



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

ESTUDIO DE RIESGO

“ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

PARA EL PROYECTO:

Presentado por:

“ENERGÍA Y SERVICIOS COORDINADOS, S.A. DE C.V.”

Elaborado por:

Desarrollo Industrial Quetzal, S.A. de C.V.

Septiembre de 2020

ÍNDICE

I	ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	1
I.1	Descripción del Proceso.	1
I.1.1	Bases de diseño.....	1
I.1.2	Diseño Civil.....	8
I.1.3	Diseño Mecánico.....	24
I.1.4	DESCRIPCIÓN DE OBRA ELÉCTRICA	25
I.1.5	CRITERIOS DE DISEÑO Y MEMORIA DE CÁLCULO	26
I.1.6	Hojas de seguridad.	26
I.1.1	Almacenamiento	27
I.1.2	Equipos de Proceso y Auxiliares	29
I.1.3	SISTEMA DE COMPRESIÓN	29
I.1.4	SISTEMA DE SUMINISTRO DE GNV.....	33
I.1.5	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA	35
I.2	Operación.	38
I.2.1	PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE VEHÍCULOS	38
I.2.2	PROCEDIMIENTO PREVIO AL LLENADO.....	38
I.2.3	PROCEDIMIENTO DE LLENADO	38
I.2.4	FINALIZACIÓN DE LLENADO	39
I.3	SISTEMAS DE AISLAMIENTO.....	39
I.4	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	44
I.4.1	Antecedentes de accidentes e incidentes.	44
I.4.2	Metodologías de identificación y jerarquización.	46
I.4.3	Hazop.	48
II	DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.	62
II.1	RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.....	62
II.2	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.....	78
III	SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.....	80
III.1	RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.	80
III.2	SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	83
III.3	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	89
IV	RESUMEN.....	97
IV.1	SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	97
V	RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.....	98
V.1	PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.....	99

VI	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....	100
VI.1	FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	100
VI.1.1	Planos de localización.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Se pretende satisfacer la siguiente demanda de consumo.....	2
Tabla 2.	Distribución de áreas de la "EDS – CHALCO".....	3
Tabla 3.	Normas de Comisión Reguladora de Energía.....	4
Tabla 4.	Normas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME/ANSI).....	4
Tabla 5.	Normas de la Sociedad Americana de Materiales y Pruebas.....	4
Tabla 6.	Especificaciones Generales de Petróleos Mexicanos (PEMEX).....	5
Tabla 7.	National Fire Protection Association.....	5
Tabla 8.	Estándares y especificaciones para los materiales utilizados en la construcción del ducto.....	5
Tabla 9.	Asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías sugeridas para el índice de peligro por tormentas eléctricas.....	15
Tabla 10.	Regionalización sísmica.....	15
Tabla 11.	Población y viviendas en un radio de 500 m alrededor de la EGNV.....	23
Tabla 12.	Cantidad almacenada de gas metano.....	27
Tabla 13.	Especificaciones técnicas de los cilindros de almacenamiento de gas natural.....	27
Tabla 14.	Especificaciones del compresor.....	30
Tabla 15.	Condiciones de operación.....	36
Tabla 16.	Resumen de las tuberías.....	37
Tabla 17.	Resumen del peso y volumen de GN en almacenamiento y tuberías.....	37
Tabla 18.	Palabras guía para realizar el Hazop.....	49
Tabla 19.	Nodos empleados en el desarrollo de la metodología del HazOp con grupo multidisciplinario.....	53
Tabla 20.	Número de Probabilidad de Riesgo en matriz de riesgo 4 X 4 Consecuencia.....	54
Tabla 21.	Número de Probabilidad de Riesgo en matriz de riesgo 4 X 4 Frecuencia.....	54
Tabla 22.	Rango de Probabilidad de Riesgo en matriz de riesgo 4 X 4.....	55
Tabla 23.	Matriz de Jerarquización.....	55
Tabla 24.	Resumen de resultados por desviación de la matriz de riesgos.....	56
Tabla 25.	Resumen del Rango de Probabilidad de Riesgo en matriz de riesgo 4 X 4.....	56
Tabla 26.	Definiciones de las Categorías con base en la Probabilidad de un Evento.....	57
Tabla 27.	Tipos de estabilidad.....	63
Tabla 28.	Condiciones meteorológicas que definen la Clase.....	64
Tabla 29.	Diámetros equivalentes de la fuga (DEF).....	64

Tabla 30. Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.	66
Tabla 31. Efectos de radiación térmica según la intensidad de radiación emitida.....	66
Tabla 32. Vulnerabilidad de Materiales.....	67
Tabla 33. Efectos derivados de la sobre-presión.....	67
Tabla 34. Interacciones de riesgo.....	77
Tabla 35. Síntesis del inventario ambiental del Sistema Ambiental	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. Esquema tipo de la operación de una Estación de Gas Natural Vehicular (GNV),.....	1
Figura 3. Diagrama de flujo de la operación de la “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”	3
Figura 4. Mapa de climas del SA de la EGNV CHALCO.....	11
Figura 5. Zonas de peligro por viento en el sitio del proyecto	12
Figura 6. Rosa de vientos del municipio de Chalco	13
Figura 7. Mapa de tormentas eléctricas en el sitio del proyecto.....	14
Figura 8. Zona Sísmica del sitio del proyecto	16
Figura 9. Zonificación del Valle de México.....	17
Figura 10. Fallas y fracturas del SA de la EGNV CHALCO	19
Figura 11. Mapa de peligros volcánicos del Popocatepetl	20
Figura 12. Diagrama del sistema de almacenamiento	29
Figura 13. Diagrama del dispensario de GNV	34
Figura 14, Diagrama del Generador eléctrico	35
Figura 15. Detectores de gas de equipos IMW.....	39
Figura 16. Parada de emergencia de tablero eléctrico y control.	40
Figura 17. Procedimiento para el análisis HazOp.....	52
Figura 18. Grafica de los resultados por desviación de la matriz de riesgos.....	56
Figura 19. Diagrama de árbol de fallos.....	58
Figura 20. Plano radios de afectación Evento 1 Explosión	70
Figura 21. Plano radios de afectación Evento 2 Explosión	72
Figura 22. Plano radios de afectación Evento 2 Incendio	73
Figura 23. Plano radios de afectación Evento 3 Explosión	75
Figura 24. Plano radios de afectación Evento 3 Incendio.	76

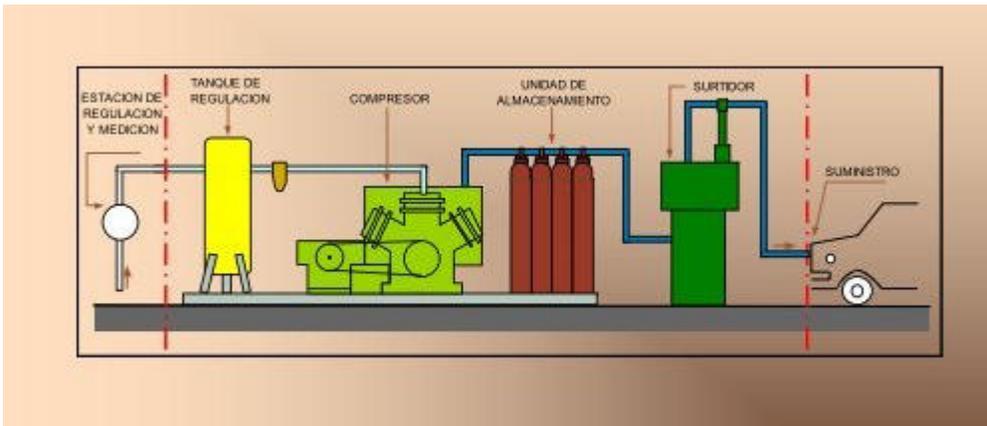
I ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

I.1 Descripción del Proceso.

La operación de la Estación de Gas Natural Vehicular (GNV), son instalaciones equipadas técnicamente para suministrar GNV a los vehículos, cumpliendo con todas las normas de seguridad establecidas por los entes gubernamentales a nivel nacional. En la operación de los equipos de estaciones se debe manejar sistemas y componentes que trabajan a presiones y voltajes elevados.

El flujo que sigue el gas antes de llegar al vehículo es el siguiente (ver siguiente figura): el gas natural es tomado de la red principal de gas domiciliaria, a una presión de 17 bares aproximadamente, esta presión es elevada por un compresor para posteriormente ser almacenada en unos tanques de alta presión y posteriormente se suministra al vehículo, a través de la válvula de llenado, donde es acoplada la boquilla de llenado del surtidor de la estación a una presión de 250 bares aproximadamente, logrando acumular de esta manera una mayor cantidad de GNV en los tanques de alta presión del auto y obtener una mayor autonomía del vehículo.

Figura 1. Esquema tipo de la operación de una Estación de Gas Natural Vehicular (GNV),



I.1.1 Bases de diseño.

El proyecto se desarrolla en una sola etapa contemplando 2 Compresores Twin (4 Compresores), 2 Dispensarios de Alto Flujo, 5 Dispensarios de Flujo Estándar, 2 Almacenamientos de GNC (2,000L c/u) y un Generador Eléctrico a Gas Natural como sistema de respaldo de energía eléctrica.

Tabla 1. Se pretende satisfacer la siguiente demanda de consumo.

EQUIPOS A INSTALAR	CAPACIDAD	TOTAL EQUIPOS	CAPACIDAD TOTAL
COMPRESOR	1,500 m ³ /h	4	6,000 m ³ /h
DISPENSARIO ALTO FLUJO	1,200 m ³ /h	2	2,400 m ³ /h
DISPENSARIO FLUJO ESTÁNDAR	900 m ³ /h	5	4,500 m ³ /h
ALMACENAMIENTO GNC	2,000 L	2	4,000 L
GENERADOR A GAS	21.5 m ³ /h	1	21.5 m ³ /h

Los sistemas involucrados en el desarrollo de este proyecto son los siguientes:

- Sistema de Tuberías de Gas Natural en Baja Presión.
- Sistema de Tuberías de Gas Natural en Alta Presión.
- Sistema de Compresión de Gas Natural.
- Sistema de Almacenamiento o Buffer.
- Sistema de Suministro de GNV
- Sistemas de Seguridad.
- Sistema de Ventas.
- Sistema de Detección de Mezclas Explosivas
- Sistema de Fuerza.
- Sistema de Alumbrado y Contactos.
- Sistema de Comunicaciones y Control.
- Sistema de Respaldo de Energía.
- Sistema de Regulación de Presión
- Sistema de Puesta a Tierra y Descargas Atmosféricas.

Tabla 2. Distribución de áreas de la "EDS - CHALCO"

ÁREAS	m2
Recinto de Compresores y Almacenamiento GNC	182.24
Área de Dispensarios de bajo flujo de GNV	264.96
Área de Dispensarios de alto flujo de GNV	264.96
Estación de Regulación y Medición	6.42
Área de Circulación EDS	3321.49
Servicios de la EDS	232.63
Tienda de Conveniencia	216.91
Área Total EDS	4489.61

Figura 2. Diagrama de flujo de la operación de la "ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO"

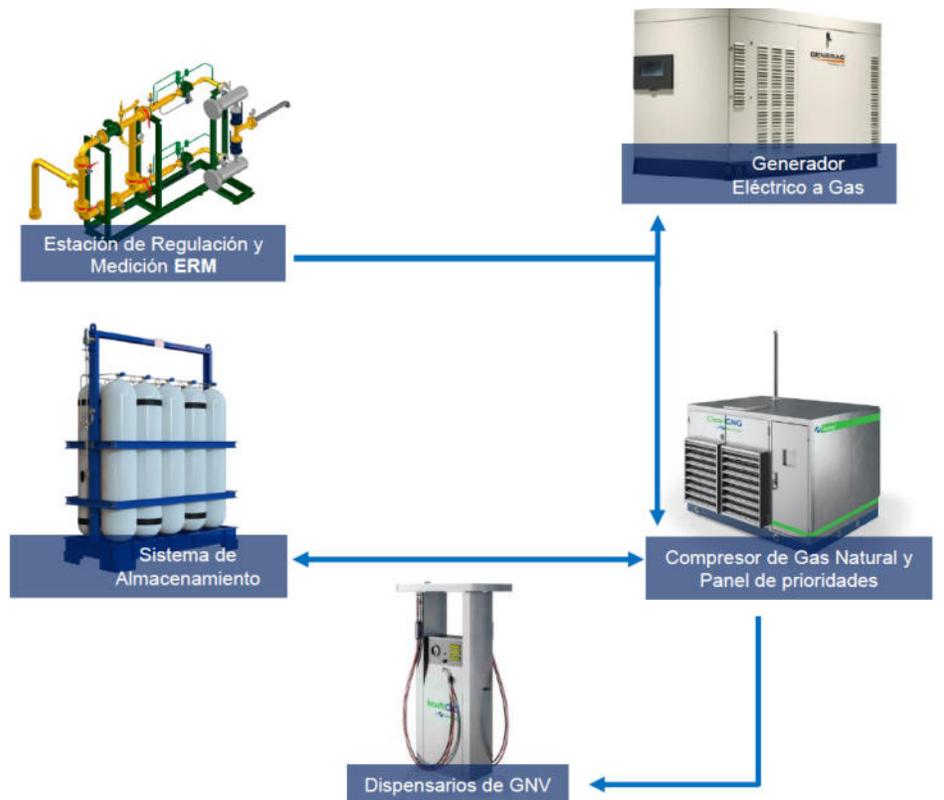


Tabla 3. Normas de Comisión Reguladora de Energía

Estándar	Especificación
NOM-001-SECRE-2010	Especificaciones del gas natural.
NOM-002-SECRE-2010	Instalaciones de aprovechamiento para gas natural.
NOM-003-SECRE-2002	Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.
NOM-006-SECRE-1999	Odorización de gas natural.
NOM-007-SECRE-2010	Transporte de gas natural
NOM-008-SECRE-1999	Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.
NOM-009-SECRE-2002	Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas L.P. en ductos.

Tabla 4. Normas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME/ANSI)

Estándar	Especificación
ASME/ANSI B31.8	Sistema de tubería para el transporte de gas.
ANSI B 31.65	Aletas de la tubería de acero, válvulas con aletas y conectores.
ANSI-B-16.5;	"Pipe Flanges and Flanged Fittings".
ASME Sección IX	Welding and Brazing Qualifications.

Tabla 5. Normas de la Sociedad Americana de Materiales y Pruebas

Estándar	Especificación
ASTM-D-2513	Standard Specifications for Thermoplastic Gas Pressure Pipe, Tubing and Fittings.
ASTM-D-3261	Standard Specifications for Butt Heat Fusion Polyethylene (PE) Plastic fitting for polyethylene plastic pipe and tubing.
ASTM-D-2683	Standard specification for socket-type polyethylene fitting for outside diameter controlled polyethylene pipe and tubing.
ASTM D – 1826	Método de prueba para determinar el poder calorífico bruto del gas natural en base seca.
ASTM D – 4468	Método de prueba para determinar el Azufre total (S).
ASTM D – 1142	Método de prueba para determinar el contenido de vapor de agua por la medición del punto de rocío.
ASTM D – 1945	Análisis del gas natural por cromatografía.
GPA 3166-86	Obtención de muestras del gas natural para su análisis por cromatografía.
ASTM A-234 Gr. WPB ASA B 16.9 cédula 80.	Conexiones soldables primer y segundo paso.
ASTM A-105/ ANSI B 16.5.	Bridas primer y segundo paso. Tipo cuello soldable de 4" ø 600# ANSI con cara para empaque RTJ/RF

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Estándar	Especificación
ASTM A-216	Válvulas de bloqueo seccional. Tipo compuerta de paso completo y continuado de 4" ø cuerpo de acero fundido especificación Gr. WCB, conexiones bridadas cara R.F.
ASTM A-216	Válvulas de control. Válvula tipo esfera de paso completo y continuado de 4" ø cuerpo de acero fundido WCB conexiones bridadas 300# ANSI cara R.F.
ASTM A 193	Espárragos de acero especificación en 3/4" de ø.
ASTM A-194 Gr. 2H	Tuerca de acero especificación en 3/4" ø
ASME 3FA-5.1	Soldadura. Electrodo revestido de 1/8" y 5/32" de ø tipo E-6010 especificaciones AWS A:5.1-91.
DIN 30 670	Recubrimiento de polietileno extruido (TRICAPA) de 1.80 m de espesor de película con especificación
API-1104	Código de soldadura al 100%

Tabla 6. Especificaciones Generales de Petróleos Mexicanos (PEMEX)

Estándar	Especificación
NRF-004-PEMEX-2003	Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales de ductos.
NRF-026-PEMEX-2001	Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y/o sumergidas.
NRF-030-PEMEX-2003.	Diseño, construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos.
CID-NOR-N-SI-0001	Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de ductos de transporte
NO. 07.3.13	Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte.
3.374.08	Normas para construcción de obras públicas en sistemas de tuberías de transporte y distribución de gas.
NO.03.0.02	Derechos de vía de los sistemas de transporte de fluidos.
NSPM AVII-30	Instalación eléctrica a prueba de explosión.
3.255.01	Gabinete y caja de interruptores.
NSPM C1.1 y C1.2	Válvulas de alivio de presión.
NSPM A1-1	Inspecciones y mantenimiento a extintores.

Tabla 7. National Fire Protection Association

Estándar	Especificación
NFPA 69	Explosion Prevention Systems.
NFPA 328	Manholes, Sewers and Similar Underground Structures.
NFPA 5113	Cutting and Welding Processes.

Tabla 8. Estándares y especificaciones para los materiales utilizados en la construcción del ducto

Estándar	Especificación
ASTM-A-105	Forja de acero al carbón, para componentes de tuberías
ASTM-A-194	Tuercas para espárragos, de acero de aleación para servicio de alta presión y alta temperatura
API-5L	Tubo de línea

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
"ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO"

Estándar	Especificación
ASME-B-16.5	Bridas para tubo de acero y accesorios bridados
ASME-B-16.9	Accesorios de fábrica de acero forjado para soldar a tope
ASME-B-16.11	Accesorios de acero forjado de embatir, soldar y roscados
ASME-B-16.20	Ranuras y empaquetaduras de anillo para bridas de acero
API-6D	Válvulas de acero, bridadas o soldables
ASME-B-18.2.2	Tuercas cuadradas y hexagonales
ASME/ANSI-B.16.9	Accesorios para soldadura a tope fabricado de acero forjado
ASTM-A-193	Material para atornillado en aleaciones y acero al carbón para servicio de alta temperatura.
ADS AS, 178	Especificación de electrodos para soldadura de arco

Otros códigos, normas y reglamentos usados:

- ACI: American Concrete Institute.
- AWS: Asociación Americana de Soldadura.
- CFR: Códigos de Reglamentos Federales.
- EPA: Environmental Protection Agency.
- NEMA: National Electric Manufactures Association.
- NEC: National Electric Code.
- NTIE: Normas Técnicas para instalaciones eléctricas.
- NAPCA: National Association of Pipe Clating Applicates.
- AIEE: American Institute Electrical Equipament.
- UL: Underwriters Laboratories inc. USA.
- ULC: Underwriters Laboratories of Canada.
- "Code of Federal Regulations for the Transportation of Natural and other Gas by Pipeline, U.S. Department of Transportation", Octubre 1992.

En relación a las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, se observarán los siguientes:

Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.

- Ley de la Comisión Reguladora de Energía
- Ley de la Comisión Nacional de Hidrocarburos
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).
- Ley Federal de Derechos en Materia de Agua.
- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.
- Ley Federal del Trabajo.
- Ley General de Salud.

- Ley de Protección Civil.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Materia de Ordenamiento Ecológico.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Materia de Residuos Peligrosos.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Materia de Protección y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Materia contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido
- Leyes y reglamentos del municipio o del estado, aplicables a los temas no cubiertos en estas Especificaciones.
- Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente del Trabajo de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Otras Normas aplicables

- NOM-010-ASEA-2016 Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio.
- NOM-011-SECRE-2000, Gas Natural para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad en instalaciones vehiculares.
- NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas – Funcionamiento – Condiciones de seguridad.
- NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (Utilización)
- NOM-022-STPS-2008, Electricidad estática en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
- NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades y medidas.

I.1.2 Diseño Civil.

OBRAS PRELIMINARES

Esta primera etapa consiste en la limpieza del terreno, levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos. Posteriormente se realiza el mejoramiento del terreno el cual consiste en la ejecución de despalme, relleno y compactación del terreno.

Una vez terminados los antes mencionados se debe hacer el trazo para que se pueda iniciar la etapa de construcción

CONSTRUCCIÓN

Abarca las obras desde elaboración de plantillas, firmes, cimentaciones hasta la construcción de los recintos, bases de concreto para soporte de los equipos, concreto hidráulico, guarniciones todo lo antes mencionado tendrá como soporte el cálculo estructural de las áreas que así lo requieran. Los detalles se encontrarán en los planos constructivos del proyecto.

Recinto de equipos

Es el área que albergara las instalación y equipos involucrados en el proceso de compresión de gas natural, los equipos de compresión y almacenamiento contarán con bases de concreto reforzado diseñadas específicamente para soportar su carga, sus dimensiones y detalles, se muestran en los planos constructivos. El recinto de equipos está delimitado por un muro a base de malla europea con materiales incombustibles resistentes al fuego y al calor, estará anclada al firme de concreto que habrá en el área y contempla puertas que realicen su apertura por empuje hacia el exterior del recinto con cierre automático

Área de dispensarios

Se habilitará pavimento de concreto hidráulico en el área de carga de GNV, los dispensarios se construirán sobre islas de concreto con los registros necesarios para su correcta operación. Como protección a los dispensarios se habilitarán Protecciones U en cada extremo de las islas.

Trincheras

Estas serán construidas monolíticamente, de concreto y acero de refuerzo, dimensiones y detalles constructivos se incluirán en los planos, la función de estas es llevar las tuberías eléctricas y de gas comprimido del recinto de equipos hacia las islas de despacho.

Área de circulación

Se considera área de circulación al área que rodea el área de carga, donde los vehículos harán maniobras para entrar y salir de la estación posterior a la carga de combustible, para esta área se contempla pavimento asfáltico.

Cuarto eléctrico y área de generador

Se habilitará un espacio destinado para instalar los equipos, tableros y gabinetes eléctricos, estos espacios serán construcciones previamente analizadas y calculadas desde su cimiento hasta la cubierta, para las especificaciones y detalles consultar planos estructurales y memoria de cálculo estructural.

Áreas de servicios

De acuerdo con los requerimientos se habilitarán espacios para oficinas administrativas, facturación, cuarto de máquinas, cuarto de operadores, tienda de conveniencia (obra gris), sanitarios estacionamiento para vehículos pequeños y medianos, y áreas verdes, al igual que las antes mencionadas tendrán un sustento técnico-estructural.

ACABADOS

Hace referencia a la etapa final de obra donde se contempla la aplicación de señalización, pintura y limpieza de las áreas.

El diseño civil considerará entre otros los aspectos meteorológicos, la presencia y frecuencia de fenómenos naturales en el sitio del proyecto, el tipo de suelo, la orografía, la aplicación de normas, reglamentos y códigos de construcción vigentes, las medidas de seguridad y los estudios de mecánica de suelos que actualmente se llevan a cabo, por citar algunos ejemplos.

I.1.2.1 Especificaciones a considerar en el diseño civil.

El diseño civil incluye los efectos de los siguientes fenómenos naturales:

- Sismo
- Vientos
- Temperatura ambiente
- Presión barométrica
- Precipitación pluvial
- Tipo de suelo
- Orografía

Tipo de clima.

Debido a las características topográficas existentes dentro del Valle de México, se encuentra una gran diversidad de climas. Sin embargo dentro de esta variedad predomina el templado o mesotérmico. De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, modificado por E. García y debido a las diferencias de relieve y altitud, se han identificado dos tipos de clima dentro de la subcuenca de Chalco, los cuales son; clima templado subhúmedo (Cb(Wo) (W)) y un clima semifrío subhúmedo (Cb'(W2) (W)).

Clima templado subhúmedo (Cb(Wo) (W)).

Este tipo de clima es la variante menos húmeda de los templados, con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5%. Es a la vez el tipo más importante de este grupo de climas, pues se le encuentra distribuido en un 22% de la superficie de la Región XIII y se localiza principalmente en la mayor parte del Distrito Federal, así como en la porción central y oriente del Estado de México, en parte de los municipios de Chalco, Ixtapaluca, La Paz, Texcoco, Atenco, Tepetlaoxtoc y Otumba. También se localiza en la mayor parte de los municipios de Emiliano Zapata, Apan, Almoloya, Tepeapulco, Tlanalapa y Zempoala del Estado de Hidalgo.

Clima semifrío subhúmedo (Cb'(W2) (W))

Es el más húmedo de los semifríos, con lluvias en verano, con una precipitación en el mes más seco inferior de 5 mm y un porcentaje de lluvia invernal menor a 8%. Se encuentra distribuido en algunas regiones del centro y oriente de la Región XIII, ocupando el 7.5% de su área, en los municipios de Tlamanalco, Amecameca e Ixtapaluca en el Estado de México, y en Pachuca, Mineral del Monte, Mineral de la Reforma, Epazoyucan y Singuilucan en el Estado de Hidalgo.

Temperatura media anual, vientos y precipitaciones

Las temperaturas máximas promedio llegan a los 27° C. y las mínimas a 5° C., se cuenta con registros que indican que el año más caluroso en el municipio de Chalco se presentó en 1982 con un promedio de 18.7° C, mientras que el año más frío se presentó durante el año de 1990, con una temperatura promedio de 10.7° C.

Los vientos dominantes se caracterizan por presentarse con dirección de sur a norte, con una velocidad promedio de 3 m/seg. pero a finales de año, principalmente en invierno y principios de primavera, los vientos adquieren una velocidad mayor, alcanzando los 12 m/seg.

