3. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. EDIT. MARCOMBO ADOLFO RODELLA LISA. BARCELONA, ESPAÑA. (1988)
4. INDUSTRIAL SAFETY AND HEALTH. IN THE AGE OF HIGHTECHNOLOGY EDIT. MCMILLAN INTERNATIONAL. DAVID L. GOETSCH FIRST EDITION. USA (1993)
5. GUÍA DE RESPUESTAS INICIALES EN CASO DE EMERGENCIA, OCASIONADAS POR MATERIALES PELIGROSOS ANIQ/SETIQ MÉXICO. (1992)
6. LA SEGURIDAD INDUSTRIAL SU ADMINISTRACIÓN GRIMALDI-SIMONDS EDITORIAL ALFAOMEGA. QUINTA EDICIÓN MÉXICO, D.F. (1991).
7. OCCUPATIONAL HEALTH. RECOGNIZING AND PREVENTING WORK - RELATED DISEASE BARRY S. LEVY, M: D: DAVID H: WEGMAN., M. D. EDITORIAL LITTLE BROWN. SEGUNDA EDICIÓN. E.U. (1988)
8. CAMEO BASE DE DATOS USA (1988)
9. FIABILIDAD Y SEGURIDAD DE PROCESOS INDUSTRIALES. EDITORIAL MARCOMBO. ANTONIO CREUS SOLE. BARCELONA, ESPAÑA. (1991).
10. ENVIROMENTAL RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT EDIT. PANAMERICACN CENTER FOR HUMAN ECOLOGY AND HEALT. LARRY W. CARTER. METEPEC, EDO. MEX. (1989)
11. CONTROL DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES. MANUAL PRÁCTICO. EDIT. ALFAOMEGA. CONTRIBUCIÓN DEL OIT AL PROGRAMA INTERNACIONAL PNUMA/OIT/OMS DE SEGURIDAD EN LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS (IPCS). MÉXICO. (1993).
12. DESIGN AND CONSTRUCTION OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG) INSTALLATIONS. API STANDARD 2510 AMERIN PETROLEUM INSTITUTE SIXT EDITION, APRIL 1989 WASHINGTON, DC.
13. GUÍA DE ACCIONES DE EMERGENCIA PARA SUSTANCIAS PELIGROSAS. ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIGIENE Y SEGURIDAD, A. C. MÉXICO, D.F. (1989).

14. MANEJO Y USO DE GAS L.P. Y NATURAL FERNANDO F. BLUMENKRON. MÉXICO. (1994).

15. ENGINEERED CONTROLS INTERNATIONAL, INC. REGO LP-GAS AND ANHYDROUS AMMONIA EQUIPMENT. CATALOGO L-500 PRINTED USA (1994).

16. MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y PETROLERAS, STROCH DE GRACIA, J. M. ED. MC-GRAW HILL, VOL. I, 1998. PAG. 88-89

17. CONTROL DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO ED. ALFAOMEGA, 1993, PAG. 123-130

18. HAZARD ASSESSMENT AND RISK ANALYSIS TECHNIQUES, IMP, 1993. PAG. (9-8)-(9-11)

19. MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y PETROLERAS J.M. STORCH DE GRACIA. PÁGS. 325-329.

20. EMERGENCIAS QUÍMICAS REPORTADAS A LA PROFEPA (Período 2000 - 2014) SEMARNAT/PROFEPA 2015

21. MODELACIÓN DE RADIOS DE AFECTACIÓN POR EXPLOSIONES EN INSTALACIONES DE GAS ELEMENTOS DE RIESGO EN LA INDUSTRIA DE GAS LP. Sistema Nacional de Protección Civil Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), SECRETARIA DE GOBERNACIÓN (2001)

22. ASAI (ASESORIA AMBIENTAL INTEGRAL), información propia al 2019.

23. http://organodegobierno.cre.gob.mx/permisosglp.aspx.

24. PERMISOS OTORGADOS EN MATERIA DE GAS LP COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA (PERMISOS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN.

25. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS, SEMARNAT-ASEA-2018.

26. MICHAEL HERRERA-GALÁN, YOENIA DUANY ALFONSO. VALIDACIÓN DE PROCESOS CON ANÁLISIS INICIAL DE CRITICIDAD APLICADO A LA OBTENCIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO POLICOSANOL (PPG). DOI: 10.15446/REV.COLOMB.BIOTE.V19N1.50002.

27. MÉTODO MATEMÁTICO PROPUESTO POR WILLIAM T. FINE TURMO SIERRA, E. EVALUACIÓN MATEMÁTICA PARA CONTROL DE RIESGOS TRADUCCIÓN DEL TRABAJO DE FINE, WILLIAM, T. MATHEMATICAL EVALUATIONS FOR CONTROLLING HAZARDS.