En cuanto a la precipitación, Debido a que dentro de este acuífero existen dos tipos de climas el régimen pluvial que se presenta tiene las siguientes variaciones:

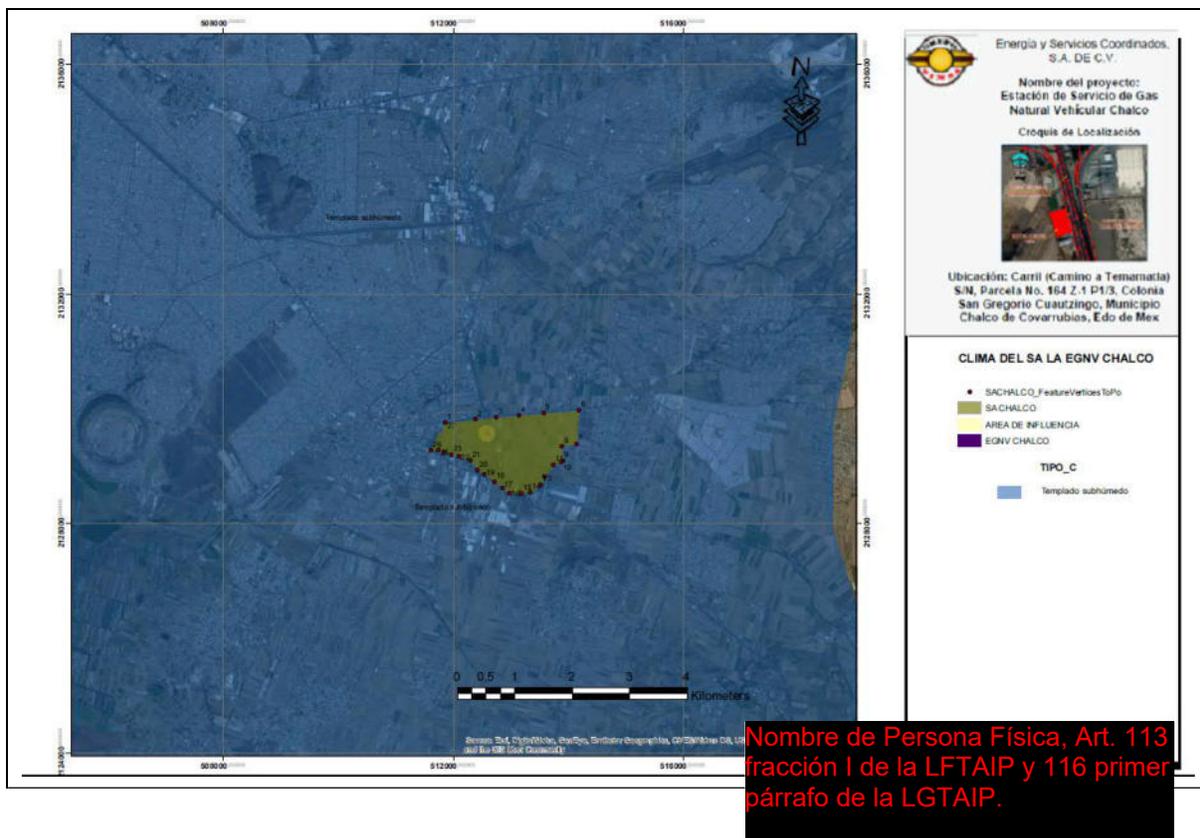
Clima templado subhúmedo (Cb(Wo) (W)): tiene una precipitación media anual entre 500 y 600 mm, con una temperatura media anual que varía entre 8° y 11° C. La mayor precipitación pluvial se registra en junio con un valor que oscila entre 100 y 110 mm y la mínima en febrero y diciembre, con valores menores a 5 mm.

Clima semifrío subhúmedo (Cb'(W2) (W)): en esta región se presenta una precipitación media anual cercana a los 500 mm; con una temperatura media anual oscila entre 8° y 10° C. La mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de julio con un rango que fluctúa entre 80 y 90 mm; la mínima corresponde a diciembre con un valor menor a 6 mm.

la temperatura media anual registrada en la zona del valle fluctúa entre 14 y 16 °C, las zonas elevadas del extremo suroeste y este continúan en una zona de 12 a 14 °C y elevándose hacia el este de 10 a 12 °C y de 8 a 10 °C

Debido a que el valor de la precipitación media anual es variable en la subcuenca de Chalco, con base en datos de las estaciones climatológicas existentes dentro de este acuífero se obtuvo la precipitación media anual para el acuífero Chalco-Amecameca, por medio de Isoyetas. Primeramente se ubicaron en un plano escala 1:200,000 las estaciones climatológicas existentes dentro del acuífero que son Juchitepec, San Pedro Nexapa, Amecameca, San Luis Ameca II, Santa Ana Tlacotenco, Chalco, San Rafael y Tlamanalco. Se obtuvo un promedio de la precipitación media anual para cada una de las estaciones antes mencionadas y se trazaron las isoyetas con los valores de precipitación promedio anual. Posteriormente se procedió al cálculo de la precipitación media anual para este acuífero, y se obtuvo el de 810 mm. Dicho dato será utilizado durante el balance.

Figura 3. Mapa de climas del SA de la EGNV CHALCO



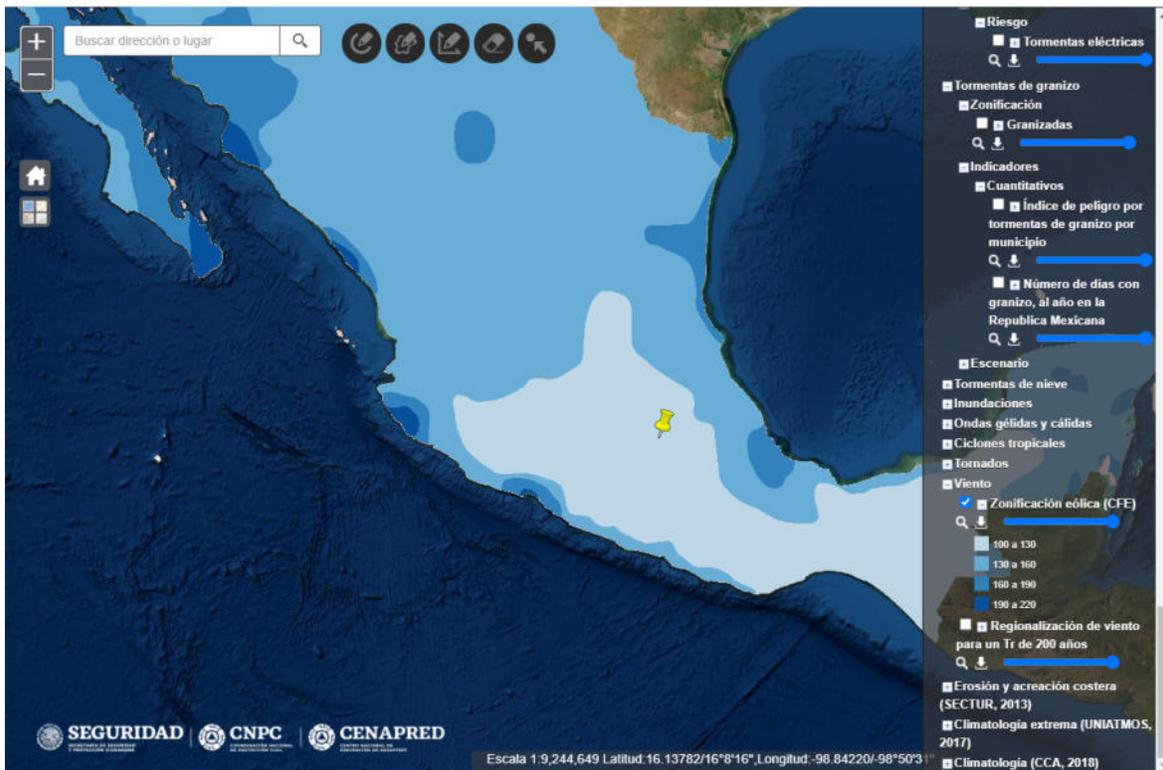
Heladas y granizadas.

Los eventos meteorológicos extremos no son comunes en el área, el granizo se presenta con 0.69 días en promedio, siendo los días con heladas en la temporada invernal los que se presentan con mayor frecuencia al ser de 31.92 días al año. Por su parte, las tempestades eléctricas tienen una frecuencia de 3.67 días al año de aparición y el resto de los eventos extremos como nevadas y niebla no son apreciables.

Dirección de los vientos

Con base en datos de la Comisión Federal de Electricidad. De acuerdo a esta zonificación, la República Mexicana está dividida en cuatro zonas de peligro por viento: Muy alto (intervalos de 190 a 220 km/hr), Alto peligro (intervalos de 160 a 190 km/hr), Moderado, (intervalos de 130 a 160 km/hr), Bajo (intervalos de 100 a 130 km/hr) como se observa en la siguiente figura, de este modo el Estado de México presenta un nivel de peligro por vientos bajo, de acuerdo a esta información el municipio de Valle de Chalco ocupa el mismo nivel de peligro.

Figura 4. Zonas de peligro por viento en el sitio del proyecto



<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/>

Los vientos regionales dominantes se presentan por el norte, y tiene una actividad importante entre los meses de mayo a junio y de septiembre a octubre, según los registros históricos de 1940 a 1980 del Instituto de Geografía de la UNAM, durante este periodo las velocidades de los vientos alcanzan hasta 6m/s.

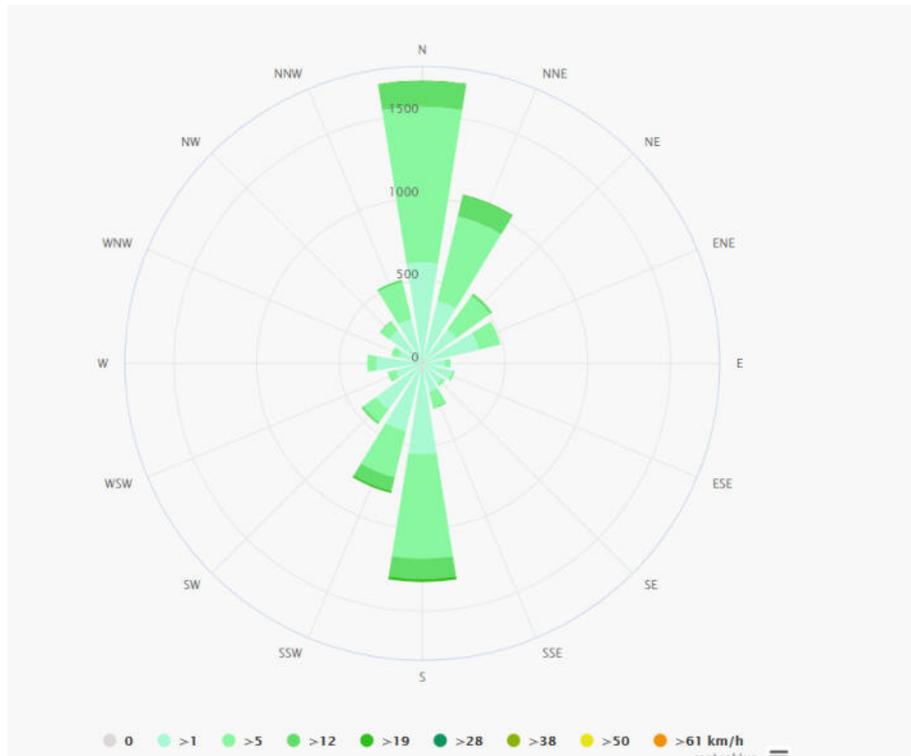
Los vientos del poniente son menos frecuentes en la zona, el periodo en que se presentan va de febrero a abril, sus velocidades alcanzan hasta 4 m/s, por último los vientos con dirección sur, alcanzan velocidades bajas menores a 2 m/s. El porcentaje de calmas es menor al 5%. El viento es un fenómeno que no pone en riesgo a la población de Chalco, esporádicamente ha provocado daños y afectación de techos y paredes de viviendas construidas con materiales poco estables.

Velocidad y Dirección del Viento:

Los vientos predominantes en el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto tienen una dirección de Sur a Norte, con una velocidad promedio de 3 m/seg.

Durante finales del invierno y principios de primavera, los vientos adquieren mayores velocidades, alcanzando hasta 12 m/seg., produciendo tolvaneras en las horas calientes del día y transportando grandes cantidades de polvo.

Figura 5. Rosa de vientos del municipio de Chalco



Huracanes

Los efectos de los Huracanes -como se les llama en México-, son los que provocan mayor destrucción en nuestro país, son capaces de causar graves daños a poblaciones costeras y ocasionar pérdidas humanas y económicas difíciles de superar.

Por su ubicación geográfica el municipio de Chalco no se ve afectado por el impacto de los ciclones tropicales.

Tormentas de granizo

Las granizadas en el municipio de Chalco no son frecuentes; su intensidad es media y esporádicamente causan daños a los cultivos.

Tormentas eléctricas

Cada día se producen en el mundo cerca de 44,000 tormentas y se generan 8, 000,000 de rayos. Las tormentas eléctricas pueden ocurrir en cualquier parte del mundo y a cualquier hora del día, principalmente en primavera y verano (Erickson, 1991).

En México, las tormentas eléctricas ocurren con mayor frecuencia en verano y un 10% en otoño e invierno (García, y otros, 2007). Estos fenómenos son peligrosos, debido a que los rayos ocasionan incendios y pueden ocasionar heridos y muertos.

Debido a la alta exposición de la población en el país a este meteoro, como se verá más adelante, y a la falta de una metodología para conocer el peligro por tormentas eléctricas, se propone una metodología para calcular el índice de peligro por tormentas eléctricas.

Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas y suelen acompañarse de precipitación en forma de chubascos de lluvia, hielo e, incluso, de nieve (OMM, 1993).

De acuerdo al atlas nacional de riesgos elaborado por el CENAPRED el municipio de Chalco está considerado muy alto para el índice de peligro por tormentas eléctricas.

Figura 6. Mapa de tormentas eléctricas en el sitio del proyecto



<http://www.atlascnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/>

Tabla 9. Asignación de valores para el número de días con tormentas eléctricas y categorías sugeridas para el índice de peligro por tormentas eléctricas.

Número de días con tormentas	Valor	Índice	Categoría
Cero	0	0	Muy baja o nula
1 - 9	1	0.25	Baja
10 - 19	2	0.50	Media
20 - 29	3	0.75	Alta
>30	4	1.0	Muy alta

Sismicidad

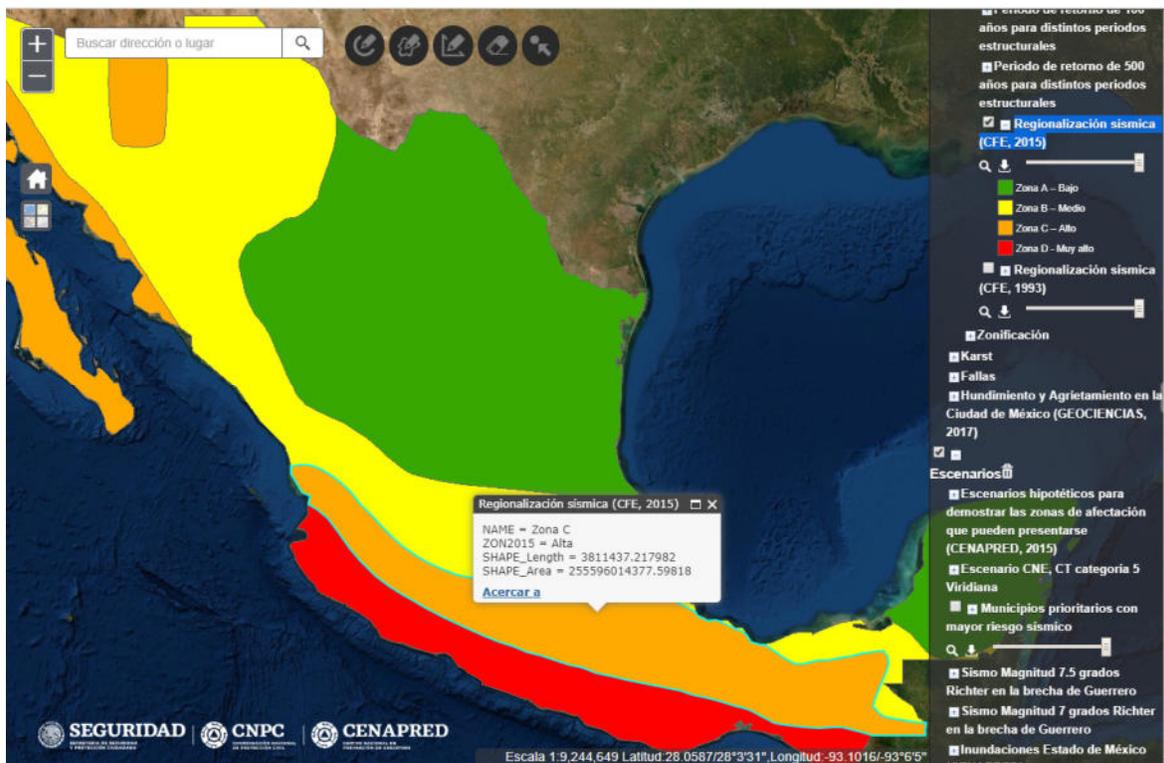
Regionalización sísmica

Las intensidades del peligro sísmico varían en el territorio mexicano en forma continua, tanto los valores de referencia, como los asociados a periodos de retorno, es necesario contar con una regionalización sísmica. Aquí se propone una regionalización en que se consideran cuatro zonas: dos de baja y dos de alta sismicidad. Para determinar la zona sísmica se proporciona un criterio simple basado en el valor de la aceleración máxima en roca, a^r , para el nivel de referencia dado en el ER, obtenido con el programa PRODISIS..

Tabla 10. Regionalización sísmica

Aceleración máxima en roca, a^r (cm/s ²), correspondiente al nivel de referencia ER	Zona	Intensidad sísmica
$a^r \geq 200$	D	Muy Alta
$100 \leq a^r < 200$	C	Alta
$50 \leq a^r < 100$	B	Moderada
$a^r < 50$	A	Baja

Figura 7. Zona Sísmica del sitio del proyecto



Otra división del país está dada por Regiones Sísmicas, Penisísmicas y Asísmicas. Las Zonas sísmicas están localizadas al sur y suroeste de la República, abarca los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Ciudad de México; las Zonas penisísmicas abarcan la Sierra Madre Occidental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur de Durango al centro de Veracruz y, las Zonas asísmicas se sitúan en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y en la península de Yucatán.

Áreas de mayor riesgo en México: En sí, las zonas de mayor sismicidad se concentran en la costa occidental del país a lo largo de los bordes de varias placas cuyo contacto es conocido como Trinchera. Se ha utilizado de acuerdo con el SAS, la expresión de “brecha sísmica” a la zona geográfica donde no se han producido sismos de 7 ó más grados en la escala de Richter por un largo periodo de tiempo (50 años o más) para determinar la Brecha de Guerrero (cerca de 100 años de acumulación de energía elástica), la Brecha de Jalisco (aproximadamente 70 años) y la Brecha de Chiapas (con más de 300 años) como las áreas de mayor riesgo en el país.

Sismógrafos y acelerógrafos, estudian la frecuencia de los sismos en esta región y aunque los estudios todavía no están concluidos se puede decir que es probable que en

la costa de Guerrero ocurra un gran sismo para liberar energía acumulada, aunque se debe aclarar que con precisión no se sabe cuándo ni dónde y tampoco la magnitud; se sabe que existe un hueco muy grande que va desde el sureste de Petatlán hasta casi Pinotepa Nacional, si esta región se rompe en un sólo movimiento telúrico, éste puede tener una magnitud superior a 8 en la escala de Richter, aunque también pueden ocurrir una serie de sismos de menor magnitud. "Actualmente no hay forma de afirmar cuál de estas dos últimas posibilidades puede suceder" (Instituto de Geofísica de la UNAM, Dr. Shri Krishna Singh). Cabe mencionar que los temblores de 1907 a 1911 fueron menores a 7.9.

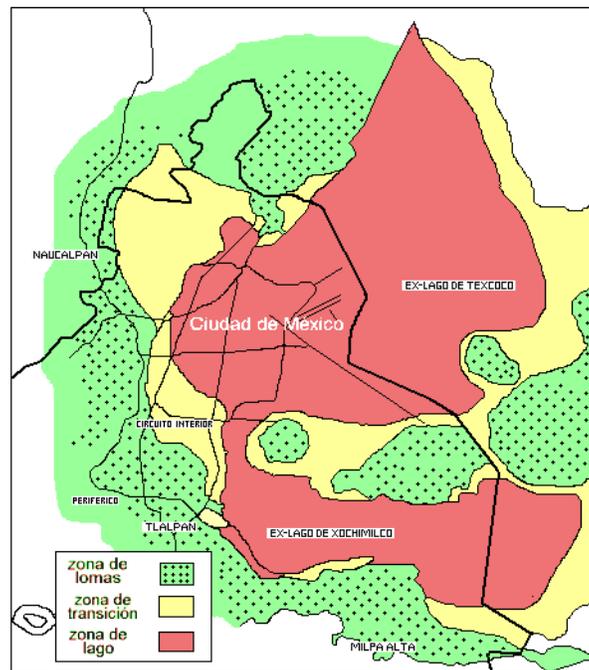
Zonificación del Valle de México. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del Valle de México, se puede tratar como una zona sísmica en la que se distinguen tres zonas de acuerdo al tipo de suelo:

Zona I, firme o de lomas: localizada en las partes más altas de la cuenca del valle, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.

Zona II o de transición: presenta características intermedias entre la Zonas I y III.

Zona III o de Lago: localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas.

Figura 8. Zonificación del Valle de México



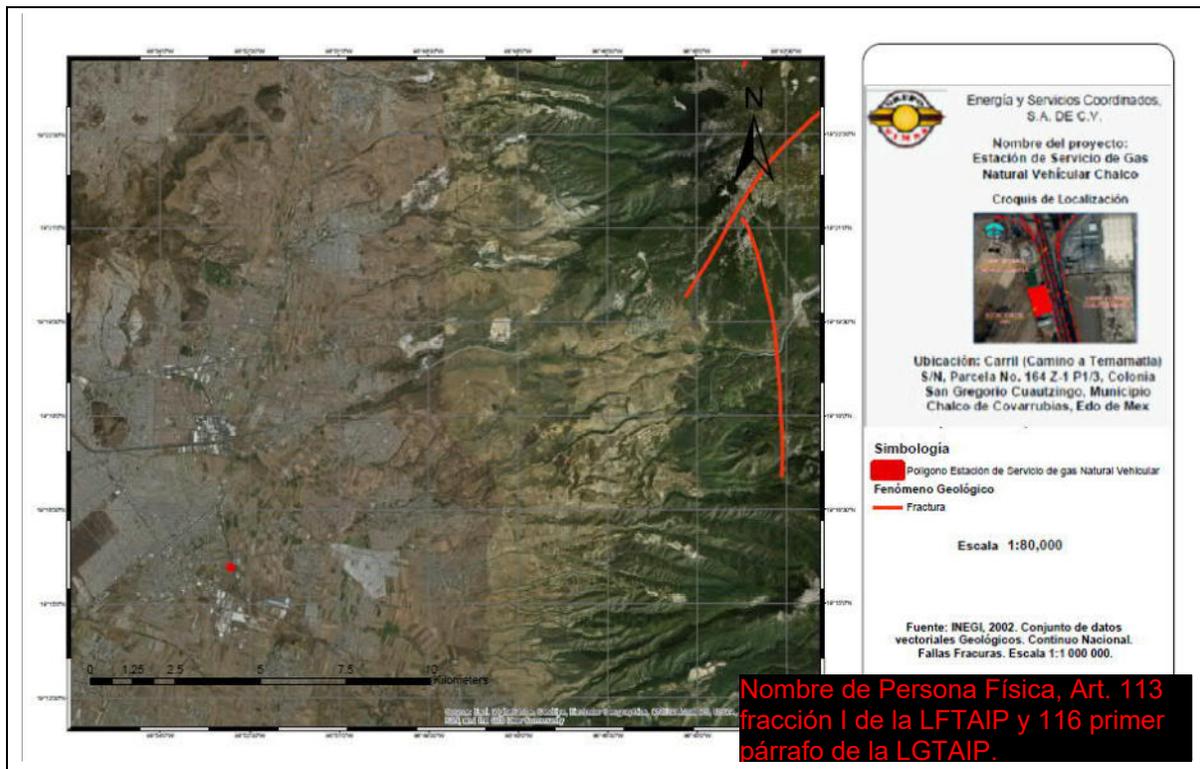
Presencia de fallas y fracturamientos

Las fallas son roturas en las rocas a lo largo de la cual ha tenido lugar movimiento. Este movimiento se llama desplazamiento. Origen de estos movimientos son fuerzas tectónicas en la corteza terrestre, cuales provocan roturas en la litosfera. Las fuerzas tectónicas tienen su origen principalmente en el movimiento de los continentes. La morfología actual de la república Mexicana es, consecuencia de la interacción de las distintas placas Tectónicas que conforman nuestro territorio, se tienen esfuerzos tectónicos de separación cortical, identificados también como de tensión o distensivos, que están actuando en los márgenes continentales. La actividad sísmica y volcánica de México es causada por las fallas geológicas y puntos calientes que generan las mencionadas placas tectónicas, tales como la falla de san Andrés, la falla mesoamericana, o Cinturón Volcánico Transmexicano. El Estado de México se encuentra dentro de esta zona volcánica por ende en el existen diferentes tipos de Fallas, en la imagen (1) se observan zonas de Fallas Activas como son: Acambay, Ixtlahuaca y Tenango del Valle, además se observan fallas, fracturas en diferentes partes del Estado de México.

En el territorio mexiquense las fallas orientadas E-W son numerosas. Se pueden agrupar en varios sistemas, de entre los cuales destacan dos por su actividad actual y sus implicaciones geológicas el Sistema de Fallas La Pera (SFLP), en su parte septentrional. Entre estos dos sistemas se dibuja otro de menos rango en la parte central: el Sistema de Fallas de Ixtlahuaca (SFIX). El sistema de Fallas La Pera se extiende desde el volcán Popocatepetl al oriente, hasta más allá del volcán Xinantécatl o Nevado de Toluca al poniente, atravesando primero la Sierra Chichinautzin y después la porción meridional de la Sierra de las Cruces. Este sistema tectónico estructural, es considerado como el límite sur de la Faja Volcanica transmexicana. El sistema de Fallas Acambay en el Territorio mexiquense es un rasgo morfotectónico bien definido. En la región es conocido como el Graben de Acambay (GA), y las fallas que lo definen se continúan largamente hacia el poniente, bajo el nombre regional de Sistema de Fallas Acambay Morelia (Suter et al., 1991).

En el siguiente plano se observa que por el predio donde se pretende instalar la EGNV no se presenta ninguna falla o fractura.

Figura 9. Fallas y fracturas del SA de la EGNV CHALCO



Deslizamientos, derrumbes u otros movimientos de tierra o roca

La zona de estudio se encuentra ubicada en un terreno más o menos plano que se conforma principalmente por roca con pendientes de entre 10 y 12 %. En el sitio no se registra riesgo de derrumbes o deslizamientos de tierra.

Posible actividad volcánica.

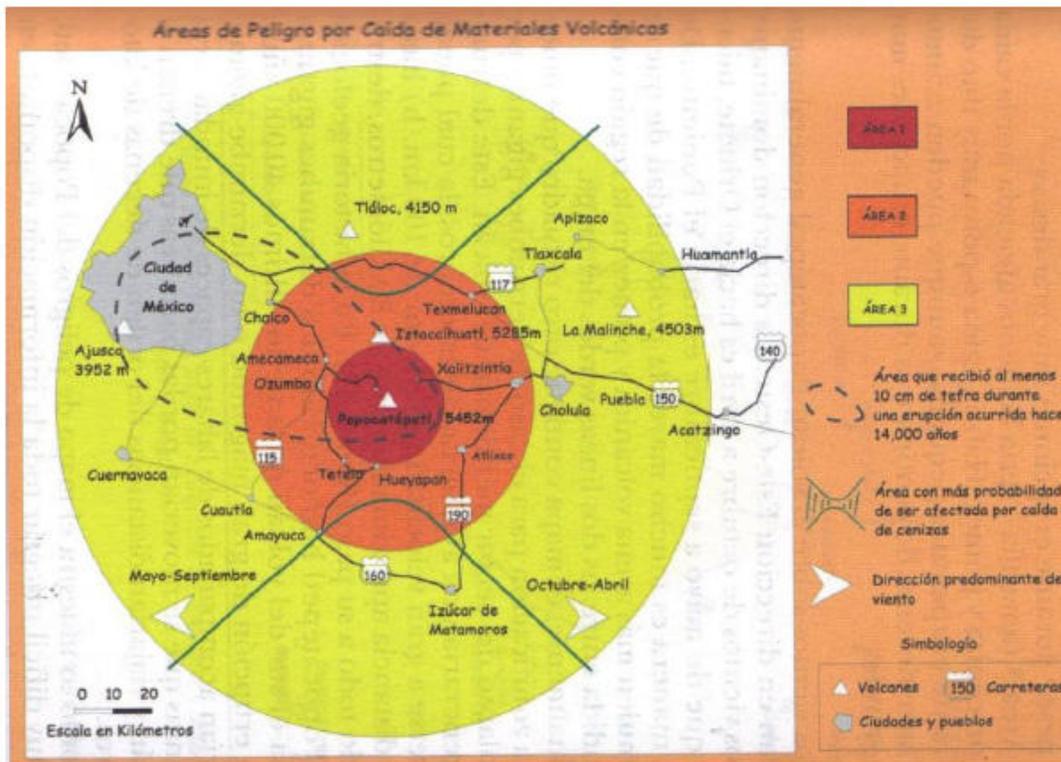
En lo que respecta a riesgos volcánicos debido a que el Municipio está ubicado en una región volcánica activa no debe dejar de lado las manifestaciones volcánicas. Considerando que la zona de estudio se localiza en la ladera sur-oeste de uno de los volcanes más activos de México es importante describir las características de las erupciones volcánicas.

Las erupciones volcánicas resultan del ascenso del magma que se encuentra en la parte interna de un volcán activo. Cuando el magma se acerca o alcanza la superficie, pierde todos o parte de los gases que lleva en solución, formando gran cantidad de burbujas en su interior. Las erupciones son entonces emisiones de mezclas de magma (roca fundida rica en materiales volátiles), gases volcánicos que se separan de este (vapor de agua, bióxido de carbono, bióxido de azufre y otros) y fragmentos de rocas de la corteza arrastrados por los anteriores. Estos materiales pueden ser arrojados con distintos grados de violencia, dependiendo de la presión de los gases provenientes del magma o de agua subterránea sobrecalentada por el mismo.

Los edificios volcánicos están formados por los depósitos de materiales emitidos en erupciones pasadas, y por lo general no son estructuras muy firmes. Una erupción o un terremoto pueden provocar la fractura y el derrumbamiento del material acumulado en las partes altas del volcán y producir una gran avalancha de escombros. Este tipo de avalancha por lo general llega a ser muy destructiva, dependiendo de la cantidad de material involucrado, de la altura a la que se origina y de la topografía del terreno.

Columnas eruptivas y lluvias de fragmentos y de ceniza: Las erupciones explosivas lanzan grandes cantidades de gases calientes y fragmentos de magma (mezclas de cristales y fragmentos de vidrio) de todos tamaños al aire. Los gases calientes pueden arrastrar las partículas hasta grandes alturas (en la erupción de El Chichón de 1982, la columna eruptiva alcanzó alturas máximas de 24 km sobre el nivel del mar, y en la erupción del volcán Pinatubo en Filipinas el 15 de junio de 1991, la columna alcanzó cerca de 35 Km de altura). Cuando la columna eruptiva de una erupción penetra en la estratosfera, es decir, alcanza alturas mayores a unos 11 a 13 km.

Figura 10. Mapa de peligros volcánicos del Popocatepetl



Con base en el mapa de peligros volcánicos del Popocatepetl (Figura anterior) muestra cuatro diferentes áreas, que definen regiones de acuerdo con su peligrosidad. Cada una de las áreas marcadas incluye los distintos tipos de peligro volcánico asociado respectivamente a erupciones volcánicas grandes, medianas y pequeñas. El área 1, que es la más cercana a la cima del volcán, representa un mayor peligro porque es la más frecuentemente afectada por erupciones, independientemente de su magnitud. Esta área

encierra peligros tales como flujos piroclásticos de material volcánico a altas temperaturas que descienden del volcán a velocidades extremadamente altas (100-400 km/h) y flujos de lodo y rocas que se mueven siguiendo los cauces existentes a velocidades menores (<100 km/h). En esta área han ocurrido dos eventos o erupciones importantes cada 1,000 años en promedio. El área 2, representa un peligro menor que el área 1 debido a que es afectada por erupciones con menor frecuencia. Sin embargo, las erupciones que han alcanzado a esta área producen un grado de peligro similar al del área 1. La frecuencia con que ocurren eventos volcánicos que afectan a esta área es de 10 veces cada 15,000 años en promedio. El área 3, abarca una zona que ha sido afectada en el pasado por erupciones extraordinariamente grandes. Erupciones de tal magnitud son relativamente raras por lo que el peligro dentro de estas áreas es menor en relación con el de las áreas 1 y 2, más cercanas al volcán. Los tipos de peligro en el área 3 son esencialmente los mismos que los de las otras áreas. En los últimos 40,000 años, han ocurrido 10 erupciones de este tipo. Las regiones marcadas en el área 4 están expuestas al peligro por flujos de lodo e inundaciones derivadas de un posible arrastre de depósitos volcánicos por agua proveniente de lluvias torrenciales o de una fusión catastrófica del glaciar y la nieve del Popocatepetl. La totalidad de esta versión reducida del mapa cubre aproximadamente la zona que también podría ser afectada por lluvias de ceniza volcánica y pómez, para erupciones de máxima intensidad. Esta distribución estará en función de la influencia de los vientos dominantes, debido a que este proceso controlaría la distribución de las cenizas.

Riesgos

En las comunidades de Santa María Huexoculco y San Martín Cuautlalpan se localizan asentamientos en los bordes de barrancas estando en riesgo 100 casas aproximadamente y se lleva a cabo un monitoreo constante.

En la comunidad de San Lucas Amalinalco se encuentran ubicadas aproximadamente 120 casas en las orillas de la barranca el potrero.

Asimismo en la comunidad de San Martín Cuautlalpan, en la Unidad Habitacional Villas de San Martín Cuautlalpan se localiza una falla de 5 km de longitud, 1.80 metros de ancho y de .80 a 2.50 metros de profundidad, afectando 30 casas aproximadamente, esta falla ha sido monitoreada por el personal de PC Municipal, cabe mencionar que los estudios realizados muestran que la falla se genera por el peso de la unidad habitacional y excesiva extracción de agua.

I.1.2.2 Historial de epidémico y endémico de enfermedades zona del proyecto.

Los Regulados también reportarán, en caso de que exista un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del Proyecto, los hallazgos encontrados en dicho historial, considerando preferentemente la información de los últimos diez años, indicando la referencia o fuente de donde fue tomada.

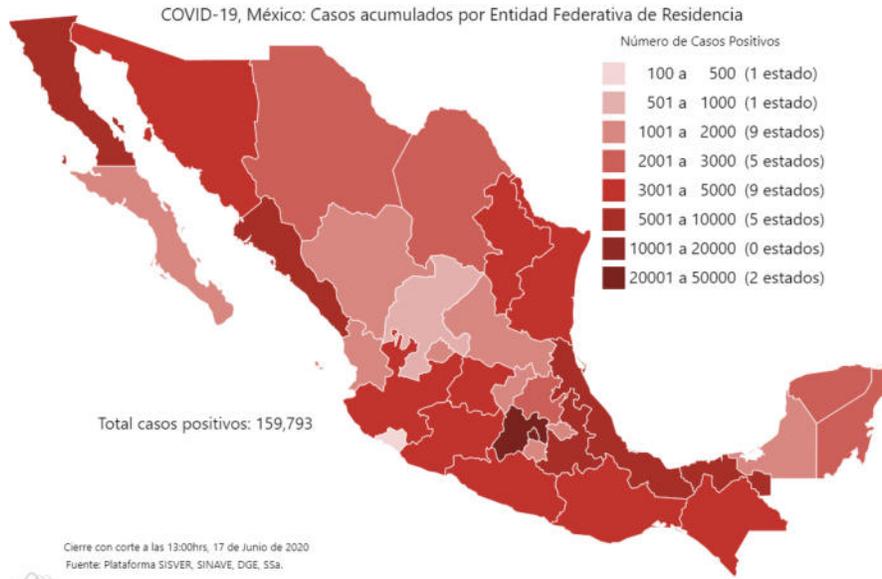
Los Regulados también reportarán, en caso de que exista un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del Proyecto, los hallazgos encontrados en dicho historial, considerando preferentemente la información de los últimos diez años, indicando la referencia o fuente de donde fue tomada.

Actualmente el mundo atraviesa una pandemia derivada de la enfermedad por coronavirus iniciada en diciembre del 2019 (COVID-19) en la ciudad de Wuhan, capital de la provincia de Hubei, en la República Popular China, ocasionada por el virus coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2), la cual puede provocar enfermedad respiratoria aguda y neumonía grave en humanos. La tasa de letalidad global al 17 de junio del 2020 es del 5.5%. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la reconoció como una pandemia global el 11 de marzo de 2020.

El primer caso confirmado en México se presentó en la Ciudad de México, y se trató de un mexicano que había viajado a Italia y tenía síntomas leves; pocas horas después se confirmó otro caso en el estado de Sinaloa y un tercer caso, nuevamente, en la Ciudad de México. El primer fallecimiento por esta enfermedad en el país ocurrió el 18 de marzo de 2020.

A mediados de junio se han confirmado 159,793 casos y 19,080 defunciones por COVID-19.

Figura 1. Casos acumulados de COVID-19 por entidad federativa.



Fuente: Comunicado_Técnico_Diario_COVID-19_2020.06.17. Dirección General de Epidemiología, Secretaría de Prevención y Promoción de la Salud

En el Municipio de Chalco se han confirmado 3,844 casos y 461 defunciones

Fuente: https://salud.edomex.gob.mx/salud/covid19_municipio

I.1.2.3 Zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

En un radio de 500 m alrededor de la Estación de Gas Natural Vehicular una población total de 4,075 personas y un total de 1241 viviendas, en las siguiente tabla se muestran los datos obtenidos de la página de CENAPRED (atlasnacionalderiesgos.gob.mx)

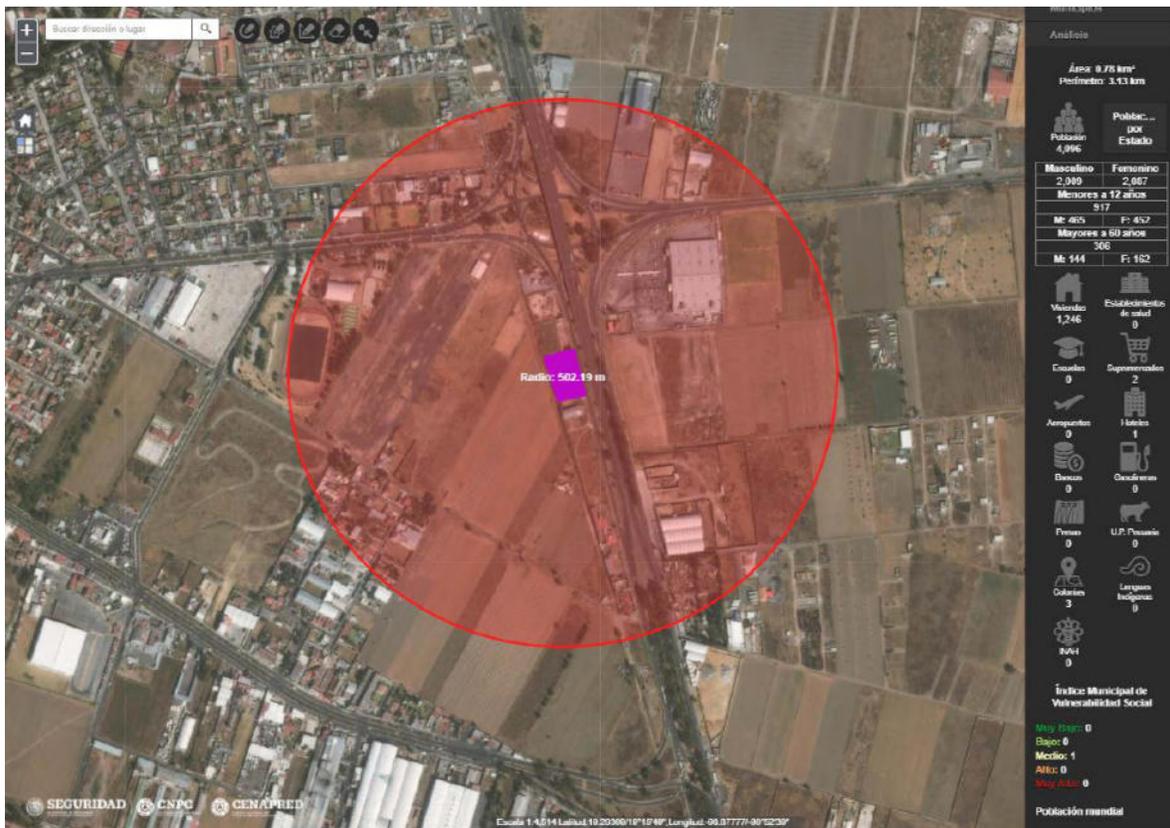
Tabla 11. Población y viviendas en un radio de 500 m alrededor de la EGNV.

AGEB	Población total	Población masculina	Población femenina	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas
1216	4.075	1.996	2.079	1.241	1.068

Se encuentran 2 supermercados, 1 hotel y 3 colonias

En la siguiente figura se muestra el trazo del radio de 500 alrededor de la estación y las zonas vulnerables dentro de este radio.

Figura 2. Radio de 500 metros alrededor de la EGNV



I.1.3 Diseño Mecánico.

Las obras mecánicas se iniciarán en la Estación de Regulación y Medición (ERM), la cual será construida, suministrada e instalada por la empresa distribuidora del gas natural local, cumpliendo con las especificaciones y diseños de su propiedad.

El proyecto contará con dos tipos de sistemas de tuberías a Gas Natural: Baja y Alta Presión

BAJA PRESIÓN

En el inicio de la instalación de acometida de gas natural a los equipos, se cuenta con una válvula manual de corte principal, ubicada a la salida de la; se utilizará un tendido de tubería de baja presión en 4" de diámetro nominal especificación acero al carbón, Cedula 40, API 5L Grado B, la cual es fabricada bajo las Normas Oficiales Mexicanas NOM-B-10-1986 y NOM-B-177-1990, sin costura laminada en caliente, superficie barnizada, con extremos biselados que alimentará a todos equipos de compresión e individualmente en 3" de diámetro nominal.

Al inicio del proceso de compresión, el compresor cuenta con una válvula actuada neumáticamente que, al momento de la desenergización del equipo por falla eléctrica, interrupción de suministro eléctrico, o la activación de un interruptor de paro de emergencia, ésta bloqueará el paso de Gas Natural a su interior

ALTA PRESIÓN

Los compresores de GNC elevarán la presión del gas hasta 250 Bar (3,627 Psi) y lo dirigirán al panel de prioridades correspondiente, y por medio del PLC maestro se decidirá la dirección del flujo. Puede ser hacia el área de los dispensarios, o hacia el almacenamiento a través de tuberías de acero Inoxidable sin costura también conocida como "seamless", que es un tubo de acero inoxidable extruido que no tiene cordón de soldadura en su interior y fabricado en acero tipo 316, bajo en carbón, de 1" de diámetro nominal como cabezal principal de alimentación (Ver Anexo 3 Cálculo y selección de tuberías para detalles de cada línea de alimentación y descarga).

En la descarga del compresor se instalará una válvula antirretorno de flujo para evitar por seguridad de operación que el flujo de GNC regrese al equipo. Las tuberías de baja presión serán llevadas de manera aparente al igual que las tuberías de alta presión arreglo detallado en los planos constructivos. Y en los sistemas de baja y alta presión se debe instalar una válvula de Purga y liberación de Gas Natural en un área de acceso restringido para evitar que sea operada sin autorización.

El Sistema de Compresión contiene elementos para evitar que su vibración y movimiento afecten a las tuberías conectadas en su succión y en su descarga y como medida de seguridad el sistema de venteo de los equipos se llevará como mínimo a 3m por encima del nivel de piso terminado..

I.1.4 DESCRIPCIÓN DE OBRA ELÉCTRICA

Se requerirá a Comisión Federal de Electricidad (CFE) una acometida en Media Tensión de 23,000 V dedicada, la cual será del tipo aérea-subterránea para alimentar a un transformador tipo pedestal de 1,500 KVA que suministrará energía en Baja Tensión (460/266 V) al proyecto. Los equipos de distribución de energía se encuentran localizados en un Cuarto Eléctrico:

1. Un (1) tablero general de distribución
2. Cuatro (4) Centros de Control de Motores (CCM)
3. Un Transformador de usos generales
4. Tableros de Distribución para Alumbrado y Contactos.

Así también se instalará un Máster PLC el cual se encargará de coordinar los equipos de compresión, el panel de prioridades, y los dispensarios, además de ser el encargado de activar las alarmas, así como los paros de emergencia. Estos equipos se ubicarán en el cuarto eléctrico fuera de áreas clasificadas.

SISTEMA DE RESPALDO

Como sistema de respaldo eléctrico se instalará un (1) Generador a Gas Natural que trabajará únicamente en caso de pérdida total de la energía principal, abasteciendo a los siguientes equipos: 1 Compresor Twin, 4 dispensarios, Almacenamiento, SITE e Iluminación general, logrando que el proceso de compresión y despacho de GNV no se interrumpa en ningún momento.

ÁREAS CLASIFICADAS

Algunos equipos del sistema de compresión generan atmósferas explosivas que se representan acorde a la sección cinco de la NOM-001-SEDE-2012 y de acuerdo con el apéndice normativo I de la NOM-010-ASEA-2016 en el plano de clasificación de áreas. Las instalaciones eléctricas están diseñadas para cumplir los requerimientos de seguridad, para su instalación en áreas clasificadas de acuerdo con lo indicado en las Normas.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Se instalará un Sistema de Puesta a Tierra mediante mallas distribuidas en las áreas del proyecto para la conexión de todas las estructuras metálicas, así como un Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas.

I.1.5 CRITERIOS DE DISEÑO Y MEMORIA DE CÁLCULO

Los criterios de diseño están definidos de acuerdo a lo siguiente:

- Ubicación, temperatura y distribución de áreas
- Características de la Estación de Regulación y Medición
- Número de Equipos de Compresión, Almacenamiento y Dispensarios
- Ubicación y distancias entre Área de Compresión y Dispensarios
- Presión de succión y descarga del Compresor
- Presión de Trabajo del Panel de Prioridades.

Para calcular el espesor de las tuberías de proceso, se consideran las siguientes características:

- Presión de descarga de ERM: 21 bar (304.58 psi)
- Presión de succión por Compresor: 21 bar (304.58 psi)
- Presión de operación descarga Máx. por Compresor 250 bar (3,627 psi)
- Flujo máximo por Compresor: 1,500 Sm³/h
- Velocidad máxima del gas en tuberías (NOM-010ASEA-2016): 25 m/s.

PRESIÓN DE DISEÑO

Se considera como presión de diseño, la máxima presión de operación a la que podrá llegar a trabajar la estación la cual se tomará en cuenta para todo tipo de cálculos de resistencia de materiales y pruebas no destructivas a realizar en la misma para salvaguardar su integridad, así como para delimitar responsabilidades en función de la garantía por defectos de fabricación en la misma.

PRESIÓN DE PRUEBA

Se considerará una presión de 1.5 veces la máxima presión de operación como valor predeterminado para la realización de la prueba hidrostática de la estación de medición y la presión neumática de conformidad con las normas recomendadas por Comisión Reguladora de Energía.

NOTA: Debido a la operación de este tipo proyecto, donde las unidades de llenado se encuentran a una presión muy inferior, el sistema de tuberías no requiere garantizar un flujo y una presión constante. Por lo cual no se requiere el cálculo de caída de presión

I.1.6 Hojas de seguridad.

La evaluación de las actividades consideradas como riesgosas se realiza con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Capítulo V, del Título IV, Artículo 147. Asimismo y, tomando como fundamento los listados 1 y 2 de las Secretaría de Gobernación, que determinan las cantidades de reporte, para clasificar a las empresas que realizan actividades altamente riesgosas, la Estación de Gas Natural

Vehicular (GNV) es una empresa de alto riesgo debido a que a que la cantidad que manejará de gas natural supera la cantidad de reporte, siendo para el metano igual a 500 kg.

En el Anexo 5 se incluyen las hojas de seguridad del gas natural.

I.1.1 Almacenamiento

En la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido Vehicular se almacenara el gas natural en 32 tanques de acero de 125 lts de agua, a una presión de 3,600 psi a 27°C, siendo la capacidad total de 4000 lt, equivalente a 723.44 kg de gas.

Tabla 12. Cantidad almacenada de gas metano

Nombre Comercial	Nombre químico	No. CAS	Estado físico	S	I	R	Riesgo especial	Cantidad de reporte	Cantidad almacenada
Gas Natural	Metano	74-82-8	Gaseoso	1	4	0	-	500 kg	723.44 de GNC*

El gas natural estará almacenado temporalmente en las siguientes unidades:

Tabla 13. Especificaciones técnicas de los cilindros de almacenamiento de gas natural

Capacidad del Cilindro (Litros de Agua)	125 Lts
Capacidad Total Almacenamiento en litros	2000
Cantidad de Cilindros	16
Presión de Trabajo de Diseño a 15°C	250 Bar
MAWP a 15°C	275 Bar
Presión de Prueba a 15°C	375 Bar
Código de Diseño	ISO 9809-1:1999
Material / Construcción del Cilindro	AISI 41B-34CrMo4 Acero Centrifugado sin costura
Marca Válvula de Seguridad	TAYLOR
Dimensiones:	2100 mm x 823 mm x 1944 mm

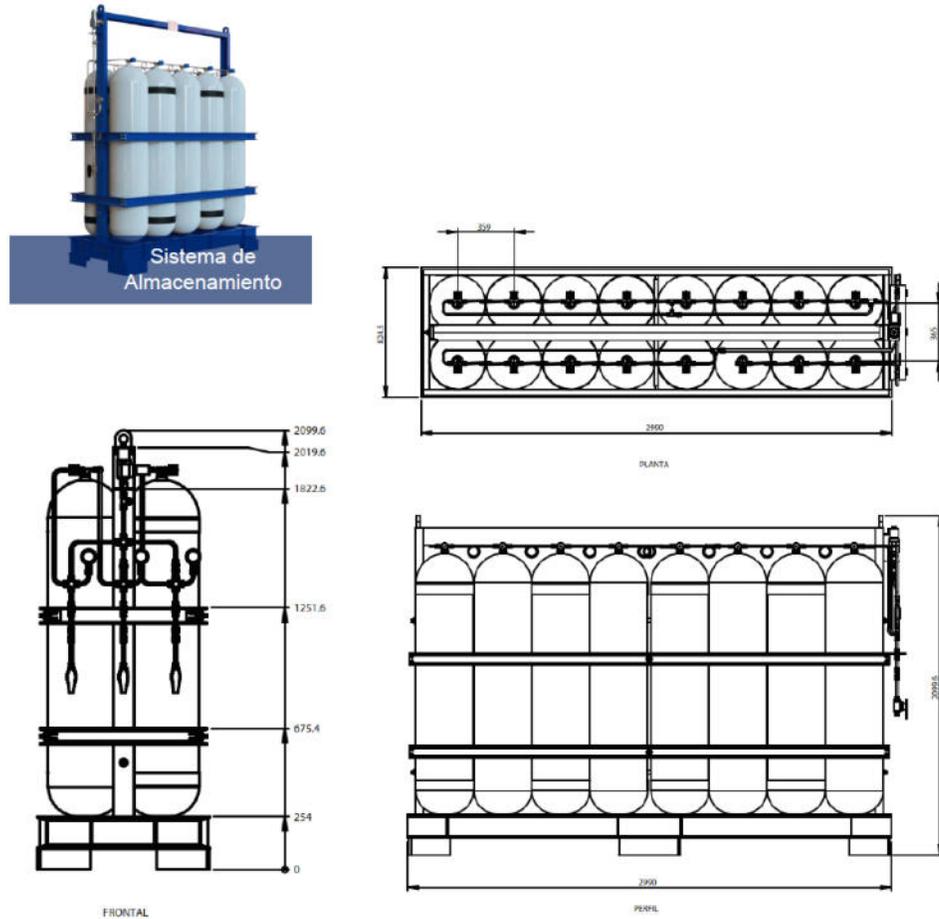
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

El Almacenamiento tiene como objetivo ser el respaldo del compresor en caso de alta demanda, ayudando a que no haya pérdidas de flujo en el sistema de suministro de Gas.

Características del almacenamiento.

1. El módulo de almacenamiento estacionario permite que el exceso de GNC sea capturado y almacenado cuando es comprimido por un compresor de GNC.
2. El sistema cuenta con 16 Cilindros de Almacenamiento de Acero, con capacidad de 125L cada uno, los cilindros y las conexiones se diseñan con materiales incombustibles para no dañar los cilindros.
3. Contiene válvulas con dispositivo de presión activado por temperatura con tapón fusible.
4. Cada cilindro tiene una válvula manual de aislamiento, operable desde el perímetro de la estructura, y el sistema con una válvula de exceso de caudal así como con una válvula de relevo de presión con disco de ruptura la cual no cuenta con dispositivos de levantamiento, activado por temperatura con tapón fusible y una válvula de purga como parte del venteo del gas natural.
5. Toda la tubería interconectada es dimensionada e instalada para el alivio de los esfuerzos de contracción y expansión, entubado con tubería de acero inoxidable AISI316, ASTM A269
6. Una válvula de 3/8" con sello ASME "UV" en cada extremo de los Cilindros
7. Cada cilindro permite montarse y desmontarse de la estructura con facilidad y ser intercambiables para inspección, mantenimiento y sustitución en caso necesario;
8. El sistema contiene una válvula de seguridad por sobrepresión 3/4"
9. Una válvula de acero inoxidable de aislamiento en cada banco de almacenamiento
10. Tolerancias dimensionales en cilindros: Diámetro exterior: +/- 1%
11. Los cilindros están apoyados en una base estructural de acero en un punto de su eje vertical el cual permite el movimiento longitudinal causado por la expansión o contracción de los recipientes
12. El marco es de construcción soldada con una base de acero estructural, e incorpora puntos de izaje que permiten anclar el sistema y están diseñados para asegurar a los cilindros y que no se muevan evitando flotación y/o arrastre en lugares con riesgo de inundación
13. Los cilindros están montados verticalmente, manteniendo un espacio suficiente entre ellos y la estructura que los soporta, para permitir un fácil acceso de cada uno y de sus conexiones individualmente, permitiendo la inspección con base en las especificaciones del fabricante y evitando el contacto, así como la acumulación de humedad y suciedad entre ellos.

Figura 11. Diagrama del sistema de almacenamiento



I.1.2 Equipos de Proceso y Auxiliares

I.1.3 SISTEMA DE COMPRESIÓN

El compresor es un equipo diseñado específicamente para aumentar la presión del gas natural, el cual cuenta con los componentes, dispositivos y accesorios necesarios para su operación segura a las presiones y temperaturas de operación definidas.

Tabla 14. Especificaciones del compresor

Clean GNC Compressor	Motor	Inlet Pressure
Twin GNC	300 HP	21 bar

El diseño del equipo de compresión considera los siguientes requerimientos:

1. Su diseño permite el manejo de gas natural a las presiones y temperaturas a las cuales se someterán al momento de la operación.
2. Cuenta con válvulas de relevo de presión después de cada etapa de compresión, que se activarán al alcanzar una presión de 1.2 (uno punto dos) veces la presión de operación de cada etapa de compresión, mismas que desfogarán al sistema de venteo de la estación de gas natural comprimido para uso automotor.
3. Está equipado con controles de paro automático por alta presión de descarga y por alta o baja presión de succión.
4. Está equipado con controles de paro automático por alta temperatura de descarga en la última etapa de compresión.
5. Los compresores se activan por motores eléctricos, los cuales cumplen con las características de clasificación de áreas eléctricas, según la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización).
6. Cuenta con un sistema automático de eliminación de condensados, para evitar el acarreo de líquidos a los recipientes.

I.1.3.1 Características del compresor

1. Configuración del compresor estilo "W"
2. Diseño balanceado recíprocante para menores vibraciones y bajo nivel de ruido.
3. Vida útil de servicio de un mínimo de 25 años para el cuerpo del compresor.
4. Cilindros, pistones y válvulas no-lubricados.
5. Anillos y empaquetaduras hechas de teflón®* auto lubricado composite ciclo de vida de servicio de los anillos y empaques de 5000 ~ 8000 horas típicamente se transfieren menos de 6 ppm de aceite en el gas de descarga y/o anillos peek de los pistones conforme se requieran.
6. Intercambiadores de calor de alta eficiencia para las etapas intermedias de compresión y enfriamiento del gas descargado.
7. Diseño presurizado código ASME VIII División I.
8. Temperatura de salida del gas= 10 °C sobre la temperatura ambiental.
9. Fuerza motriz principal.
 - Motor(es) eléctrico(s) diseñado(s) para 460 v 60 Hz 300 HP de tipo explosión proof Clase 1, División 1, Grupo D (a prueba de explosión).
 - Encendido con arrancador suave (para un reducido consumo al encender).
 - Plataforma skid diseñada para fácil acceso en el servicio y mantenimiento.

10. Ensamble de la entrada del gas:
 - Conector flexible para fijar al ducto de suministro del gas.
 - Válvula de entrada activada, filtro de entrada, (25 micron), válvula check.
 - Válvula manual de aislamiento.
11. Tanques de sello ASME "U" para el gas recuperado y pulsación de entrada
12. Panel de instrumentos montado que muestra el estado del sistema, las presiones y las temperaturas
13. Control eléctrico (PLC) con indicadores del estado de la alarma
 - El PLC monitorea y controla todas las funciones del compresor incluyendo encendidos y apagados – tablero de PLC será remoto.
 - Los puntos de operación son ajustables en el campo filtro de descarga (1 micron) al 99.95% de eficiencia.
14. Amortiguador de pulsación de descarga
 - Amortiguadores de pulsación inter-etapas / tanques depuradores con drenajes de condensados.
15. Tubería inter-etapas protegida con válvulas de alivio con sello ASME "UV".
16. Todas las conexiones de las tuberías son de acero inoxidable de tipo compresión de doble férula.

I.1.3.2 Tablero de control eléctrico del compresor (CCM)

1. Panel eléctrico asegurable Nema XII que alberga a todas las conexiones eléctricas
2. Adecuado para montaje remoto en locaciones no peligrosas (interiores)
3. El medidor horario muestra las horas de operación del sistema de GNC
4. Contiene el switch de desconexión del motor principal con interbloqueo del panel de la puerta
5. Contiene los contactores de motor, los interruptores, los transformadores, los terminales de los cables
6. Paquete de protección de energía: para protección de sobre / falta de voltaje y monitor de voltaje / registro de datos en el PLC.
7. La operación del compresor es completamente automática y auto monitorizada con desconexiones de seguridad automáticas e indicadores de estado para las siguientes condiciones de alarma.
 - Presión de entrada alta / baja.
 - Temperatura de descarga alta en todas las etapas.
 - Alta presión al final de la descarga.
 - Baja presión de aceite.
 - Nivel bajo de aceite (opcional).
 - Sobrecarga del motor impulsor.
 - Sobrecarga del motor del ventilador.

- Voltaje alto / bajo (opción de protección de energía).
- Botón pulsador de parada de emergencia (ESD) activado.
- Detección del límite inferior explosivo del gas (LEL).
- Detección del límite de fuego o de calor.

I.1.3.3 Cabina de insonorización

1. Cabina de insonorización del compresor autosustentable, autocontenida, a prueba de la intemperie.
2. Diseñada para permitir el acceso para el mantenimiento del equipo del compresor.
3. Los paneles de las puertas de acceso son removibles para un fácil acceso del equipo.
4. Construcción de acero de la estructura.
5. Puntos de izaje exteriores de uso pesado (para la grúa).
6. Puntos de izaje interiores de mantenimiento (para darle servicio).
7. Iluminación explosion-proof, (prueba de explosión).
8. Panel de control montado exteriormente en un gabinete sellado a prueba de la intemperie que contiene el controlador lógico programable (Nota: el área externa de la cabina de insonorización debe ser de Clase 1, División 2, ver NFPA-52).
9. La pantalla de interfase del operador (LCD) y el botón de apagado de emergencia (ESD) están montados en el panel de la puerta.

I.1.3.4 Sistema de detección de gases / ventilación

1. Detector de gases digital completo con cabezal sensor recambiable.
2. Ventila del ventilador activada al 20% LEL (Lower Explosive Limit - Límite Inferior Explosivo)
3. Sistema de apagado y alarma activados al 40% LEL.
4. Paquete estándar de atenuación sonora (75 DBA @ 3 m bajo condiciones de campo abierto).
5. Material de atenuación sonora en el interior de la cabina.
6. Protección con metal perforado sobre el material de atenuación en las puertas.
7. Aislamiento del skid para reducir las vibraciones de baja frecuencia.
8. Silenciadores de entrada y descarga proporcionados para enfriar el aire intercambiado.

I.1.4 SISTEMA DE SUMINISTRO DE GNV

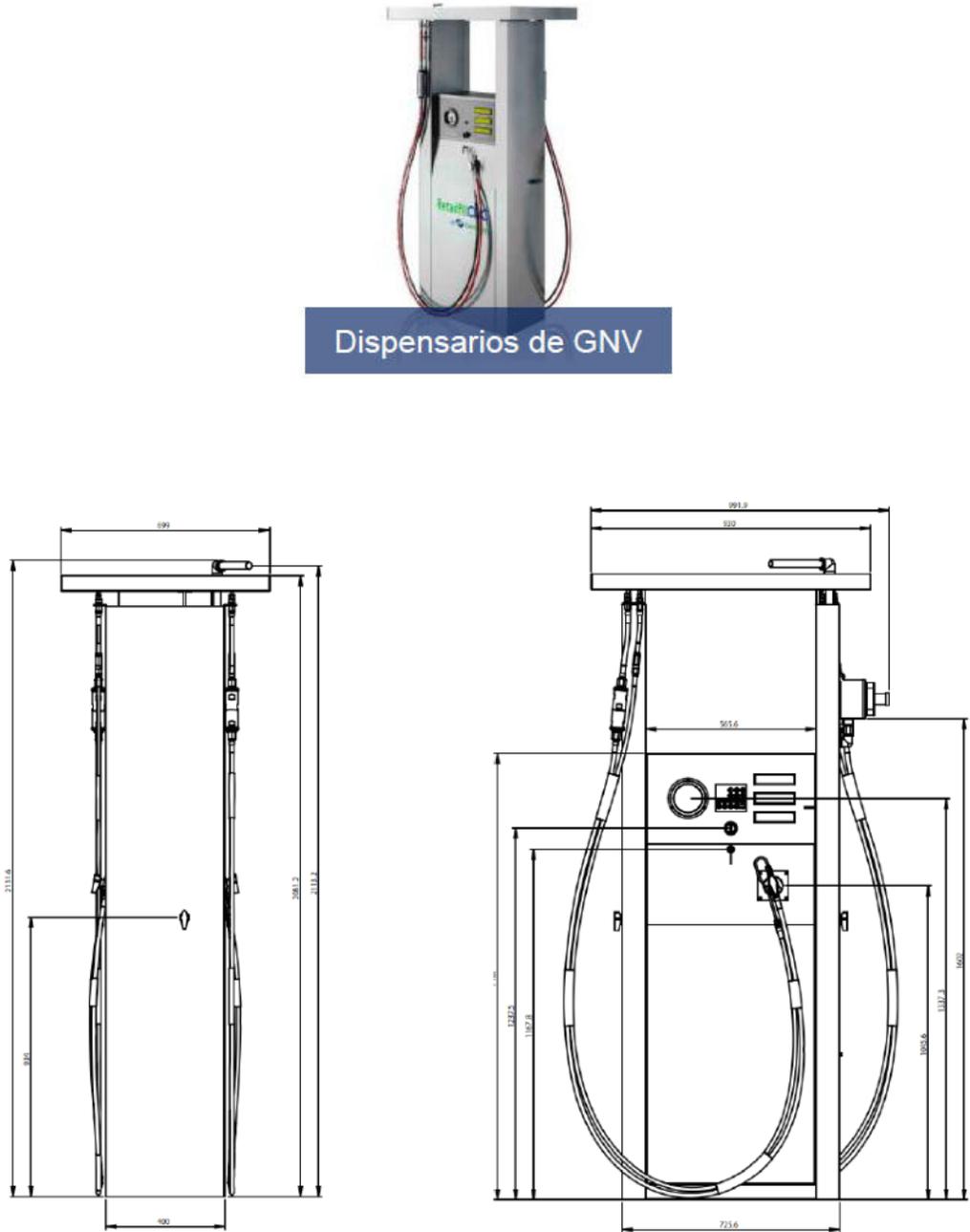
Los dispensarios se encargan de la transferencia de Gas Natural a las unidades vehiculares mediante un sistema de tuberías, válvulas y mangueras que permiten el suministro y garantizan la operación de los equipos.

I.1.4.1 Características de los dispensarios de gnv

1. Dispensario de doble manguera
2. Diseñado para trabajos con combustible GNV
3. Precisión +/- 0.5 %
4. Suministro de una línea con control electrónico secuencial a bordo
5. Velocidad promedio de flujo nominal de 900 Sm³/Hr
6. Medidores de flujo calibrados Micromotion CNG050 (Exactitud Calibrada A +/- 0.5%)
7. Presión de trabajo de 3600 Psi; Presión estándar de llenado de 3000 Psi
8. Sistema electrónico de compensación de temperatura
9. Una válvula de bola de emergencia de aislamiento y una válvula de aguja de desfogue por manguera
10. Dos mangueras de llenado flexibles de carga simultánea eléctricamente conductivas de 12 Pies, cada una con un dispositivo de ruptura que se desconectará cuando sea sujeto a una fuerza de 667 N o mayor e impida desconectarse con una fuerza menor a 222 N. (Ubicadas en exteriores)
11. Manguera para canalización de venteo
12. Válvulas de acero inoxidable de tres vías de llenado y boquillas de GNV 1 Tipo 2 O pico de llenado
13. Válvulas solenoide eléctricamente actuadas
14. Conexiones de compresión de acero inoxidable de doble ferrule con tubos ASME SA213 TP316SS 1/4"
15. Pantallas con luz retro proyectada de 3 líneas con el precio total, y con el precio unitario (LCD)
16. Totalizadores no-reseteables con comunicador remoto manual
17. Gabinete totalmente de acero inoxidable con capacidades para sello de cables y para seguridad adicional, según medidas solicitadas por el cliente.
18. Componentes aprobados por CSA o por UL
19. Botón de presión ESD para el sistema de apagado automático y aislamiento del almacenaje de gas
20. Filtro de entrada
21. Electrónica pump control
22. Válvulas break away de venteo y llenado
23. Manómetro presostato de 4" de dial

24. Electroválvula marca Jefferson

Figura 12. Diagrama del dispensario de GNV



I.1.5 SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA

El generador trabajará exclusivamente en caso de pérdida total de la energía principal, abasteciendo a los equipos destinados para la operación dentro del proceso del Gas Natural.

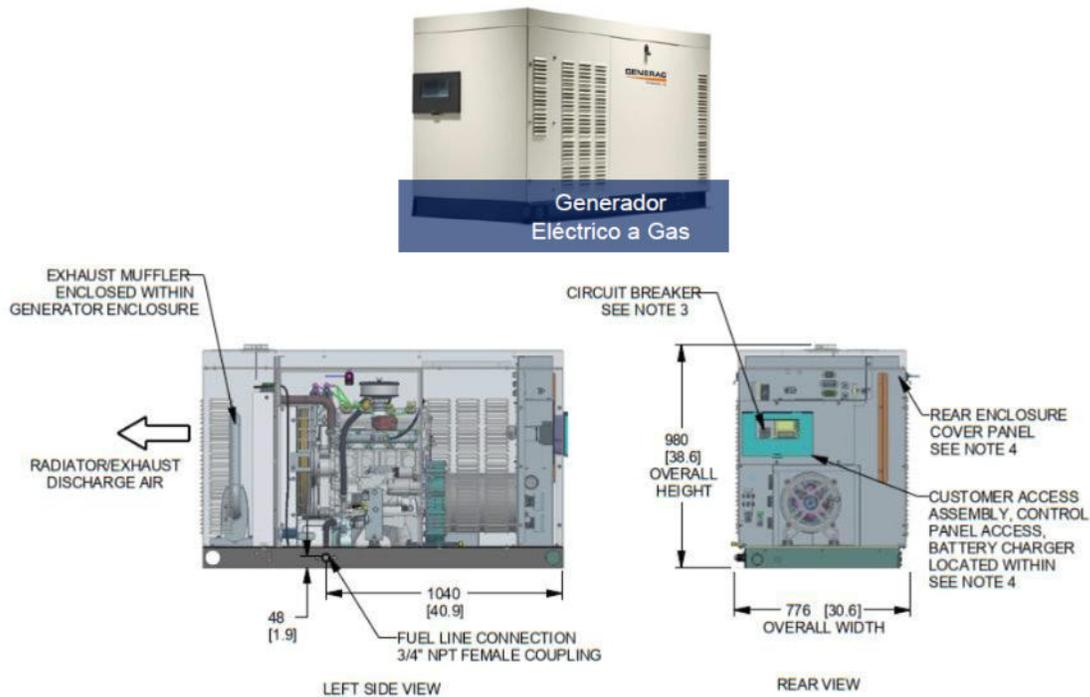
I.1.5.1 Características del generador eléctrico

Es alimentado por Gas Natural y cuenta con una capacidad de arranque del motor y recuperación rápida de transitorios ante los cambios de carga.

El sistema de par de torsión incluye un motor de 4 ciclos de chispa de alta resistencia, alternador de Corriente Alterna con alta capacidad, y un regulador de voltaje electrónico con detección trifásica para regulación precisa bajo cargas transitorias o de estado estacionario.

- El consumo de gas del Generador por hora es de 21.5 Sm³
- La presión de funcionamiento del motor es de 10 – 20" WC (0.3 – 0.5 Psi)
- El suministro de GN al Generador es por medio de una conexión de 0.75"
- Potencia de 48, 60 Hz kW como servicio continuo.

Figura 13, Diagrama del Generador eléctrico



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Tabla 15. Condiciones de operación

EQUIPO	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
1	4	<p>Compresor de GNC COM</p> <p>Presión de succión = 21 Bar / 21.41 kg/cm² / 304.58 Psi Máxima Presión de descarga = 250 Bar / 255 kg/cm² / 3,626 Psi Presión de trabajo = 248 Bar / 254 kg/cm² / 3600 Psi Arreglo en "W", Reciprocante, 4 Etapas de Compresión Fuerza Motriz Principal Motor eléctrico de 300 HP, 460VCA Ventiladores Sistema de Enfriamiento 2 x 7.5 HP, 460VCA Flujo Máximo = 1,500 Sm³/Hr por Compresor</p>
2	1	<p>Generador a GN GEN</p> <p>Presión de trabajo = 14 in wc./ 0.03 Bar / 0.04 kg/cm² / 0.50 Psi Flujo Máximo = 21.5 Sm³/Hr</p>
3	5	<p>Dispensario Flujo Estándar Llenado de dos caras DP-SF</p> <p>Máxima Presión de trabajo = 200 Bar / 204 kg/cm² / 2,900 Psi Presión de Llenado = 248 Bar / 253.1 kg/cm² / 3,600 Psi 1 Línea de Llenado Manguera de carga de 3m de long.Conexión NGV-1 Voltaje de control 120 VCA / 24 VCD Flujo = 900 Sm³/Hr</p>
4	2	<p>Dispensario Alto Flujo Llenado de dos caras DP-HF</p> <p>Máxima Presión de trabajo = 200 Bar / 204 kg/cm² / 2,900 Psi Presión de Llenado = 248 Bar / 253.1 kg/cm² / 3,600 Psi 1 Línea de Llenado Manguera de carga de 3m de long.Conexión NGV-1 Voltaje de control 120 VCA / 24 VCD Flujo = 1,200 Sm³/Hr</p>
5	2	<p>Almacenamiento 2,000 L Capacidad de agua ALM</p> <p>Presión de trabajo = 250 Bar / 255 kg/cm² / 3,626 Psi 16 Cilindros de Almacenamiento 3 Líneas de Comunicación entre Cilindros Condiciones: 3,126 Psi, 30°C 362 kg de GNC aprox. cada uno</p>

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Tabla 16. Resumen de las tuberías

RESUMEN DE TUBERÍAS																		
línea	descripción de línea	tubería	diámetro	longitud	ALUMEN (m³/m)	PRESIÓN DE TRABAJO		VOLUMEN DE GAS	ALMACENAMIENTO		ALMACENAMIENTO		CAPACIDAD		PESO	Peso Total		
						MPa	kg/cm²		Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm			kg/m	kg/m
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 4 COMPRESORES Y 1 GENERADOR ELÉCTRICO	4"GN-3058-AC100-CE040-0,022 Sm3/H	40	2	6022	305	21.41	11.49	4.00	102	4.500	114.300	4.020	102.200	0.237	0.020	10.790	21.58
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 4 COMPRESORES	4"GN-3058-AC110-CE040-0,020 Sm3/H	40	18	6000	305	21.41	11.45	4.00	102	4.500	114.300	4.020	102.200	0.237	0.020	10.790	194.22
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 2 COMPRESORES	3"GN-3058-AC130-CE040-3,000 Sm3/H	40	6	3000	305	21.41	9.85	3.00	76	3.500	88.900	3.060	77.927	0.216	0.020	11.273	7.575
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 1 COMPRESOR	2"GN-3058-AC130-CE040-1,500 Sm3/H	40	15	1500	305	21.41	10.86	2.00	51	2.375	60.325	2.067	52.503	0.154	0.020	5.436	3.653
GN-230	ALIMENTACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO - A	1.5"GN-3058-AC140-CE040-21.5 Sm3/H	40	15	22	305	21.41	0.26	1.50	38	1.900	48.260	1.810	40.894	0.145	0.020	4.045	40.77
GN-230	ALIMENTACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO - B	0.75"GN-0,96-AC150-CE040-21.5 Sm3/H	40	5	32	0	0.04	10.50	0.75	19	1.050	26.670	0.824	20.930	0.113	0.020	1.685	1.132
GN-230	DESCARGA DE 2 COMPRESORES A ALMACENAMIENTO	0.75" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-05160-316-3,000 Sm3/H	05316	87	3000	3000	267.75	22.41	0.75	19	0.750	19.050	0.500	14.224	0.095	2.413	1.043	0.704
GN-230	DESCARGA DE 2 COMPRESORES	0.75" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-05170-316-3,000 Sm3/H	05316	80	3000	3000	267.75	22.41	0.75	19	0.750	19.050	0.500	14.224	0.095	2.413	1.043	0.704
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 7 DISPENSARIOS DE GNV	1" x 0.120"ESP-GNC-3,0278-05180-316-3,000 Sm3/H	05316	190	6000	3000	267.75	24.33	1.00	25	1.000	25.400	0.700	19.304	0.120	3.048	1.700	179.44
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 4 DISPENSARIOS DE GNV	1" x 0.120"ESP-GNC-3,0278-05190-316-3,000 Sm3/H	05316	80	3000	3000	267.75	14.00	1.00	25	1.000	25.400	0.700	19.304	0.120	3.048	1.700	71.78
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 2 DISPENSARIOS DE GNV	0.75" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-05200-316-1,000 Sm3/H	05316	55	1800	3000	267.75	13.44	0.75	19	0.750	19.050	0.500	14.224	0.095	2.413	1.043	30.73
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 1 DISPENSARIO DE GNV ALTO FLUJO	0.5" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-054-316-1,200 Sm3/H	05316	6	1200	3000	267.75	15.40	0.50	13	0.500	12.700	0.370	9.390	0.095	1.651	0.477	0.320
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 1 DISPENSARIO DE GNV FLUJO ESTÁNDAR	0.5" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-05220-316-900 Sm3/H	05316	40	900	3000	267.75	15.40	0.50	13	0.500	12.700	0.370	9.390	0.095	1.651	0.477	12.81
Temperatura Máx. Ambiente															36.8 °C		791.7	

Tabla 17. Resumen del peso y volumen de GN en almacenamiento y tuberías

RESUMEN DE PESO Y VOLUMEN DE GN EN ALMACENAMIENTO Y TUBERÍAS																			
línea	descripción de línea	tubería	diámetro	longitud	ALMACENAMIENTO		VOLUMEN DE		TEMPERATURA		PRESIÓN DE GAS		TEMPERATURA DE GAS		PESO DE GAS		VOLUMEN DE GAS		
					Pulgadas	mm	MPa	kg/cm²	°C	°F	°C	°F	kg/m³	kg/m³	kg	m³			
A	ALMACENAMIENTO DE GNV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.00	102.00	15.00	15.00	15.00	15.00	45.99	5.56	190.550	8,959	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 4 COMPRESORES Y 1 GENERADOR ELÉCTRICO	4"GN-3058-AC100-CE040-0,022 Sm3/H	40	2	4.00	102	4.00	102.00	0.2194	18.43	30.00	303.15	80.00	45.99	0.47	190.550	1.59	0.99	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 4 COMPRESORES	4"GN-3058-AC110-CE040-0,020 Sm3/H	40	18	4.00	102	4.00	102.00	0.2178	147.84	30.00	303.15	80.00	45.99	0.47	190.550	1.59	0.99	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 2 COMPRESORES	3"GN-3058-AC130-CE040-3,000 Sm3/H	40	6	3.00	76	3.00	76.00	0.2288	28.62	30.00	303.15	80.00	45.99	0.47	190.550	1.59	0.99	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 1 COMPRESOR	2"GN-3058-AC130-CE040-1,500 Sm3/H	40	15	2.00	51	2.00	51.00	0.2325	32.47	30.00	303.15	80.00	45.99	0.47	190.550	1.59	0.99	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO - A	1.5"GN-3058-AC140-CE040-21.5 Sm3/H	40	15	1.50	38	1.50	38.00	0.2197	19.70	30.00	303.15	80.00	45.99	0.47	190.550	1.59	0.99	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO - B	0.75"GN-0,96-AC150-CE040-21.5 Sm3/H	40	5	0.75	19	0.75	19.00	0.2017	1.72	30.00	303.15	80.00	45.99	0.52	190.550	1.59	0.99	
GN-230	DESCARGA DE 2 COMPRESORES A ALMACENAMIENTO	0.75" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-05160-316-3,000 Sm3/H	05316	87	0.75	19	0.56	154.05	0.0138	13.82	30.00	303.15	80.00	45.99	0.50	191.550	1.59	0.99	
GN-230	DESCARGA DE 2 COMPRESORES	0.75" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-05170-316-3,000 Sm3/H	05316	80	0.75	19	0.56	154.05	0.0280	8.53	30.00	303.15	80.00	47.89	0.39	190.550	1.57	0.98	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 7 DISPENSARIOS DE GNV	1" x 0.120"ESP-GNC-3,0278-05180-316-3,000 Sm3/H	05316	190	1.00	25	0.76	154.05	0.0438	63.80	30.00	303.15	80.00	46.99	0.27	190.550	1.57	0.98	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 4 DISPENSARIOS DE GNV	1" x 0.120"ESP-GNC-3,0278-05190-316-3,000 Sm3/H	05316	80	1.00	25	0.76	154.05	0.0178	17.58	30.00	303.15	80.00	46.99	0.11	190.550	1.56	0.98	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 2 DISPENSARIOS DE GNV	0.75" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-05200-316-1,000 Sm3/H	05316	55	0.75	19	0.56	154.05	0.0287	8.74	30.00	303.15	80.00	50.99	0.27	190.550	1.56	0.98	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 1 DISPENSARIO DE GNV ALTO FLUJO	0.5" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-054-316-1,200 Sm3/H	05316	6	0.50	13	0.37	154.05	0.0028	0.43	30.00	303.15	80.00	51.99	0.97	190.550	1.54	0.98	
GN-230	ALIMENTACIÓN DE 1 DISPENSARIO DE GNV FLUJO ESTÁNDAR	0.5" x 0.089"ESP-GNC-3,0278-05220-316-900 Sm3/H	05316	40	0.50	13	0.37	154.05	0.0028	2.77	30.00	303.15	80.00	52.99	0.89	191.550	1.53	0.98	
Temperatura Máx. Ambiente															36.8 °C		4,243.9	797.8	4,202.9

En el Anexo 3 se incluye el cálculo de tubería y los planos del proyecto.

I.2 Operación.

I.2.1 PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE VEHÍCULOS

Las instrucciones de llenado deberán ser colocadas en un lugar adyacente a las mangueras de expendio:

I.2.2 PROCEDIMIENTO PREVIO AL LLENADO

Antes de realizar el procedimiento de llenado siempre se debe asegurar que:

- a) Las etiquetas de identificación estén aprobadas y en posición.
- b) Esté prohibido fumar dentro de 6 m a la redonda.
- c) El freno de mano de los vehículos deberá ser puesto en funcionamiento, en caso de vehículos automáticos la posición de la caja deberá estar en "P" (Parqueo).
- d) Todo sistema de ignición del vehículo, sistema eléctrico y radio (incluyendo equipos de radio de onda corta) deberán estar apagados.
- e) El cilindro deberá estar dentro del período de vida probado y el sistema deberá cumplir con estas normas.
- f) No existirán fugas en el equipo de GNV del vehículo que pueden ser detectadas visualmente o de manera obvia.
- g) La conexión de combustible estará en buenas condiciones y se ajusta a la boquilla del dispensador.

El acoplamiento de carga está diseñado de tal manera que la boquilla de Recepción se encuentre hermética en su totalidad antes de iniciar el proceso de transferencia

El Sistema de Verificación estará integrado por un Lector de Dispositivo Identificador en cada manguera y un Sistema de Información para el Suministro de GNC. Cada unidad que acceda a cargar Gas Natural deberá ser validada por el operador a través de un lector de identificación del vehículo, el cual tendrá comunicación con el software elegido para validar los datos recibidos mediante el chip identificador de cada vehículo.

I.2.3 PROCEDIMIENTO DE LLENADO

- a) Remueva el protector de polvo de la conexión de rellenado del vehículo.
- b) Coloque la manguera de rellenado en el punto de llenado.
- c) El vehículo no será abandonado durante el proceso de llenado excepto en el caso de llenado por goteo.
- d) Abrir la válvula de llenado lentamente permitiendo la transferencia de GNV de los cilindros de almacenamiento hacia el cilindro del vehículo. El GNV debe ser introducido

lentamente dentro del vehículo para impedir un choque de carga, además de un rápido incremento de la temperatura del gas.

- e) Cerrar la válvula de llenado una vez completada la operación de llenado.
- f) Desconectar cuidadosamente la manguera de llenado permitiendo un pequeño escape de gas de la conexión de llenado.
- g) Devolver la manguera a su posición correcta en el dispensario.

I.2.4 FINALIZACIÓN DE LLENADO

Antes de que un vehículo abandone el lugar de llenado es imperativo que dicho vehículo este exento de fugas ya sea en:

- a) El vehículo ó,
- b) En el punto de expendio, donde las fugas pueden haber sido producidas por una falla durante el llenado o por causa de reemplazo o movimiento de las conexiones.

Cuando el Conector de Llenado para surtir GNC/GNV esté en posición de espera, estará soportado y protegido contra daños y la acumulación de materiales extraños que podrían impedir su operación, tales como, nieve, hielo y arena

I.3 SISTEMAS DE AISLAMIENTO.

Sistema de detección de gas:

Está compuesto por un sensor catalítico y electrónica instalada en una caja clasificada para uso adecuado en ambientes clase 1, división 1, grupo D, que permite la medición a través de una señal eléctrica generada en el rango de 4-20 mA. La medición es adquirida por un módulo analógico y se visualiza a través del panel de operador. Opción de instalación de varios detectores distribuidos en varias zonas y en dispensadores (tanto digital, como analógica).

Figura 14. Detectores de gas de equipos IMW.



Pulsador tipo hongo con enclavamiento parada de emergencia: Dentro del tablero eléctrico se coloca una parada de emergencia de acuerdo a la normatividad internacional, para permitir parada del equipo en situaciones anormales. En otras ubicaciones se tiene en cuenta la zona, y las paradas de emergencia instaladas, tienen las certificaciones para funcionamiento de acuerdo a su aplicación

Figura 15. Parada de emergencia de tablero eléctrico y control.



Pruebas de Verificación.

En las pruebas de verificación se tomarán en cuenta todos los aspectos claves de la instalación de los equipos, los cuales estarán incluidos en las recomendaciones del fabricante y serán los correspondientes a las especificaciones aprobadas en el diseño. Una calificación de instalación deberá incluir al menos los siguientes aspectos:

- Verificación de cumplimiento de especificaciones.
- Verificación de las condiciones de instalación.
- Verificación de la correcta instalación.
- Historial de ductos.
- Información del fabricante.
- Especificaciones de diseño del ducto.
- Información de la orden de compra.
- Especificaciones del ducto.
- Información de mantenimiento.

La lista de insumos que utilizarán el ducto y caseta de regulación y medición para su operación o mantenimiento deberá considerar:

- Especificaciones de sistema de apoyo crítico.
- Características de los sistemas de control y monitoreo.

- Calibración.
- Mantenimiento preventivo.
- Listado de repuestos.
- Descripción del equipo auxiliar.
- Planos de instalación.
- Calibración de instrumentos.
- Desarrollo de la documentación involucrada.
- Descripción del equipo y su capacidad de trabajo.

Calificación operacional. Se refiere a la verificación que demuestra que los equipos funcionan en la forma esperada y son capaces de operar satisfactoriamente sobre todo el rango de los parámetros operacionales para los que han sido diseñados.

Calificación de desempeño. Se refiere a la efectividad y reproducibilidad del proceso, bajo dos tipos de condiciones: la primera, en relación a las condiciones normales de operación y la segunda, bajo los límites de operación.

Pruebas de integridad mecánica. Se refieren a todos los esfuerzos enfocados en asegurar que la integridad de los sistemas que contengan fluidos peligrosos sea mantenida durante la vida útil de las instalaciones, desde la fase de diseño, fabricación, instalación, construcción, operación y mantenimiento para garantizar la protección al personal, comunidad, medio ambiente e instalaciones. Los elementos que conforman o componen la integridad mecánica en las instalaciones de proceso son los siguientes:

- Aseguramiento de la calidad de equipos.
- Inspección y pruebas.
- Procedimientos de mantenimiento.
- Capacitación en mantenimiento.
- Control de Calidad de materiales de mantenimiento y partes de repuesto.
- Ingeniería de confiabilidad.
- Reparaciones y modificaciones.
- Auditorías.

A continuación se presenta la descripción de pruebas e inspecciones que se realizarán durante la fabricación, instalación y operación de ducto:

Pruebas No Destructivas (PND)

Las pruebas no destructivas son técnicas de inspección que se utilizan para la detección y evaluación de las posibles discontinuidades que puedan existir, tanto en la superficie, como en el interior de los materiales metálicos (placa rolada, material forjado, piezas de fundición, soldadura, etc.) que serán empleados en la fabricación de la tubería, dado que al aplicarlas, los materiales no se destruyen ni se ven afectados en sus propiedades físicas, químicas, mecánicas y/o características dimensionales.

Las principales aplicaciones de las pruebas no destructivas las encontramos en los siguientes aspectos:

- Detección de discontinuidades (internas y superficiales).
- Determinación de composición química.
- Detección de fugas.
- Medición de espesores y monitoreo de corrosión.
- Adherencia entre materiales.
- Inspección de uniones soldadas.

Las pruebas no destructivas son sumamente importantes en el continuo desarrollo industrial. Gracias a ellas, es posible, por ejemplo, determinar la presencia de defectos en los materiales o en las soldaduras de tuberías, en los cuales una falla catastrófica puede representar grandes pérdidas en dinero, vida humana y daño al medio ambiente.

Las etapas o situaciones en las que son aplicables las pruebas no destructivas se describen a continuación.

Recepción de materia prima.- Las pruebas no destructivas son aplicables por muestreo o al 100% para verificar que los materiales que se reciban en el almacén efectivamente cumplen con los requisitos de calidad indicados en los certificados y/o órdenes de compra.

Procesos de fabricación.- Las pruebas no destructivas se aplican en algunas etapas críticas de fabricación estratégicamente seleccionadas, con la finalidad de detectar oportunamente la posible presencia de discontinuidades y así poder tomar acciones correctivas para subsanar las causas que las originan.

Maquinado o Ensamble Final.-Las pruebas no destructivas son aplicadas para verificar si las superficies con acabado final no tienen imperfecciones que hayan aflorado a la superficie después del maquinado para dar las medidas finales y que afectan su utilidad interna o futura.

Procesos de soldadura.-Las pruebas no destructivas son aplicadas inmediatamente después de concluida y enfriada una unión con soldadura (algunos aceros requieren de 48 a 72 horas, después de concluida la soldadura), con la finalidad de evaluar la sanidad superficial e interna tanto de la soldadura así como de la zona afectada por el calor.

Procesos de reparación con soldadura.-Las pruebas no destructivas se aplican para ir monitoreando la remoción de los defectos inicialmente encontrados, para eliminarlos o reducirlos a un tamaño aceptable; después de la remoción de los defectos, las zonas exploradas se rellenan con soldadura y esta soldadura debe evaluarse para determinar la sanidad superficial e interna utilizando las pruebas no destructivas.

Mantenimiento preventivo.- Las pruebas no destructivas son una de las herramientas utilizadas para evaluar la integridad mecánica de los materiales en servicio que son susceptibles de sufrir: corrosión, picaduras, erosión y grietas por fatiga, grietas por corrosión bajo esfuerzo, daños por hidrógeno, etc.

Las principales pruebas no destructivas que se utilizaran en el proyecto se muestran a continuación:

a) Radiografiado

Para el procedimiento de radiografiado el contratista incluirá la película y los químicos para revelar la película que se utilicen, las pantallas, la intensidad de la fuente y los tiempos de exposición. El contratista se encargará de aplicar los procedimientos de manejo de materiales y residuos peligrosos generados, por lo que contará con los registros para la disposición final.

El personal que tenga a su cargo la inspección radiográfica estará debidamente acreditado, para realizar en óptimas condiciones el trabajo encomendado. La aptitud y conocimientos generales deberán ajustarse a los lineamientos generales que recomienda ASNT-TC 1a, de la Sociedad Americana de Pruebas No Destructivas. El personal debe cumplir con las indicaciones que señale la Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (C.N.S.N.S). La compañía de inspección radiográfica proporcionará a cada una de sus unidades el equipo necesario y el material suficiente para la ejecución de los trabajos. El procedimiento radiográfico desarrollado por el contratista de inspección radiográfica producirá radiografías aceptables sobre cada diámetro y espesor de pared de tubería en el proyecto.

Las compañías de inspección radiográficas cumplirán los requisitos que señale la licencia para uso y posesión de material radioactivo emitida por la Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), contarán con dosímetros y monitores detectores de radiación que permitan resolver cualquier situación de emergencia, los cuales deberán estar calibrados, anexando el certificado vigente de calibración. El trabajo se debe considerar con las precauciones necesarias para el personal que participe en el proyecto no reciban daño alguno por radiación y para los efectos se colocaran las señales reglamentarias y en lugares visibles, de tal manera que delimiten el área de trabajo considerando una circunferencia de 15 m, como mínimo de radio a partir del punto de aplicación.

b) Protección mecánica

La tubería será recubierta utilizando la especificación TGF-3 de la Asociación Nacional de Aplicadores de recubrimientos de tubería (National Association of Pipe Coating Applicators) y dicho recubrimiento será realizado en la planta del fabricante. El recubrimiento es elaborado en base a brea de alquitrán de hulla, el cual es distinto al alquitrán de hulla (prohibido por la NOM-007-SECRE-2010).

Con el objeto de aumentar la seguridad durante la operación del ducto y de aumentar la vida útil del mismo, se debe evitar la corrosión externa de la tubería. Para evitar la corrosión interna se debe asegurar que el gas no contenga agua o elementos corrosivos.

La corrosión externa se debe principalmente al efecto corrosivo producido por el contacto de un metal con el suelo. Al producirse dicho contacto se establece espontáneamente una corriente eléctrica entre el metal y el suelo, la que provoca una migración de átomos del metal hacia el terreno circundante. Cuanto menor es la resistividad (o mayor la conductividad) del suelo, mayor es la corriente eléctrica inducida, y por lo tanto, mayor es la tasa de corrosión. Para evitar este efecto se recubrirá la tubería con un material aislante eléctrico y se instalará un sistema de protección catódica. El recubrimiento aislante interrumpe la corriente eléctrica inducida en la mayor parte de la superficie externa de la tubería evitando así la corrosión. Dado que por razones prácticas, es imposible evitar que, tanto durante la instalación como la operación del ducto, se produzcan daños puntuales en el recubrimiento, es necesario recurrir a otro sistema que proteja dichas zonas de la tubería contra la corrosión. Esto se realiza mediante la inyección de una corriente eléctrica opuesta

a la provocada por el contacto entre el metal y el suelo, de magnitud igual o mayor a esta. El efecto resultante es la eliminación de la corriente eléctrica que provoca la corrosión.

La protección anticorrosiva se efectuará mediante aplicación en fábrica de un recubrimiento externo sobre la superficie limpia del ducto. El recubrimiento externo se aplicará de acuerdo con las normas aceptadas internacionalmente. Cualquier daño o imperfección en el recubrimiento será detectado y reparado en campo antes de la instalación, empleando material compatible con el sistema de recubrimiento original.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes.

La distribución de gas natural es considerada una actividad peligrosa dadas las características particulares de este material combustible, de las que se destacan su inflamabilidad y por otro lado, se tiene la característica de que su densidad relativa sea menor al compararla con el aire.

Algunos de los accidentes ocurridos en México relacionados con gas natural son:

Explosión por fuga de gas en Coyoacán (Fuente: El Universal en línea)

El 4 de Diciembre del 2015 ocurrió una explosión en una vivienda en la Delegación Coyoacán. El estallido ocurrió a las 21 horas debido presuntamente a una mala maniobra en una tubería por parte de trabajadores contratados por la empresa Gas Natural Fenosa.

La explosión dejó a 4 personas heridas, incluidos los trabajadores, mientras que dos casas dúplex resultaron con serios daños, siendo evacuados los vecinos del lugar.

Fuga de gas natural en Tlapango, Tlaxcala (Fuente: La Polilla Tlaxca/a <http://www.lapolilla.com.mx/2015/10/29/fuga-de-gas-natural-en-tlapanca/cotlaxca/a-desatofuertemovilizacion/>).

Alrededor de las 17:00 horas del día 28 de octubre de 2015 se reportó la ruptura de un ducto de gas natural de 20 milímetros de diámetro de la empresa "Maxigas"; tras 2 horas de labores se logró la contención de la fuga. No se registró la pérdida de vidas humanas ni lesiones a terceros.

Fuga de gas natural en ducto en Azcapotzalco (Fuente: El Financiero en línea) El 13 de Mayo del 2015, una tubería de gas natural fue fracturada durante obras de construcción en calles de la colonia Santa Catarina de la Delegación Azcapotzalco. La ruptura generó una fuga de gas que duró 2 horas hasta ser controlado por los bomberos. Debido a esto, se realizó el desalojo de habitantes a 500 metros a la redonda, unas 5 manzanas, aproximadamente 600 personas, a fin de prevenir una mayor emergencia. La válvula fue cerrada y bomberos esperaron a que la presión del gas disminuyera, mientras que con mangueras y agua evitaban que el gas se esparciera. No se reportaron personas lesionadas

Explosión en tubería de gas natural en San Pedro, N.L. (Fuente: La Jornada en línea)

El 07 de Agosto 2014, una explosión e incendio de gas natural en el sector Valle Oriente de San Pedro Garza García, en la zona metropolitana de Monterrey, causó alarma y dejó sin electricidad esa zona.

La zona donde se registró el incendio, con llamas que alcanzan los 10 metros de altura, es un área despejada con una excavación de 15 metros de profundidad donde se erigirá el centro comercial Fashion Orive y es poco concurrida por peatones.

De acuerdo con los reportes oficiales, la tubería dañada es la principal que abastece de gas natural al sector y resultó afectada al caerle una barda encima, la cual colapsó porque la tierra quedó reblandecida por recientes lluvias.

Testigos de los hechos refieren que se escuchó una fuerte explosión que cimbró las ventanas de los edificios aledaños e interrumpió el servicio eléctrico; posteriormente se escucharon otras explosiones menores. En este evento no hubo lesionados pero si hubo daños materiales, las cuales fueron 3 vehículos que se encontraban cerca y el carril lateral de la avenida Lázaro Cárdenas. Cerca de dos mil personas fueron desalojadas de los inmuebles contiguos durante los primeros minutos del siniestro, registrado a las 10:00 horas; una hora más tarde volvieron a sus lugares de trabajo cuando los cuerpos de auxilio determinaron que el alcance del incendio no los ponía en peligro.

Explosión de dueto de gas natural en Cuautitlán Izcalli (Fuente: Crónica.com.mx)

El 13 de Septiembre del 2008 ocurrió una explosión de gas natural provocada accidentalmente por trabajadores de la empresa OHL, quienes golpearon un dueto al realizar trabajos de perforación para la construcción de un puente vehicular, resultando dos personas lesionadas y el desalojo de poco más de cinco mil habitantes. En el estallido, que levantó llamas de hasta 40 metros de altura, resultaron lesionados el operador de la perforadora, y otra persona que transitaba por el lugar. De acuerdo con informes de Protección Civil del Estado de México, la explosión, registrada a las 8:10 horas en el kilómetro 34.5 de la autopista México Querétaro, no fue de peligro, aun cuando hubo momentos en que se registraron llamas de hasta 40 metros, por la ruptura del dueto de gas de 10 pulgadas de diámetro de la empresa Gas Natural de México S.A. (Diganamex). Se desalojaron 150 alumnos de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán, así como de dos escuelas primarias cercanas al lugar del accidente, y un poco más de 5 mil habitantes de colonias aledañas al lugar del accidente.

Una hora después del estallido, la flama se redujo hasta dos metros de altura, debido a que la empresa Diganamex cerró la válvula a la altura de Venta de Carpio.

Fuga en gasoducto ubicado en el Distrito Federal (Fuente: El Economista en línea)

El día 10 de mayo del 2009, se presentó una fuga de gas natural en la colonia CTM Culhuacán sección V, Delegación Coyoacán, la cual fue controlada por elementos del cuerpo de Bomberos.

Los vecinos y peatones fueron los que reportaron un olor a gas en la zona, movilizandolos a los bomberos y Protección Civil, los cuales ubicaron una fisura en un tubo alimentador de gas natural de 4 pulgadas de diámetro.

Como medida preventiva se desalojó a 65 personas de un edificio habitacional cercano y de un plantel de nivel preescolar.

Como puede observarse en los casos reportados, la mayoría de ellos incide en accidentes derivadas de la ruptura accidental de la tubería de gas natural que suministra el combustible tanto a unidades de vivienda habitacional como a comercios, servicios e industrias, no

encontrándose hasta la fecha de elaboración del presente Estudio de Riesgo casos de accidentes en Estaciones de Servicios de Gas Natural Comprimido o de Llenado Rápido.

Análisis de Riesgos

El análisis de riesgo tiene la finalidad de evaluar de manera general una situación potencial que permita prever acciones de contingencia para mitigar los efectos de un accidente. Asimismo, establece una medida relativa de la posibilidad de ocurrencia y la severidad de un accidente. Por otro lado, permite concentrar los esfuerzos de un plan de atención a emergencias en donde se encuentran los riesgos potenciales más elevados.

Para realizar el análisis de riesgo se consideraron aspectos como la identificación de las sustancias peligrosas y las actividades altamente riesgosas, los resultados del análisis de consecuencias, las condiciones del medio ambiente y las características de las instalaciones.

La evaluación de riesgos está directamente relacionada con la probabilidad de ocurrencia de un accidente y sus consecuencias y puede llevarse a cabo con base en la medida de riesgo de un peligro.

Identificación de Sustancias Peligrosas

La evaluación de las actividades consideradas como riesgosas se realiza con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Capítulo V, del Título IV, Artículo 147. Asimismo, tomando como fundamento los listados 1 y 2 de las Secretaría de Gobernación, quien determina las cantidades de reporte para clasificar a las empresas que realizan actividades altamente riesgosas.

El proyecto está considerado como de alto riesgo debido a que la cantidad de gas natural que manejará excede la cantidad de reporte.

El gas natural no forma nubes tóxicas en caso de una fuga. En cuanto a la posibilidad de un evento por explosión, el sistema no contará con sistema de almacenamiento, además de que su manejo se realizará con medidas de seguridad asociadas a su operación dentro de la planta.

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización.

Los métodos para la identificación, análisis y evaluación de riesgos son una herramienta muy valiosa para abordar su detección, causa y consecuencias que puedan acarrear. El estudio de Riesgo tiene la finalidad de atenuar tales riesgos así como limitar sus consecuencias.

Los objetivos principales son:

- Identificar y medir los riesgos que se presentan en una instalación industrial para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.
- Reducir los posibles accidentes graves que pudieran producirse.
- Determinar las consecuencias en el espacio y el tiempo de los accidentes, aplicando determinados criterios de vulnerabilidad.
- Analizar las causas de dichos accidentes.

- Discernir sobre la calidad de las instalaciones y operaciones realizadas en el establecimiento industrial.
- Definir medidas y procedimientos de prevención y protección para evitar la ocurrencia y/o limitar las consecuencias de los accidentes.
- Cumplir los requisitos de la normativa nacional e internacional.

Aspectos a tratar en los análisis de riesgos

Los aspectos de un análisis sistemático de los riesgos que implica un determinado establecimiento industrial, desde el punto de vista de la prevención de accidentes, están íntimamente relacionados con los siguientes aspectos:

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

El primer aspecto trata de contestar a la pregunta siguiente: ¿Qué puede ocurrir? Es propiamente la identificación de los riesgos mediante técnicas adecuadas.

La siguiente cuestión a resolver es: ¿Cuál es la frecuencia de que ocurra? Se trata de aplicar métodos que puedan determinar la frecuencia de ocurrencia mediante métodos semicualitativos o bien mediante análisis cuantitativos de riesgo (ACR) que implican aspectos cualitativos.

Por último, trata de contestar a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las consecuencias? Se trata de aplicar programas de simulación matemática de análisis de consecuencias.

En la práctica, cuando se analiza desde el punto de vista de la seguridad una determinada instalación se combinan un conjunto de métodos, desde los análisis históricos, combinados con listas de comprobación para después realizar un análisis sistemático mediante HAZOP. En determinados casos también se realizan métodos de estimación de frecuencias.

Métodos de identificación de riesgos

Básicamente existen dos tipos de métodos para la realización de análisis de riesgos, si atendemos a los aspectos de cuantificación como:

- Métodos cualitativos: se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos. Pueden ser métodos comparativos y métodos generalizados.
- Métodos semicualitativos: los hay que introducen una valoración cuantitativa respecto a las frecuencias de ocurrencia de un determinado suceso y se establecen métodos para la determinación de frecuencias, o bien se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación en base a una serie de índices que cuantifican daños como por ejemplo índices de riesgo.

Métodos comparativos

Se basan en la utilización de técnicas obtenidas de la experiencia adquirida en equipos e instalaciones similares existentes, así como en el análisis de sucesos que hayan ocurrido en establecimientos parecidos al que se analiza. Principalmente son cuatro métodos los existentes:

- Manuales técnicos o códigos y normas de diseño
- Listas de comprobación o "Safety check lists"
- Análisis histórico de accidentes
- Análisis preliminar de riesgos

Métodos generalizados

Los métodos generalizados de análisis de riesgos, se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos. Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc. que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos.

Existen varios métodos generalizados, los más importantes son los siguientes:

- Análisis "What If ...?"
- Análisis funcional de operabilidad, HAZOP
- Análisis de árbol de fallos, FTA
- Análisis de árbol de sucesos, ETA
- Análisis de modo y efecto de los fallos, FMEA.

I.4.3 Hazop.

Para la identificación de riesgos, se empleó la técnica conocida como Hazop (Hazard and Operability Study). El HAZOP es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada. Por tanto, ya se aplique en la etapa de diseño, como en la etapa de operación, la sistemática consiste en evaluar, en todas las líneas y en todos los sistemas las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guía".

El método surgió en el año de 1963 en la compañía Imperial Chemical Industries, ICI, que utilizaba técnicas de análisis crítico en otras áreas. Posteriormente, se generalizó y formalizó, y actualmente es una de las herramientas más utilizadas internacionalmente en la identificación de riesgos en una instalación industrial.

El HAZOP, permite un análisis sistemático de las desviaciones (por lo general involuntarias), que pueden producirse en el desarrollo de un proyecto, así como en la operación de un

proceso ya establecido. La metodología de un estudio HAZOP, se puede resumir de la siguiente manera:

Descripción del proceso

Para desarrollar un estudio HAZOP, se requiere de una descripción completa del proceso, la cual permita definir la intención del diseño. Esto permitirá conocer las condiciones críticas de operación consistente en volúmenes, presiones, así como las medidas de seguridad y condicionante aplicadas en cada etapa.

División en áreas o secciones a analizar

Es conveniente dividir en secciones la instalación o proceso a evaluar, esto permitirá en primera instancia hacer más simple el trabajo, evaluar de forma puntual y más a detalle cada una de las partes del proyecto.

Aplicar palabras guías en cada sección

Durante el proceso de planeación para la aplicación de la técnica HAZOP, es necesario analizar todas las posibles palabras guía o clave existentes, factibles de aplicar a la instalación a analizar, dependiendo del giro, proceso y variables operativas principales del proceso, por lo que a continuación se muestran algunas de las palabras guía que son viables de aplicar a cualquier tipo de instalación.

Tabla 18. Palabras guía para realizar el Hazop

Palabras clave	Significado	Comentarios	Desviación
NO, NADA	Total negación de la intención	Ninguna parte de la intención ocurre	No existe flujo donde debería. No existe energía
MÁS, MAYOR	Aumenta el grado de la intención	Se refiere a las cantidades y propiedades	Mayor flujo, más carga, tiempo de reacción, alta temperatura, presión viscosidad.
MENOS, MENOR	Disminuye el grado de intención.	Se refiere a las cantidades y propiedades	Menor flujo, menos carga, tiempo de reacción, baja temperatura, presión, viscosidad.
A PARTE DE, TAMBIÉN	Un aumento cualitativo	La intención ocurre junto con otra actividad.	Otras fases, impurezas, otros flujos, a parte existen corrosión
PARTE DE, SOLO PARTE DE	Una disminución cualitativa	Algunas intenciones ocurren, otras no	Composición diferente, alguna omisión en adiciones

Palabras clave	Significado	Comentarios	Desviación
CONTRARIO A	Ocurre lo opuesto a la lógica.	Ocurre lo contrario a lo que se esperaba	El flujo se regresa el producto envenena "D" vs, "L"
EN VEZ DE, ANTES DE, DESPUÉS DE, ADONDE MÁS	Sustitución completa	Ocurre algo totalmente distinto a lo esperado	En vez de cargar "B", en vez de enfriar calentar.

Por lo anterior, se determinó el uso de palabras guía. Las palabras guías aplicadas básicamente son:

NO, MAS, MENOS, adicionalmente se pueden considerar palabras específicas al tipo de proceso, o variable de operación como; NO FLUJO, FUGA, RUPTURA, ALTO O BAJO NIVEL, etc., estas palabras deben de definirse antes de iniciar la evaluación.

Determinar las desviaciones significativas

Una vez que se tiene conocimiento del diseño y se han aplicado las palabras clave, se pueden evaluar los puntos donde se pudiera presentar alguna anomalía, tanto en el diseño como en la operación. Las desviaciones o consecuencias significativas son aquellas fallas que pudieran representar un riesgo tanto al proceso, como al personal que lo opera.

Proponer las medidas preventivas o correctivas según sea el caso

Una vez que se han determinado los puntos críticos, así como las consecuencias, se pueden proponer las medidas correctivas en el diseño o las modificaciones en el proceso, para evitar o disminuir las desviaciones detectadas.

Aplicar estas medidas y evaluar el diseño u operación

Todos los estudios HAZOP, tienen que ser evaluados en repetidas ocasiones, o hasta que se determine un punto de operación aceptable. Este tipo de estudios se puede aplicar considerando varios criterios, ya sean Seguridad, Diseño o Producción. A continuación se presentan ciertos parámetros y características para la realización del análisis HAZOP, a las instalaciones de la planta.

DEFINICIONES:

NODO: Es un punto, sección o área de estudio del sistema, proceso o instalación, al cual se analizarán e identificarán todos los riesgos inherentes de un evento indeseable y en los cuales se pueden presentar las siguientes condiciones:

Una transferencia de materia o energía (Operaciones unitarias tales como: destilación, absorción, etc.), un incremento de energía potencial debido a medios mecánicos, tales como bombas o compresores, una separación de fases, etc.

Por lo anterior un nodo es una parte, sección, o área de estudio de un sistema integral. Cada línea, pieza, equipo puede ser seleccionado o examinado como un nodo, esto dependerá de que tan a detalle se requiera el estudio, sin embargo, en la práctica común se toma o establece un nodo como una sección del proceso, operación unitaria, etc.

Los Nodos han sido seleccionados para representar puntos críticos en el proceso e instalaciones donde pueden ocurrir cambios.

Los Nodos seleccionados no incluyen equipo idéntico o redundante (relevo), a menos que las funciones de apoyo sean secundarias para una de las partes.

Propósito o intención de diseño:

Describe la forma en que se espera funcione el elemento analizado, pudiendo tomar varias formas tales como líneas, equipos (recipientes, bombas, compresores, etc.), sistemas u operaciones unitarias.

Desviaciones: Son los cambios o variaciones que se pueden presentar durante la operación del sistema, lográndose mediante la combinación de la palabra clave seleccionada, más la variable de operación del sistema analizado, como no-flujo, alta o baja presión, etc.

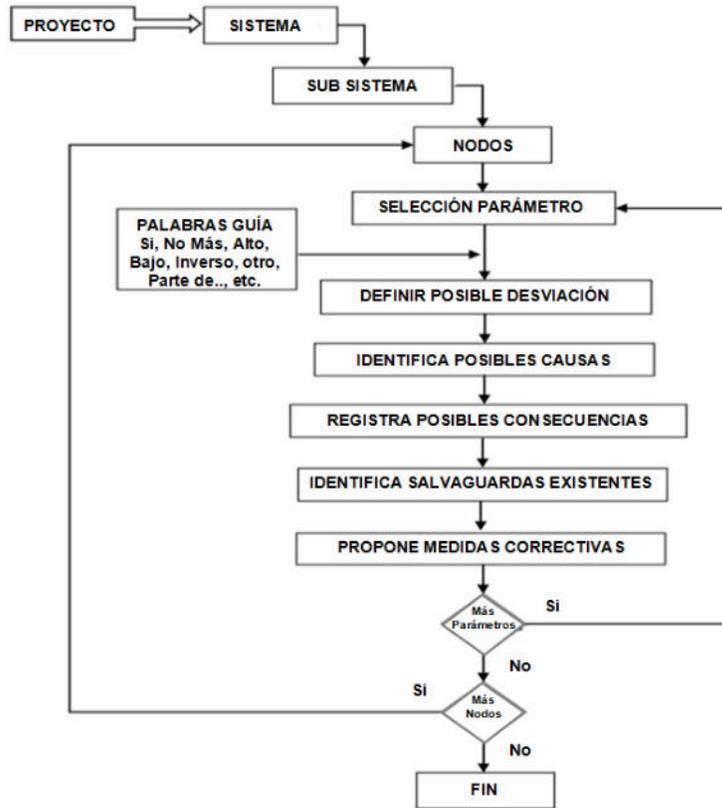
Causas: Son las razones, por las que se pueden presentar las desviaciones. Cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

Consecuencias: Son los resultados o evento de riesgo, que se obtendrán en caso de que se presentaran algunas desviaciones.

Salvaguardias: Son las medidas de seguridad, dispositivos, instrumentación, programas, planes, etc., con que cuenta el sistema, para cada causa, con el propósito de prevenir o mitigar las consecuencias asociadas.

Recomendaciones: Para todas las causas identificadas y tomando como base las consecuencias de ocurrencia y salvaguardias existentes en el lugar, se proponen adicionalmente las recomendaciones necesarias, dirigidas a lograr una disminución o control del riesgo identificado.

Figura 16. Procedimiento para el análisis HazOp



Dicho procedimiento se ajustó a los requerimientos y recomendaciones de los siguientes documentos de referencia:

- Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos_SEMARNAT/ASEA.
- IEC-61882 Ed. 2003 (R2013) "Hazard and Operability Studies (HAZOP Studies) – Application Guide".
- NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores.

Los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) empleados para el desarrollo de la metodología HazOp, fueron los proporcionados por el proveedor de la Ingeniería.

En base a la información técnica (Diagramas de Tubería e Instrumentación, Descripción de Proceso, Filosofía de Operación) el equipo de los especialistas en análisis de riesgos, definieron los siguientes nodos para la identificación de riesgos mediante la metodología HazOp, resultando 3 líneas o circuitos, que se listan en la siguiente tabla:

Tabla 19. Nodos empleados en el desarrollo de la metodología del HazOp con grupo multidisciplinario

Circuito	Descripción Circuito	Nodos	Descripción del(los) Nodo(s)	Observaciones
1	Compresores de gas natural de 4 etapas con presión de descarga de 250 bar	1	El Compresor utilizado es del tipo pistón, recíprocante, arreglo en “W”, de 2 a 4 etapas de compresión, la presión de succión indicada en cuadro de equipos y una presión de descarga de 255 Bar (3625) Psi.	Los compresores elevan la presión de 4 bar a 250 bar. Presión de succión= 21 Bar (304.57 Psi); Máxima presión de carga: 250 Bar (3,625.94 Psi); Presión de trabajo = 248 Bar (3600 Psi); Flujo = 1800 Sm ³ /h Arreglo en "W", Recíprocamente, 4 etapas, fuerza motriz principal, motor eléctrico de 300 HP, 460 VCA, COMP
2	Sistema de almacenamiento de gas natural	2	El equipo de almacenamiento consiste de una batería de 16 cilindros dispuestos en forma vertical con capacidad individual de 125 lts de agua. La entrada de gas al sistema de almacenamiento se da a través de una tubería de 0.75” de diámetro. El sistema opera a una presión máxima de 250 bar. A la salida de los tanques de almacenamiento, el gas pasa por un manómetro para después ser enviado hacia el surtidor. El sistema cuenta con válvula por exceso de flujo. El sistema es capaz de almacenar 362 kg de GNC aproximadamente	ALMACENAMIENTO DE GAS NATURAL CAP. 2,000 L DE AGUA, PRESIÓN DE TRABAJO = 250 BAR (3,626 PSI) 16 TANQUES DE ACERO DE 125 LTS DE CAPACIDAD DE AGUA, 3 LINEAS DE ALMACENAMIENTO.
3	Sistema de Despachadores de gas natural	3	Los dispensarios se encargan de la transferencia de Gas Natural a las unidades vehiculares mediante un sistema de tuberías, válvulas y mangueras que permiten el suministro y garantizan la operación de los equipos.	DISPENSARIO DE GAS NATURAL ALTO FLUJO, 2 CARAS, PRESIÓN DE MÁXIMA DE TRABAJO = 248 BAR (3,600 PSI) PRESIÓN DE LLENADO = 207 BAR (2,900 PSI), DOBLE CARA, 2 X MANGUERA DE CARGA DE 3M DE LONG, VOLTAGE DE CONTROL 120 VCA/24 VCD, AGE DE CONTROL 120 VCA/24 VCD, FLUJO = 1,200 SM ³ /HR

En el Anexo 6 se presentan los resultados de la aplicación del HAZOP y la jerarquización de riesgos

Jerarquización de Riesgos

Durante la aplicación de la metodología de identificación de riesgos se elaboró de forma simultánea el proceso de jerarquización de los eventos identificados, con objeto de seleccionar los postulados finales sobre los que se fundamentará el análisis de consecuencias y de frecuencias, así como para definir aquellos que estando en una situación de riesgo intermedia, deben ser cuestionados sobre la justificación o no de la implantación de las recomendaciones aplicables. Para poder lograrlo se tiene establecido dentro del método HAZOP un cálculo denominado Número de la Probabilidad del Riesgo, que es en realidad la conjunción entre la probabilidad y las posibles consecuencias, el cual se obtiene mediante la multiplicación de dos factores llamados " F " para la Probabilidad o Frecuencia y " C " para los posibles Efectos o Consecuencias.

$$RPN = F \cdot C$$

Donde:

RPN = Número de Probabilidad de Riesgo (Rango de Riesgo)

F = Probabilidad o frecuencia de la presentación del accidente.

C = Posibles efectos o consecuencias.

Tabla 20. Número de Probabilidad de Riesgo en matriz de riesgo 4 X 4 Consecuencia

Rango	Consecuencia	Descripción
4	Catastrófica	Fatalidad, daños superiores a 1 MD\$
3	Severa	Heridas múltiples, daños de 0.1 a 1 MD\$
2	Moderada	Heridas ligeras, daños de 0.01 a 0.1 MD\$
1	Ligera	Sin heridas, daños menores a 0.01 MD\$

Fuente: Procedimiento para analizar análisis de riesgo en PEMEX Exploración y Producción PG-SS-TS-003-2007 y NRF-018-PEMEX-2007.

Tabla 21. Número de Probabilidad de Riesgo en matriz de riesgo 4 X 4 Frecuencia

Rango	Frecuencia	Descripción
4	Frecuente	Ocurre más de una vez por año
3	Poco Frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 10 años
2	Raro	Ocurre una vez entre 10 y 100 años
1	Extremadamente raro	Ocurre una vez entre 100 años o más

Fuente: Procedimiento para analizar análisis de riesgo en PEMEX Exploración y Producción PG-SS-TS-003-2007 y NRF-018-PEMEX-2007.

Tabla 22. Rango de Probabilidad de Riesgo en matriz de riesgo 4 X 4

Rango	Riesgo	Descripción
1, 2 y 3	Aceptable	Riesgo generalmente aceptable
4 a 6	Aceptable con controles	Se deben revisar y en su caso modificar los procedimientos de control del proceso
8 y 9	Indeseable	Se deben revisar y en su caso modificar los procedimientos y controles tanto de ingeniería como administrativos, en un periodo de 3 a 12 meses
12 a 16	Inaceptable	Se deben revisar y en su caso modificar los procedimientos y controles tanto de ingeniería como administrativos, en un periodo de 3 a 6 meses

Fuente: Procedimiento para analizar análisis de riesgo en PEMEX Exploración y Producción PG-SS-TS-003-2007 y NRF-018-PEMEX-2007.

Tabla 23. Matriz de Jerarquización

Frecuencia		Consecuencia			
		Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
		1	2	3	4
Frecuente	4	4	8	12	16
Poco frecuente	3	3	6	9	12
Raro	2	2	4	6	8
Extremadamente raro	1	1	2	3	4

Fuente: Procedimiento para analizar análisis de riesgo en PEMEX Exploración y Producción PG-SS-TS-003-2007 y NRF-018-PEMEX-2007.

Resultados de la Jerarquización

A continuación, se presenta la Jerarquización de los nodos del Hazop:

Resultados de la jerarquización de riesgo

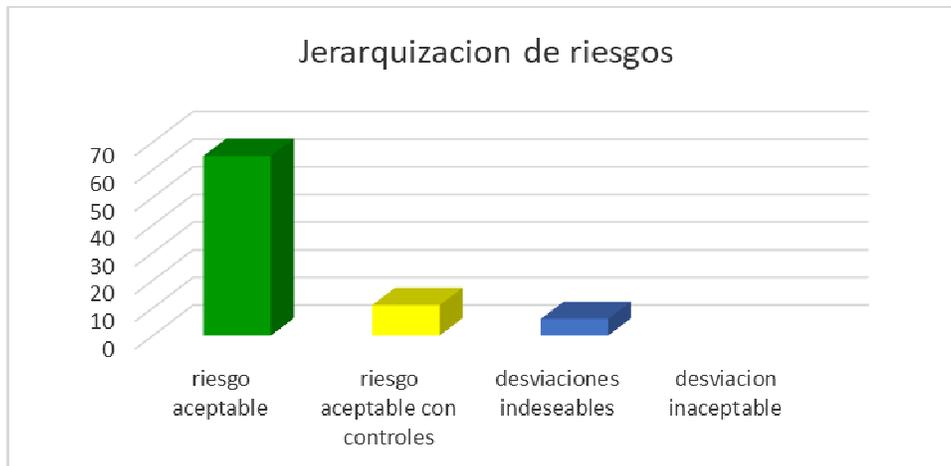
Tabla 24. Resumen de resultados por desviación de la matriz de riesgos

Frecuencia		Consecuencia			
		Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
		1	2	3	4
Frecuente	4				
Poco frecuente	3				
Raro	2		24	10	6
Extremadamente raro	1	33	3	5	1

Tabla 25. Resumen del Rango de Probabilidad de Riesgo en matriz de riesgo 4 X 4

Rango	Riesgo	Descripción
1, 2 y 3	Aceptable	65
4 a 6	Aceptable con controles	11
8 y 9	Indeseable	6
12 a 16	Inaceptable	

Figura 17. Grafica de los resultados por desviación de la matriz de riesgos



Los escenarios identificados corresponden a la fuga de gas natural. En cada uno de los nodos, el evento máximo catastrófico se da por la ocurrencia de eventos extraordinarios y ajenos a la operación de carga de gas natural a unidades móviles de transporte, tales como el golpe a unidades o equipos por unidades externas, condiciones ambientales adversas (sismos), o daño intencional de la instalación. La compresión de gas natural representa la parte más crítica del proceso, y adicional a los escenarios por golpe externo, sismos o daño intencional, también se identificaron como causas potenciales de riesgo la falla del motor que opera el compresor, el sistema de refrigeración y la falta de aceite durante las operaciones. Un evento particular que se puede presentar es el desacople de la unidad móvil en carga, lo cual generaría una situación de emergencia en las instalaciones.

En un menor grado, considerados como eventos probables de ocurrencia, los instrumentos de medición, válvulas y vibraciones son posibles causas para la ocurrencia de accidentes que pudieran culminar en el deceso de personal y usuarios cercanos a las instalaciones. Asimismo, la falta de capacitación del personal puede resultar como una causa para la ocurrencia de accidentes en la “Estación Gas Natural vehicular”.

A continuación, se presenta la información en las que se basa la evaluación del riesgo de acuerdo a la definición de las categorías de accidentes con base en la probabilidad de un evento:

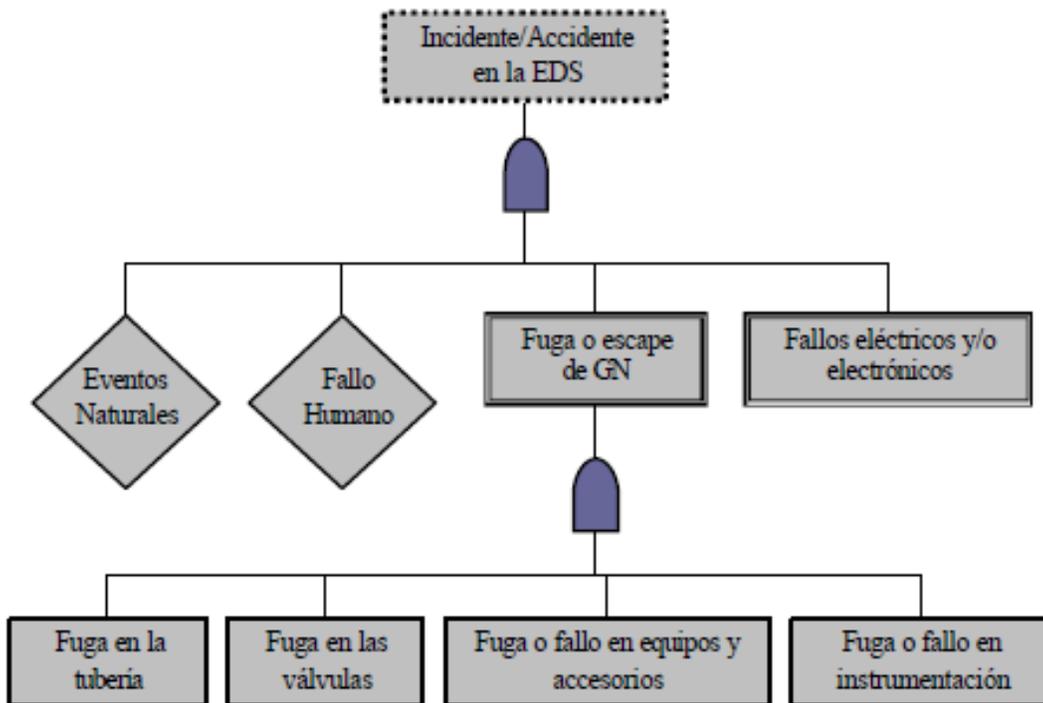
Tabla 26. Definiciones de las Categorías con base en la Probabilidad de un Evento

Categoría	Evento	Tiempo en años entre fallas	Rango de probabilidad por año	Definición (con base en el tiempo de vida de operación de la planta)
1	Raro	100 a 320	0.01 a 0.003	No esperado que ocurra
2	Eventual	32 a 100	0.03 a 0.01	Posibilidad remota de que ocurra
3	Posible	10 a 32	0.1 a 0.03	Esperado que ocurra una vez
4	Probable	3 a 10	0.3 a 0.1	Esperado que ocurra más de una vez
5	Frecuente	1 a 3	1 a 0.3	Esperado ocurra cuando menos anualmente

Conclusiones:

- En la Jerarquización de Riesgos se evaluaron 82 desviaciones donde el 79.26% son aceptables, el 13.41% son aceptables con controles 7.31 %. Es indeseable
- No se presentaron desviaciones inaceptables.
- La evaluación de consecuencias se realizó con las desviaciones 1.4.8., 2.2.3., 3.4.8 indicadas en el Hazop.
- Los eventos resultantes su probabilidad de ocurrencia es poco probable, debido a aplicación de los estrictos procedimientos de construcción, mantenimiento, pruebas de integridad mecánica; así como las estadísticas que se tienen de este tipo de instalaciones.

Figura 18. Diagrama de árbol de fallos



Con el fin de cuantificar la frecuencia de ocurrencia del evento tope se consultaron los reportes de accidentes incidentes que han tenido las empresas distribuidoras de GNCV en la operación de EDS.

Eventos Consultados	Cantidad de sucesos	frecuencia	
		Eventos por estación	porcentaje
Fallo en la tubería de suministro	1	1.11E-01	5
Sobrepresión en la EMR	3	3.33E-01	16
Fallo y/o fuga de la electro válvula EMR	3	3.33E-01	16
Fallo por sobrepresión en la entrada del compresor	1	1.11E-01	5
Fallo por sobrepresión en el compresor	11	1.22E+00	58
Fallo por temperatura en el compresor	1	1.11E-01	5
Fallo por lubricación en el compresor	7	7.78E-01	37
Fallo del ventilador del sistema de compresión	4	4.44E-01	21
Fallo en los conectores del compresor	1	1.11E-01	5
Fuga de gas en el compresor	2	2.22E-01	11
Fallo en la válvula de seguridad del pulmón de succión	1	1.11E-01	5
Fallo en los filtros del sistema de compresión	1	1.11E-01	5
Congelamiento de las tuberías y accesorios del compresor	7	7.78E-01	37
Fallo por calentamiento del motor	2	2.22E-01	11
Fuga de gas en las válvulas de alivio del compresor	8	8.89E-01	42
Fallo por sobrepresión en el almacenamiento	1	1.11E-01	5
Fallo por sobrepresión en el surtidor	1	1.11E-01	5
Fuga y/o fallo en las mangueras de los surtidores	31	3.44E+00	163
Congelamiento de la manguera	13	1.44E+00	68
Fallo en las válvulas del surtidor	1	1.11E-01	5
Fuga en el filtro del surtidor	2	2.22E-01	11
Fallo de la boquilla de carga	5	5.56E-01	26
Fugas en el surtidor (acoples)	1	1.11E-01	5
Fallo de la válvula solenoide del surtidor	3	3.33E-01	16
Fallo de la válvula Break Away	2	2.22E-01	11
Accidentes por factor humano	15	1.67E+00	79
Accidentes por vehículos	4	4.44E-01	21
Fallo en los extintores con incendio presencial	1	1.11E-01	5

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
"ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO"

Fallas eléctricas en la EDS	10	1.11E+00	53
Fallo del transformador de la subestación eléctrica	19	1.11E-01	0.5
Paradas de emergencia	19	2.11E+00	10.0
Fallos por el kit de conversión del vehículo	10	1.11E+00	53
Drenaje o purga de gas obligados	17	1.89E+00	89
Número de años	3		
Total de eventos consultados	190		
Número de EDS involucradas	3		

En la construcción del árbol de fallos. Se identificaron 4 eventos tope:

Accidentes o incidentes ocasionados por presencia de fugas o escapes de GN en algún componente bajo condiciones normales y extremas de trabajo.

Accidentes o incidentes ocasionados por presencia de cortos circuitos en algún componente eléctrico de la bajo condiciones normales y extremas de trabajo.

Accidentes o incidentes ocasionados por fallos humanos intencionados o no intencionados.

Accidentes o incidentes ocasionados por eventos naturales como sismos, descargas eléctricas, inundaciones etc. que conducen a fugas o escapes de GN y/o generación de fuentes de ignición.

Los 2 últimos eventos son riesgos que están fuera de control de la operación de la EDS, por tanto no fueron considerados como objeto de mayor análisis aunque serán tenidos en cuenta en el momento de fijar los reductores de riesgo. Del árbol de fallos obtenido se puede concluir que:

La "calidad del gas no óptima" es el riesgo básico que más se repite en el árbol de fallos.

Esto concuerda con el hecho que la calidad del gas afecta todos los componentes de la EDS.

El "fallo en el funcionamiento de las válvulas de alivio de presión" es el riesgo básico con dentro del árbol de fallos. Esto coincide con el hecho que la variable presión que más controlada durante la operación de la EDS-GNCV. Este riesgo básico es otro de los que aparece más frecuentemente dentro del árbol de fallos

Con el fin de cuantificar la frecuencia de ocurrencia del evento tope se consultaron los reportes de accidentes incidentes que han tenido las empresas distribuidoras de GNCV en la operación de EDS.

También se observó que los riesgos básicos que ocurren más frecuentemente son:

- o fallo humano en la zona de llenado
- o calidad del gas no óptima

- o Accidentes de vehículos en la zona de llenado

Posteriormente se evaluó la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados y la severidad de las consecuencias. Finalmente se valoró cada uno de los riesgos básicos e intermedios como la ponderación de su frecuencia de ocurrencia y de su severidad. Se observó que los riesgos básicos clasificados como intolerables son:

- Fallo por factor humano
- Fallo por accidentes de vehículos en el área de surtidores
- Obstrucción en la línea por mantenimiento deficiente

De los fallos analizados se evaluarán las consecuencias de los siguientes eventos

Evento 1:

Fuga de gas natural con riesgo de incendio y explosión a través de uno de los compresores

Evento 2:

Fuga de gas natural con riesgo de incendio y explosión a través de cilindros de almacenamiento.

Evento 3.

Fuga de gas natural durante abastecimiento de unidades móviles

Los escenarios identificados corresponden a la fuga de gas natural. En cada uno de los nodos, el evento máximo catastrófico se da por la ocurrencia de eventos extraordinarios y ajenos a la operación de carga de gas natural a unidades móviles de transporte, tales como el golpe a unidades o equipos por unidades externas, condiciones ambientales adversas (sismos), o daño intencional de la instalación.

La compresión de gas natural representa la parte más crítica del proceso, y adicional a los escenarios por golpe externo, sismos o daño intencional, también se identificaron como causas potenciales de riesgo la falla del motor que opera el compresor, el sistema de refrigeración y la falta de aceite durante las operaciones.

Un evento particular que se puede presentar es el desacople de la unidad móvil en carga, lo cual generaría una situación de emergencia en las instalaciones.

En un menor grado, considerados como eventos probables de ocurrencia, los instrumentos de medición, válvulas y vibraciones son posibles causas para la ocurrencia de accidentes que pudieran culminar en el deceso de personal y usuarios cercanos a las instalaciones. Asimismo, la falta de capacitación del personal puede resultar como una causa para la ocurrencia de accidentes en la "Estación de Gas Natural Vehicular".

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

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

La determinación de los radios potenciales de afectación se realizó con la siguiente secuencia:

- Selección de escenarios de mayor probabilidad de ocurrencia.
- Selección de escenarios de mayores consecuencias.
- Simulación de eventos con el simulador ALOHA 5.4.1, de los escenarios identificados en el Hazop.

Descripción del software de simulación utilizado.

El programa ALOHA (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*), Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas fue desarrollado por la EPA (*Environmental Protection Agency*) y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). ALOHA utiliza el modelo gaussiano para predecir la dispersión de gases neutros considerando una distribución de la concentración.

El Software ALOHA es un programa informático diseñado especialmente para el uso de personas que responden a situaciones de emergencia tales como emisiones de sustancias químicas, explosiones y incendio, así como para la planificación de atención de emergencias y la formación del personal antes mencionado.

El programa ALOHA cuenta con modelos para simular los principales peligros como toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica (calor) y sobrepresión (explosión) relacionados con emisiones de sustancias químicas que resultan en la liberación de gases tóxicos, incendios y/o explosiones. Los modelos implementados en ALOHA permiten considerar dispersiones originadas en fuentes continuas o instantáneas.

Como resultado de la resolución de los modelos implementados se obtiene la distancia máxima a la cual se alcanza la concentración de interés determinada. A partir de esta información el programa establece el contorno de la nube formada para la concentración elegida (valor umbral) y predice, en forma gráfica, el perfil de concentración y la dosis para cualquier punto de coordenadas (x,y) a cierta distancia de la fuente.

Características principales del programa.

Genera una gran variedad de producción en escenarios específicos, incluyendo la zona de amenaza, amenaza en lugares específicos y gráficos de la fuente.

Calcula la tasa de liberación de productos químicos de escape en los tanques, charcos (tanto en la tierra y el agua), las tuberías de gas y predice los cambios de velocidad de liberación a través del tiempo.

Modelos de escenarios diferentes: por ejemplo las nubes de gas tóxico, BLEVEs (vapor saturado), los incendios de chorro, las explosiones de nube de vapor y los incendios de charco.

Evalúa los diferentes tipos de riesgo (en función de la hipótesis de emisión): toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica y sobrepresión.

Consideraciones para el modelo

La información necesaria para la evaluación del modelo de simulación es:

- Características físicas y químicas del fluido.
- Condiciones meteorológicas para el escenario del sitio y clase de la estabilidad atmosférica.
- Tiempo de fuga.
- Diámetro equivalente del orificio de la fuga.
- Condiciones de operación.

Características físicas y químicas del fluido

Los datos de las características físicas y químicas del gas natural fueron obtenidos de la hoja de seguridad.

Condiciones meteorológicas para el escenario del sitio.

Las condiciones meteorológicas del sitio fueron tomadas de la Manifestación de Impacto Ambiental y se presentan en las hojas de datos para suministrar al modelo.

Las clases atmosféricas de la estabilidad de Pasquill

El método para categorizar la cantidad de la turbulencia presente en la atmósfera es el método desarrollado por Pasquill en 1961, el categorizó la turbulencia atmosférica en seis clases de la estabilidad denominadas A, B, C, D, E y F. La clase A que es la más inestable o la más turbulenta, y la clase F es la más estable o menos turbulenta. La tabla siguiente enumera las seis clases y la tabla subsecuente proporciona las condiciones meteorológicas que definen cada clase.

Tabla 27. Tipos de estabilidad

Tipo de estabilidad	Definición
A	Muy inestable
B	Inestable
C	Levemente inestable
D	Neutral
E	Levemente estable
F	Estable

Una condición estable se caracteriza por un flujo laminar de las capas del aire y se presenta ausencia de turbulencia, un gradiente vertical de temperatura, fluctuaciones mínimas de la dirección del viento y un bajo nivel de insolación (condiciones más adversas para la dispersión de contaminantes). La relación entre las clases de estabilidad y las condiciones meteorológicas (radiación solar y cobertura del cielo) se muestra en la siguiente tabla

Tabla 28. Condiciones meteorológicas que definen la Clase

Velocidad del viento m/seg	Día e Insolación fuerte	Día e Insolación moderada	Día e Insolación débil	Noche y nubosidad Más de 50%	Noche y nubosidad Menos del 50 %
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la presentación de Estudios de Riesgos para modelaciones, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, se deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

Tiempo de fuga

Se estima que el tiempo de fuga que se ha utilizado en las modelaciones es el tiempo de respuesta para que el operador del cuarto de control de aviso y se tomen las medidas correctivas en la caseta de regulación y medición de gas natural dentro de las instalaciones del proyecto, el cual es de un periodo de cinco minutos aproximadamente.

Diámetro de orificio de fuga

El área y forma del orificio es uno de los parámetros que tienen gran incertidumbre. Por lo general se supone un orificio circular y los simuladores cuentan con modelos de fuga para orificios circulares. En ocasiones se simulan eventos ya ocurridos con orificios de geometría distintas a la circular. Para el caso de orificios con geometrías distintas a la circular se debe considerar un área equivalente a un círculo a partir del área del orificio de fuga. Para seleccionar el valor del área del orificio ver la siguiente tabla.

Tabla 29. Diámetros equivalentes de la fuga (DEF)

	Área del sistema, donde se presenta	Diámetro Equivalente de la Fuga
Para el caso alterno	Líneas de proceso $\frac{3}{4}'' \leq DN \leq 2''$	DEF = 1.00 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Líneas de proceso $2'' < DN \leq 6''$	DEF = 0.30 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Líneas de proceso ó ductos de transporte $6'' \leq DN$	DEF = 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Bridas	Según el diámetro de la línea de proceso, aplican los criterios anteriores.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Para el caso alterno	Área del sistema, donde se presenta	Diámetro Equivalente de la Fuga
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso	Para todos los tamaños de flechas DEF = calcularlo con el 100% del área anular
	Sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso	Para todos los tamaños de vástago DEF = calcularlo con el 100% del área anular
Para el caso más probable	Líneas de proceso $\frac{3}{4}'' \leq DN \leq 2''$	DEF = 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso
	Líneas de proceso $2'' < DN \leq 2''$	DEF = 0.6" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
	Líneas de proceso ó ductos de transporte $6'' \leq DN$	DEF = 0.75" para DN de 6" a 14" DEF = 1.25" para DN de 16" a 24" DEF = 2.0" para DN mayores de 30" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
	Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables.
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso. Empaquetaduras en válvulas de proceso	DEF = Calcularlo con el 40% del área anular que resulte.

Fuente: Guía para realizar Análisis de Riesgos DG-SASIPA-SI-02741 de fecha noviembre de 2007 elaborado por PEMEX Refinación Subdirección de Auditoría en seguridad Industrial y Protección Ambiental y la Guía Técnica para realizar análisis de Riesgos de Proceso Clave 800-16400-DCO-GT-75 Rev. 0 emitido el día 3 de septiembre de 2010 y desarrollado por la Dirección Corporativa de Operaciones, Subdirección de Disciplina Operativa, Seguridad, Salud y Protección Ambiental de Petróleos Mexicanos.

Simulación de los eventos y diagramas de pétalos (planos de radios de afectación).

Este apartado tiene por objeto principal determinar las zonas vulnerables que están asociadas a los accidentes identificados, mediante la simulación del comportamiento real de una sustancia química, en la cual intervienen una multitud de factores tales como:

- Condiciones en que se produce la liberación de la sustancia
- Características físico-químicas de la misma
- Características del medio ambiente en el cual se produce la dispersión
- Interrelación entre la sustancia y el medio ambiente.

En el Anexo 7 se presentan las hojas de resultados del modelo ALOHA 5.4.1 y los planos con los radios de afectación.

Criterios de zonas de alto riesgo y seguridad

Tomando como base estos parámetros, así como las consideraciones indicadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la presentación de Estudios de Riesgos, indican que los radios potenciales de afectación para definir y justificar las zonas de seguridad deberán utilizar los siguientes valores:

Tabla 30. Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.

	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)	-	IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5.0 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

Fuente: Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos, julio de 2020

Para evaluar estos efectos en un incendio nos basaremos en la siguiente tabla:

Tabla 31. Efectos de radiación térmica según la intensidad de radiación emitida

Intensidad de Radiación kW/m ²	Descripción
1.4	<ul style="list-style-type: none"> • Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial. • En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 kW/m² (mínimo necesario para causar dolor).
3	<ul style="list-style-type: none"> • Zona de alerta.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. • Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. • El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. • Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
11.7	<ul style="list-style-type: none"> • El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. • La madera puede prender después de una larga exposición. • 100 % de letalidad.
25	<ul style="list-style-type: none"> • El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	<ul style="list-style-type: none"> • Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

A continuación se muestran los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla 32. Vulnerabilidad de Materiales.

Radiación (kW/m ²)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos
13	Daños en depósitos
12	Instrumentación

De acuerdo a la simulación de la dispersión de la nube, los efectos de incendio y explosión, se pueden definir las áreas de seguridad estimadas en las tablas que describen las consecuencias en cada evento, pueden ser consideradas como las distancias mínimas que deberán de ser restringidas al tránsito en un evento similar.

Los efectos producidos por una explosión se generan a través de una serie de ondas expansivas, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetros mayores. La tabla siguiente muestra la relación entre la sobrepresión y el tipo de daño asociado.

c) Explosión de nube de gas no confinada (UVCE) y confinada (VCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobrepresión, y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Igualmente las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica. La tabla muestra los efectos derivados de la sobrepresión.

Tabla 33. Efectos derivados de la sobre-presión.

Valor umbral				Descripción
mbar	bar	kPa	psi	
34.5	0345	3.45	0.5	<ul style="list-style-type: none"> • Destrucción de ventanas, con daño a los marcos y bastidores. • Daños menores a techos de casa. • Daños estructurales menores.
50	05	5	0.725	<ul style="list-style-type: none"> • Zona de alerta • Daños estructurales de pequeña magnitud en casa.
68.9	0689	6.89	1	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables. • Daños estructurales menores, comparables a los daños ocasionados por una tormenta, fallas en estructuras o paredes de madera. • Rompimiento de ventanas. • El techo de los tanques de almacenamiento sufren un

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Valor umbral				Descripción
mbar	bar	kPa	psi	
				<ul style="list-style-type: none"> colapso. Falla de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc. Conexiones o uniones de aluminio o acero muestran fallas.
125	0.125	12.5	1.81	<ul style="list-style-type: none"> Zona de Intervención. Dislocación / colapso de paneles, paredes y techos.
500	0.5	50	7.25	<ul style="list-style-type: none"> Colapso parcial de paredes y techos de casas. Destrucción de paredes de cemento de 20 a 30 cm de grosor. Destrucción del 50 % de la obra de ladrillo en edificaciones. 25% de todas las paredes muestran fallas. Las paredes hechas de bloques de concreto se colapsan. Daños menores de marcos de acero en ventanas y puertas. Daños moderados o menores. Deformación de paredes y puertas, falla de juntas. Se desprende el recubrimiento de las paredes. Daños serios al resto de los elementos de soporte. Umbral (1 %) de ruptura de tímpano.
81 000	1	100	14.50	<ul style="list-style-type: none"> Desplazamiento de los tanques de almacenamiento cilíndrico. Daño a columnas de fraccionamiento. La estructura de soporte de un tanque de almacenamiento redondo se colapsa. Daños severos y desplazamiento de maquinaria pesada (3 500 kg). Falla de las conexiones de tuberías. Demolición total de edificios. Colapso total de casas habitación tipo o estilo Americano. Umbral de letalidad (1 %) de muerte por hemorragia pulmonar y efectos directos de la sobrepresión sobre el cuerpo humano.
1 750	1.75	175.8	25.5	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura parcial de tanques de almacenamiento. Daño parcial mayor a columnas de fraccionamiento. Daños severos a maquinaria pesada (3 500 kg). Ruptura parcial de tuberías. Demolición total de edificios. 90 % de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar
2 000	2	200	29	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura total de tanques de almacenamiento. Pérdida total a columnas de fraccionamiento. Pérdida total de maquinaria pesada (3 500 kg). Ruptura total de tuberías. Demolición total de edificios. 99 % de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar
20 680	20.68	2 068	299.94	<ul style="list-style-type: none"> Límite para formación de cráter.

A continuación se presenta los resultados de la evaluación de consecuencias:

Evento 1:

Fuga en DESCARGA (ALTA PRESIÓN), TUBING 0.75" x 0.095"ESP-GNC-3,627#-SS160-316-3,000 Sm³/Hr

Para el cálculo de la cantidad fugada de gas se tomaron las siguientes consideraciones:

Temperatura ambiente: 14.1 °C

Velocidad del viento 3 m/s

Dirección del viento S

Estabilidad: C

Datos proporcionados al simulador

Diámetro del orificio 0.75"

Flujo de la fuga de gas 3000 cubic meters/hr

Temperatura ambiente

Presión Ambiental

Resultados del simulador

Tiempo estimado de fuga 5 min

Cantidad de gas fugado 25.1 kilograms/min

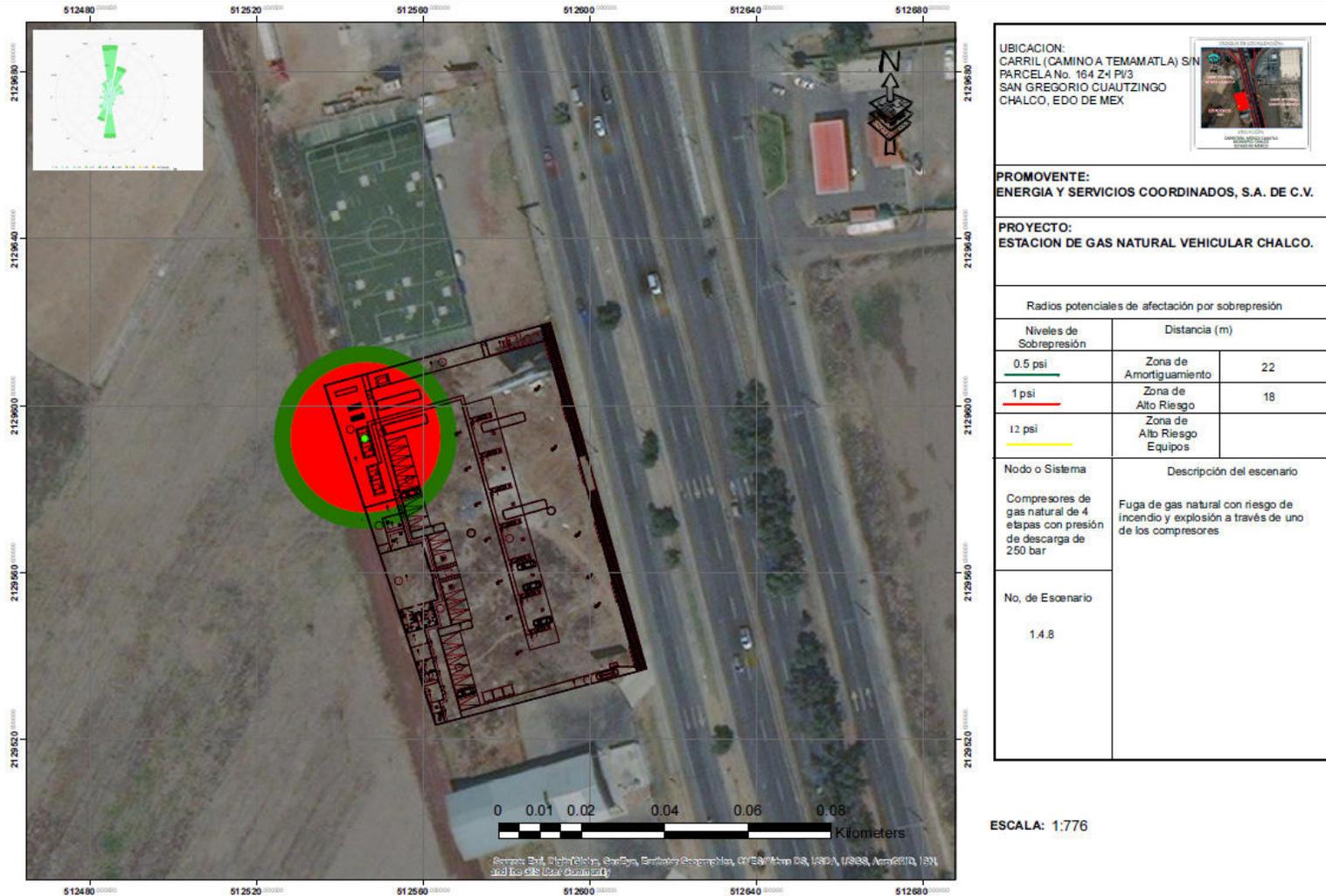
Total de gas fugado 126 kilograms

Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión)

Escenarios	Criterios	Radio de afectación (m.)
Evento 1. Fuga en Compresores de gas natural de 4 etapas con presión de descarga de 250 bar	Zona de alto riesgo 1 psi	18
	Zona de amortiguamiento 0.5 psi	22
	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos 12 psi	No se alcanza

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Figura 19. Plano radios de afectación Evento 1 Explosión



Evento 2:

Fuga de gas natural con riesgo de incendio y explosión a través de cilindros de almacenamiento.

Para el cálculo de la cantidad fugada de gas se tomaron las siguientes consideraciones:

Temperatura ambiente: 14.1 °C

Velocidad del viento 3 m/s

Dirección del viento S

Estabilidad: C

Datos proporcionados al simulador

Datos proporcionados al simulador

Diámetro del orificio de fuga: 0.5 pulg

Diámetro: 0.60 m

Longitud: 2.02 m

Capacidad de gas natural: 125 kg.

Presión interna: 3600 psia

Resultados del simulador

Release Duration: 4 minutes

Max Average Sustained Release Rate: 83.2 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 99.1 kilograms

Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión)

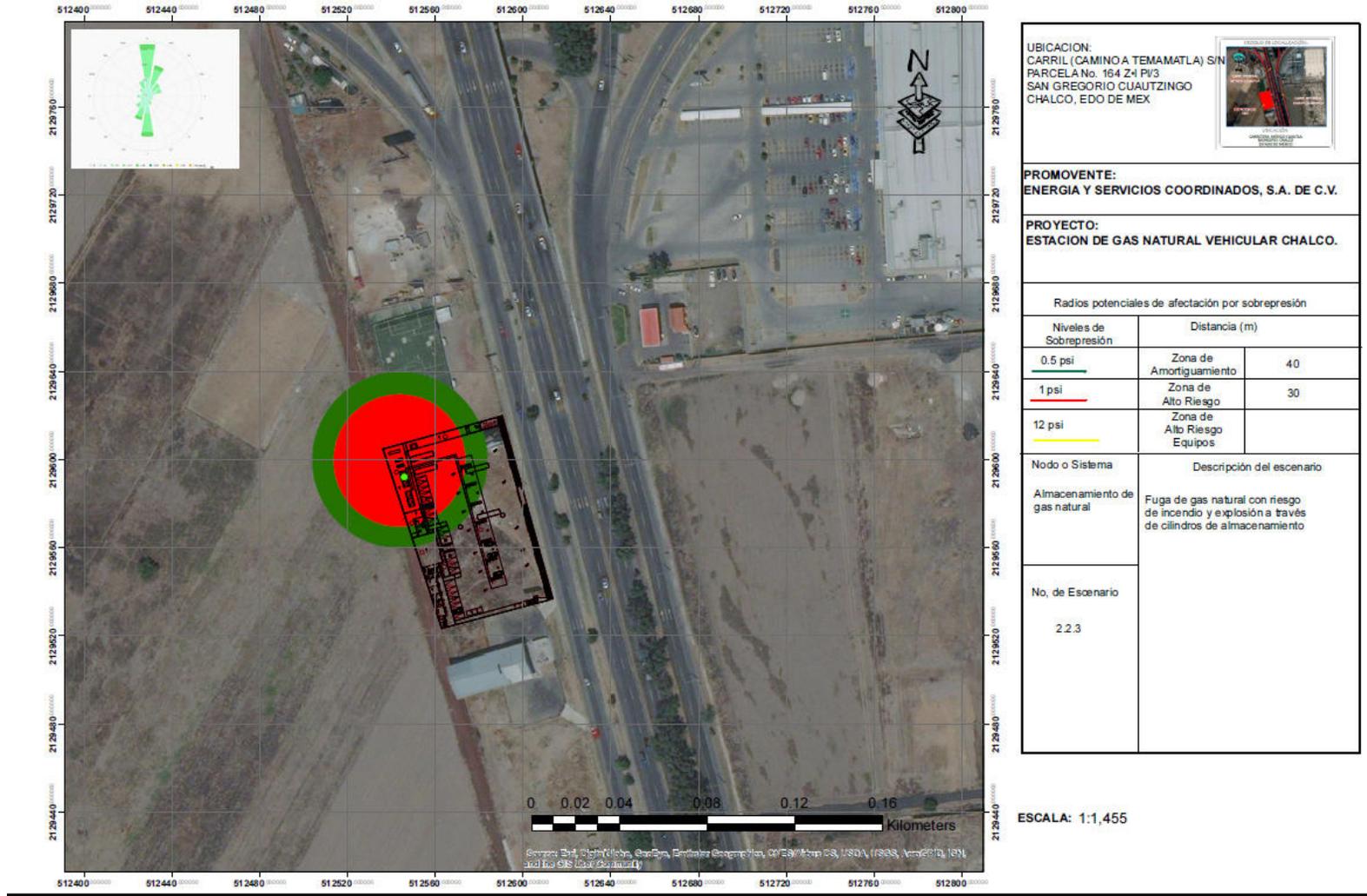
Escenarios	Criterios	Radio de afectación (m.)
Evento 2: Fuga de gas natural con riesgo de incendio y explosión a través de cilindros de almacenamiento.	Zona de alto riesgo 1 psi	30
	Zona de amortiguamiento 0.5 psi	40
	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos 12 psi	No se alcanza

Resultados de la evaluación de consecuencias inflamabilidad (Radiación Térmica)

Eventos	Criterios	Radio de afectación (m)
Evento 2: Fuga de gas natural con riesgo de incendio y explosión a través de cilindros de almacenamiento.	Zona de alto riesgo 5 kW/m ²	15
	Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m ²	28
	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos 7 kW/m ²	13

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Figura 20. Plano radios de afectación Evento 2 Explosión



UBICACION:
 CARRIL (CAMINO A TEMAMATLA) S/N
 PARCELA No. 164 Z-4 PV/3
 SAN GREGORIO CUAUTZINGO
 CHALCO, EDO DE MEX



PROMOVENTE:
 ENERGIA Y SERVICIOS COORDINADOS, S.A. DE C.V.

PROYECTO:
 ESTACION DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO.

Radios potenciales de afectación por sobrepresión		
Niveles de Sobrepresión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	40
1 psi	Zona de Alto Riesgo	30
12 psi	Zona de Alto Riesgo Equipos	
Nodo o Sistema	Descripción del escenario	
Almacenamiento de gas natural	Fuga de gas natural con riesgo de incendio y explosión a través de cilindros de almacenamiento	
No. de Escenario	2.2.3	

ESCALA: 1:1,455

Evento 3.

Fuga de gas natural la tubería de abastecimiento a dispensarios 1" x 0.120"ESP-GNC-3,627#-SS180-316-6,000 Sm³/Hr

Se consideraron los siguientes datos atmosféricos:

Temperatura ambiente: 14.1 °C

Velocidad del viento 3 m/s

Dirección del viento S

Estabilidad: C

Para el cálculo de la cantidad fugada de gas se tomaron las siguientes consideraciones:

Diametro de la tubería 1"

Longitud de la tubería 150 metros

Area de fuga 0.79 sq in

Presion de la tubería 3808 psia

Temperatura: 14.1° C

Cálculos hechos por el simulador

Flame Length: 3 meters Burn

Duration: 30 seconds

Flujo de la fuga: 22.6 kilograms/sec

Total de cantidad de gas fugado 13.4 kilograms

Resultados de la evaluación de consecuencias explosión (sobrepresión)

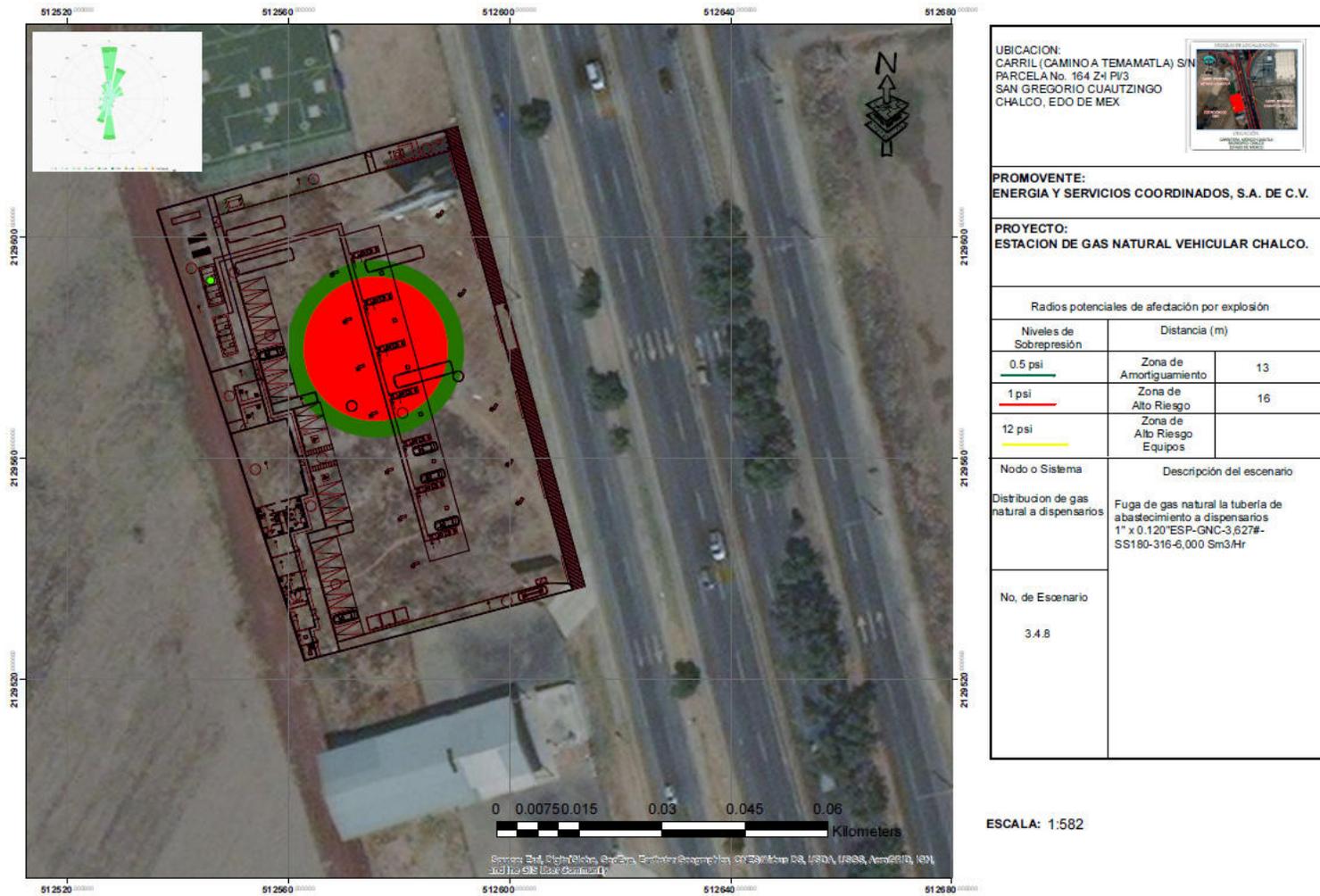
Escenarios	Criterios	Radio de afectación (m)
Evento 3. Fuga de gas natural la tubería de abastecimiento a dispensarios	Zona de alto riesgo 1 psi	13
	Zona de amortiguamiento 0.5 psi	16
	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos 12 psi	No se alcanza

Resultados de la evaluación de consecuencias inflamabilidad (Radiación Térmica)

Eventos	Criterios	Radio de afectación (m)
Evento 3. Fuga de gas natural la tubería de abastecimiento a dispensarios	Zona de alto riesgo 5 kW/m ²	13
	Zona de amortiguamiento 1.4 kW/m ²	10
	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos 7 kW/m ²	No se alcanza

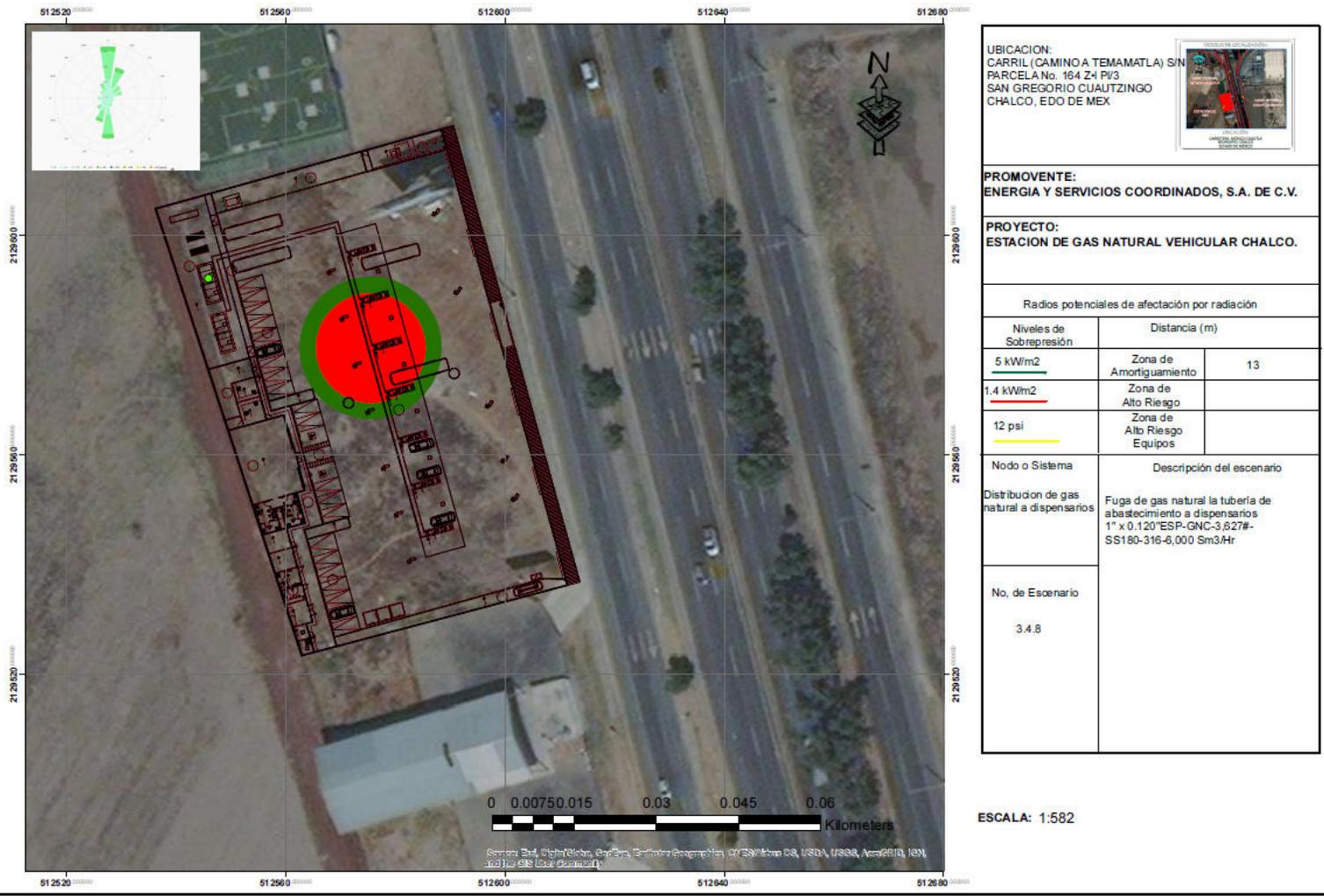
ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Figura 22. Plano radios de afectación Evento 3 Explosión



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Figura 23. Plano radios de afectación Evento 3 Incendio.



INTERACCIONES DE RIESGO.

En la siguiente tabla se presenta un análisis y evaluación de las posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos, ductos o instalaciones que se encuentran dentro de la zona de riesgo, considerando la posibilidad de un efecto dominó.

Tabla 34. Interacciones de riesgo

Evento	Zona de riesgo m *	Interacciones de riesgo	Efectos
Evento 1:	30	Instalaciones de Estación de Servicio Terrenos aledaños	Daños al personal y al gasoducto, equipos, tuberías, estructura y áreas de las Instalaciones de la Estación de Servicio
Evento 2:	18	Instalaciones de Estación de Servicio Terrenos aledaños	Daños al personal y al gasoducto, equipos, tuberías, estructura y áreas de las Instalaciones de la Estación de Servicio
Evento 3.	13	Instalaciones de Estación de Servicio	Daños al personal y al gasoducto, equipos, tuberías, estructura y áreas de la Estación de Servicio

*En la columna denominada zona de riesgo se indica la mayor afectación.

Las posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos, ductos o instalaciones que se encuentren en la zona de alto riesgo, consideran la posibilidad de un efecto dominó de acuerdo a los resultados de la evaluación de consecuencias (ver Anexo 7 planos de radios de afectación).

Las interacciones de riesgo son las acciones recíprocas, influencias o efectos de riesgo, a las que de forma general pueden estar expuestas tanto las instalaciones del proyecto de estudio como las colindantes, así como aquellas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo por radiación térmica y/o sobrepresión de los eventos más probables así como máximo catastróficos.

Para el análisis de una posible interacción de riesgo, se consideró el evento máximo catastrófico (fuga total de un cilindro del sistema de transporte ya que es el evento de mayor afectación por radiación y/o explosión (**radios de afectación**), y aun y cuando es el evento con menos probabilidad de ocurrencia, ya que como se puede observar en la investigación de los accidentes ocurridos en este tipo de instalaciones los accidentes ocurrido no han involucrado a este tipo de transporte.

Asimismo, considerando la colindancia del proyecto y tomando en cuenta la afectación del evento máximo probable por el manejo de gas natural (radio de alto riesgo 13 m debido a una sobrepresión) se observa que el radio de afectación de alto riesgo queda inmerso dentro del derecho de vía y terrenos propios de las instalaciones de la ESTACION DE GAS NATURAL VEHICULAR.

II.2 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

En la 0, se presenta una síntesis del inventario ambiental en donde se desarrollará el Proyecto, para cada uno de los sistemas: físico, natural y socioeconómico.

Tabla 35. Síntesis del inventario ambiental del Sistema Ambiental

Componente ambiental	Indicador	Situación actual y diagnóstico
Medio físico		
Clima	Modificación del microclima	Actualmente en las zonas donde la vegetación ha sido desmontada la insolación es mayor y por lo tanto en estas áreas se esperaría que existan variaciones microclimáticas.
Calidad del aire	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones a la atmósfera	La calidad del aire está siendo afectada como se expresa en los índices de contaminación que se han incrementado en los últimos años, causados entre otros, por la industria y por el parque automotor.
Ruidos y vibraciones	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones de ruido	No existen fuentes importantes de emisiones de ruido, el proyecto no rebasará los límites establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1996, la cual establece 68 dB(A) de 06:00 a 22:00 y 65dB(A) de 22:00 a 06:00.
Hidrología superficial	Presencia o ausencia de contaminación de los ríos y cuerpos de agua	Ninguno de los ríos ni cuerpos de agua se encuentran en las colindancias del sitio del proyecto, los que se encontraban ya están secos.
Hidrología subterránea	Estado actual del acuífero (sobreexplotado o subexplotado)	acuífero - Chalco-Amecameca se encuentra sobreexplotado
Geomorfología	Modificación de relieve por excavaciones.	No habrá modificaciones de relieve por la excavación.
Suelo	Presencia o ausencia de erosión y/o contaminación	El uso de suelo actual del predio CU1000A. Centro Urbano Densidad 50.
Medio biótico		
Vegetación	Proporción de vegetación natural/superficie total del sistema ambiental	El área donde se construirá el proyecto se encuentra desprovista de vegetación.
Fauna	Superficie con vegetación natural que proporciona un hábitat para la fauna silvestre	El área donde se construirá el proyecto se encuentra desprovista de fauna La fauna en el área de influencia del proyecto se ve afectada al ubicarse en un área perturbada, tanto por caminos asfaltados (carreteras estatales), brechas, el tráfico de vehículos sobre éstos y por áreas sin vegetación aparente, ocurriendo esto dentro de los límites del área de influencia del proyecto (área delimitada de estudio). Dentro de las modificaciones al entorno tanto en el área del proyecto como en la de influencia se encuentra la movilización y ruido de personas y automóviles, además la cercanía del terreno a zonas habitacionales, brechas y caminos, ahuyenta a la fauna

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
 “ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO”

Componente ambiental	Indicador	Situación actual y diagnóstico
		nativa.
Medio socioeconómico		
Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	El paisaje ha sido modificado por las actividades agropecuarias, instalaciones eléctricas, carreteras, caminos. No existen elementos paisajísticos relevantes o únicos.
Demografía	Tasa de crecimiento	El municipio de 2016 a 2017 registró una tasa de crecimiento media anual +2.18%
	Población	De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, Chalco tiene 343,701 habitantes, del total, 176,328 son mujeres, equivalente al 51.3% y 167,373 son hombres, es decir el 48.7%.
Índice de marginación	Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta	La marginación del municipio de Chalco de Covarrubias es bajo de acuerdo al análisis realizado por la Comisión Nacional de Población de los datos obtenidos en el año 2010.
Factores socioculturales	Presencia o ausencia de sitios con valor cultural o histórico	En el Sistema Ambiental existen monumentos históricos ubicados en su mayoría en la cabecera municipal. En el Área de Afectación del Proyecto no existen sitios históricos o de valor cultural

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

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Las recomendaciones técnico operativas resultantes de la metodología empleada se presentan a continuación:

Patio de transvase.

Implementar señalética de apoyo adicional para operador del titán para mejorar las condiciones de seguridad y acomodo seguro del vehículo a efecto de evitar algún choque en el punto de descarga del gas hacia la estación de servicio.

Capacitación constante al operador encargado de la conexión y descarga.

Instalar protecciones metálicas U móviles en parte frontal de patio de trasvase para evitar la posible entrada de vehículos ajenos a dicha zona.

Habilitar un procedimiento de doble chequeo del operador de la instalación y conexión de la manguera de descarga.

analizarla posibilidad de habilitar un sistema de doble válvula de seguridad para el caso de presentarse falla en el primer sistema.

Contar con un sistema de circuito cerrado de vigilancia

Implementar programarán actividades periódicas de limpieza de maleza con los propietarios de los predios contiguos a la estación de servicio.

Capacitación permanente al personal de la estación de servicio y de vigilancia en el combate de incendios Capacitación al personal Habilitación futura de un sistema contra incendios a base de hidrantes.

Capacitación permanente al personal de mantenimiento.

Implementación de instrumentos automáticos de detección de concentraciones altas de gas en las líneas de suministro.

Revisión semanal de las instalaciones que conforman el patio de transvase.

Contar con acciones periódicas permanentes de revisión y mantenimiento del sistema de válvulas, accesorios y tuberías del patio de transvase de gas natural.

Capacitación permanente al personal de la estación de servicio y de vigilancia en el combate de incendios solicitar al proveedor del Sistema de Transporte con Tanques Contenedores De GNC natural comprobantes que demuestren que el personal responsable de las operaciones de descarga del gas natural cuente con la adecuada capacitación y con el adiestramiento necesario para dichas actividades.

Solicitar al proveedor un programa de los vehículos e instalaciones a su cargo así como un informe periódico de las actividades y acciones realizadas para dar cumplimiento al mismo.

Analizar la opción de habilitar un sistema de aspersores como un complemento adicional al equipamiento de combate de incendios

Cuarto de Compresores

Brindar capacitación al personal para dar respuesta a cualquier eventualidad por las actividades de operación en el cuarto de control que involucren fallas en los componentes así como por fugas de gas en su interior.

Para la realización de operaciones de mantenimiento en el cuarto de compresores solo se deberán emplear herramientas manuales antichispas para evitar puntos de ignición o calientes.

Brindar al personal de la estación de servicio capacitación permanente para dotarlos de habilidades para detectar en forma inmediata funcionamiento inadecuado de los equipos y posibles defectos o desperfectos en los equipos.

Implementar una bitácora de registro de mantenimiento.

Llevar a cabo mantenimiento y calibración del sistema de alivio de presión de gas por parte de personal externo certificado

contar con un programas permanentes de revisión y mantenimiento de los sistemas de intercambio de calor en el cuarto de compresores.

Capacitar al personal encargado de la operación del cuarto de compresores en protocolos de actuación en caso de fallas en el sistema de enfriamiento del cuarto de compresores.

Restringir el paso al cuarto de compresores de personal no calificado o ajeno a la operación del mismo.

Cascada Pulmón y Panel Prioritario

Llevar a cabo la revisión permanente del estado de la pintura anticorrosiva en todos los cilindros de la cascada pulmón.

Implementar una bitácora de registro de mantenimiento de los cilindros de la cascada pulmón.

llevar a cabo la revisión permanente del estado que guarda el panel prioritario tanto de manera visual como a través de un sistema electrónico.

brindar al personal de la estación de servicio capacitación permanente para dotarlos de habilidades para detectar en forma inmediata funcionamiento inadecuado del panel prioritario, cascada pulmón, válvulas y sistemas de venteo.

Implementar una bitácora de registro de mantenimiento de la totalidad de las válvulas de seguridad del panel de control.

Llevar a cabo la revisión y mantenimiento preventivo y correctivo de dichas válvulas

Agregar una válvula antiretorno después de la válvula de salida de la cascada pulmón para evitar una posible fuga del gas; la válvula antirretorno sellará en forma hermética la salida del mismo.

Adicionar una válvula de no retorno de flujo a la entrada de la cascada pulmón a efecto de evitar que el gas se regrese a los compresores y al sistema de filtración y regulación,

Implementar acciones de revisión permanentes para la detección y corrección oportuna de fallos en la cascada pulmón, compresores.

Área de Despacho de Combustibles y Canopy

Colocar topes para reducir la velocidad de los vehículos que accedan en la estación de servicio en lugares adecuados y que sean viables con base en los lineamientos de construcción y diseño de la misma.

Habilitación futura de un sistema contra incendios a base de hidrantes.

Implementar un procedimiento de revisión visual del sistema de gas de los vehículos automotores por parte del personal encargado de despacho del combustible.

implementar procedimientos para asegurarse de la correcta aplicación del protocolo de carga de combustible.

Implementación de instrumentos automáticos de detección de concentraciones altas de gas en las líneas de suministro.

Habilitar en forma complementaria como parte de los accesorios del dispensario una válvula mecánica de seguridad con el objetivo de regular la presión sin sobrepasarla

Implementar acciones permanentes de revisión y mantenimiento de las instalaciones y accesorios de tipo eléctrico en el área de dispensarios.

implementar una bitácora de registro de mantenimiento para el área de dispensarios.

Recomendaciones del manejo de gas natural

Comunicación periódica con el distribuidor de gas natural para realizar los ajustes operacionales.

Se deberá garantizar la operación y accionamiento de todas las válvulas manuales y automáticas mensualmente, verificando el cierre total de las válvulas, así como reparación de posibles fugas en el cuerpo y vástago.

El mantenimiento de estas válvulas de relevo de presión deberá realizarse anualmente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a lo que indica la norma NOM-010-SECRE-2002.

Inspeccionar mensualmente cada indicador de presión (manómetro) instalado en las líneas de tubería, verificando que la aguja marque cero y que incremente cuando se presurice el elemento. Reemplazar si la aguja está dañada, o si presenta fuga de aceite de silicón, o si se detecta algún otro daño físico.

Elaborar un programa de mantenimiento preventivo general en la Estación de Gas Natural Vehicular y Gas Natural Comprimido, donde se incluya integridad mecánica de la tubería.

Elaborar el Programa de Atención de Emergencias de acuerdo a la Estación de Gas Natural Vehicular Y Gas Natural Comprimido.

Elaborar Programa de Protección Civil y presentarlo a la autoridad municipal y estatal.

Cuando entre en operación el proyecto implantar el Programa para la Prevención de Accidentes.

Elaborar procedimientos operativos de manejo de gas natural y capacitar al personal encargado.

Capacitar al personal sobre los procedimientos operativos de manejo de gas natural.

Solicitar al contratista el procedimiento de soldadura y certificado de calificación del personal encargado de la actividad.

Solicitar al constructor los registros de las pruebas radiográficas de la tubería.

Elaborar procedimiento de seguridad de trabajos peligrosos en la caseta de regulación y medición.

Elaborar dictamen técnico de cumplimiento con las normas por medio de una unidad de verificación de gas natural.

III.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Con el objetivo de minimizar los riesgos derivados del manejo de gas natural por lo elevados volúmenes y presiones a los que se sujeta en la estación de servicio de la empresa, serán implementados diversos dispositivos de seguridad tanto de naturaleza interna que incluyen los que forman parte de los equipos y sistemas propios de la estación (compresores, estaciones de regulación, dispensarios) así como de naturaleza externa entre los que se encuentran los equipos y sistemas que previenen y controlan un evento susceptible de presentarse tal como una fuga de gas natural así como un incendio derivado del mismo o de naturaleza diferente (de tipo eléctrico, en las colindancias, u otro).

Dispositivos internos:

Válvulas de relevo de presión:

Constan de dispositivos mecánicos que se accionan después de rebasar un nivel de presión establecido, permitiendo así la salida del gas a través del sistema de venteo hacia la atmósfera evitando su acumulación, así como los incrementos de presión descontrolados dentro de las tuberías. Toda vez que en el cuarto o recinto de compresión albergará una importante cantidad de gas natural, cada componente estará equipado con válvulas de seguridad y discos de ruptura con set dependiendo de la presión que pasa por cada proceso. Los cuales se activan cuando el gas que pasa por está a una presión mayor (La presión puede aumentar debido a un incremento de temperatura, el caso de un conato de incendio) liberando el gas hacia la atmosfera.

Se contará con una válvula de seguridad en cada banco de almacenamiento por rack, la cual activará a 1.2 veces la presión de trabajo. También existe una válvula de seguridad por etapa de proceso en cada uno de los equipos de compresión.

Estas válvulas son calibradas por personal certificado a la presión a la que deben operar y ser calibradas cada dos años.

Dichos dispositivos de relevo de presión estarán conectados a un canal de venteo dirigido al exterior y después en vertical hacia arriba a una altura no menor de 0.7 metros del punto más alto del cuarto de compresores; dichos canales tendrán un arreglo tal que evitará la entrada de lluvia, objetos extraños y polvo para evitar su taponamiento.

Dichos dispositivos estarán habilitados en los patines de medición y regulación, los compresores, cascada pulmón y panel prioritario, dispensarios de gas natural y en los cilindros del titán de almacenamiento de gas natural.

Válvulas de corte:

Dispositivos manuales que se cierran para evitar flujo de gas durante el mantenimiento de distintos equipos o instalaciones para trabajar de forma más segura; serán habilitados en diferentes áreas de la Estación de Servicio, principalmente en tuberías de suministro así como a la entrada y salida del gas en los equipos que lo manejarán.

Válvulas de desfogue:

Dispositivos manuales, que se accionan para liberar el gas acumulado para liberar el gas acumulado en el recinto de compresión.

Generalmente se accionan en procesos de mantenimiento.

Monitoreo de parámetros

Se contara con un equipo de monitoreo electrónico que permite consultar las variables de trabajo, como presiones, voltajes, gasto energético, temperaturas, etc. Todas la variables tienen un rango predeterminado, por lo tanto, si una o más variables salen del rango establecido, se acciona una alarma.

Dispensarios

Cada dispensario contar con dos mangueras de llenado y mangueras de venteo, una para cada cara Medirá el flujo másico que pasa por dichas mangueras por medio de un sensor de flujo másico. Las mangueras contarán con dispositivos de seguridad para casos de desprendimiento, por lo que no se permitirá la liberación de gas natural a menos que se ensamblen perfectamente con el vehículo.

Filtro de entrada y salida de compresores

En la estación de regulación y medición, se contara con un filtro coalescente el cual eliminara los condensados que pudieran venir con el gas natural, lo que evitara que se acumule en el compresor o en la cascada pulmón evitando así que se acumule agua en estos equipos.

Sistema de tierras

Para evitar cargas electrostáticas en el sistema de surtidores y dispensarios se contara con un sistema de aterrizaje a tierra física, dicho sistema contara con la capacidad de conducir la carga electrostática tanto del vehículo automotor como de los mismos dispensarios a tierra

Sistema de detección de gas:

Está compuesto por un sensor catalítico y electrónica instalada en una caja clasificada para uso adecuado en ambientes clase 1, división 1, grupo D, que permite la medición a través de una señal eléctrica generada en el rango de 4-20 mA. La medición es adquirida por un módulo analógico y se visualiza a través del panel de operador. Opción de instalación de varios detectores distribuidos en varias zonas y en dispensadores (tanto digital, como analógica).

Pulsador tipo hongo con enclavamiento parada de emergencia: Dentro del tablero eléctrico se coloca una parada de emergencia de acuerdo a la normatividad internacional, para permitir parada del equipo en situaciones anormales. En otras ubicaciones se tiene en cuenta la zona, y las paradas de emergencia instaladas, tienen las certificaciones para funcionamiento de acuerdo a su aplicación

Señalética, rutas de evacuación y puntos de reunión:

Se contará con diversos esquemas visuales de señalización en materia restrictiva, preventiva, informativa y de avisos diversos distribuidos en toda la estación de servicio de conformidad con lo establecido por las normas oficiales mexicanas NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías y la NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar; para tal efecto se contará con avisos referentes a:

No estacionarse

No fumar

Prohibido el paso, solo personal autorizado.

Apagar celular.

Apagar motor.

No flama abierta.

Alarma.

Paro de emergencia.

Extintor.

Alto Voltaje.

Zona de Riesgo.

Protocolo de Carga.

Usar equipo de seguridad.

¿ Qué hacer en caso de sismo?

¿Qué hacer en caso de incendio?

Rombo de seguridad del gas natural.

Rutas de evacuación.

Punto de reunión.

Velocidad máxima.

Sistema de seguridad contra incendio:

Se contará con un total extintores en la estación de servicio, los cuales están estratégicamente ubicados dependiendo de necesidades y posibles causas del conato de incendio dando cumplimiento a lo establecido por las NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Sistema de Pararrayos:

El cual tendrá como objetivo la acumulación de cargas estáticas así como descargar a tierra las fallas por aislamiento y las descargas atmosféricas que por una diferencia de potencial puedan producir una chispa. Las conexiones de este sistema se habilitarán a base de cable de cobre desnudo suave de conformidad con lo indicado en la NOM-001-SEDE-2012. Para este sistema se habilitarán 2 mástiles, uno en el área de Canopy y otro en el área de sanitarios de la estación de servicios.

Se contara con los siguientes procedimientos

Procedimiento para la Inspección y Mantenimiento de los sistemas de protección contra incendio

Este procedimiento establece las medidas que deben cumplirse en el desarrollo de las inspecciones de los elementos que conforman el sistema de protección contra incendios de las EDS's, con el fin de garantizar su operatividad en caso de requerirse su activación.

Condiciones Generales.

Las inspecciones de los elementos que conforman el sistema de protección contra incendios son realizados por los Administradores de las estaciones y el profesional de seguridad e higiene o mantenimiento.

El mantenimiento de estos elementos se realizará a través de proveedores especializados en este campo.

Procedimiento

Inspección y mantenimiento de extintores portátiles (NOM-154-SCFI-2005)

Inspección Mensual.

Esta inspección debe ser realizada por el profesional de seguridad e higiene y/o la comisión de seguridad e higiene y debe cubrir al menos los siguientes puntos:

- Localización en el sitio asignado
- Constatar la vigencia de recarga.
- Sin obstáculos para el acceso o visibilidad
- Instrucciones de operación legibles: en el equipo o cerca del equipo
- Sellos de seguridad en buen estado
- Carga (por peso de la carga)
- Sin daños físicos obvios; Corrosión, fugas o taponamientos de la boquilla.
- Presión del manómetro.
- Condición de las carretillas, ruedas, mangueras y boquillas.
- Indicaciones de tipo y uso del extintor en el sitio o en el equipo.

Las deficiencias encontradas deben corregirse inmediatamente.

El proveedor deberá mantener un récord de las inspecciones físicamente y en medio electrónico.

Mantenimiento Anual.

Las administraciones de estación y el profesional de seguridad e higiene deben garantizar que el equipo operará efectivamente y en forma segura, incluye reparación o reemplazo de las partes que sea necesario. Debe ser realizado por personal entrenado y que tenga disponible el manual de mantenimiento del fabricante. El profesional e seguridad e higiene deberá solicitar al proveedor lo siguiente:

Los extintores presurizados con agentes húmedos deben descargarse completamente para verificar la correcta operación de las válvulas de descarga y manómetros, se deben desensamblar cada una de las partes para efectuar un completo mantenimiento. Se permite que la carga sea recuperada y reutilizada, verificando previamente el estado del agente extintor.

Debe realizarse anualmente una prueba de conductividad eléctrica a las mangueras de los extintores de CO₂. Dejar registro de la prueba indicando el mes, año, nombre o iniciales de la persona que realiza la prueba y nombre de la empresa que realiza la prueba. (Exigir protocolo y certificado de prueba)

Los reguladores de presión de los extintores rodantes deben ser probados de acuerdo con las especificaciones del fabricante para verificar el cumplimiento de los parámetros de presión estática y flujo para los cuales están diseñados.

Los extintores que se saquen para mantenimiento deben reemplazarse por extintores de repuesto, estos deben ser para el tipo de riesgo y capacidad de extinción requerida en el área.

El mantenimiento de los extintores debe cumplir la verificación de 3 puntos básicos:

Partes mecánicas

Agente extintor

Agente expelente.

Durante el mantenimiento anual no es necesario inspeccionar internamente los extintores de CO₂ o los extintores presurizados de PQS, sin embargo debe inspeccionarse externamente el estado de sus partes mecánicas.

Los extintores de PQS y agentes halógenos, que requieren prueba hidrostática cada 12 años, deben desocuparse cada 6 años para aplicarles los procedimientos de mantenimiento. La remoción del agente extintor de los extintores de halón debe realizarse en un sistema cerrado de recuperación. Los 6 años se cuentan a partir la de última fecha de recarga o prueba hidrostática.

Registro del Mantenimiento: Cada extintor debe tener una placa donde se indique el mes y año en que el servicio de mantenimiento fue realizado.

A los extintores que se les realice el mantenimiento de los 6 años debe colocárseles una placa metálica o de material igualmente durable donde se indique el mes y año de mantenimiento, las iniciales de la persona que lo realizó y la empresa responsable del mantenimiento.

Recarga: Reemplazo del agente extintor.

Todos los extintores deben ser recargados después de cada uso o cuando lo indiquen los resultados de las inspecciones o el mantenimiento anual.

Para la recarga deben seguirse las recomendaciones del fabricante, La cantidad de agente extintor debe ser verificada por peso, el peso total de la recarga deber ser igual al peso total marcado en el cuerpo del extintor.

Los extintores solamente deben recargarse con agente extintor de igual composición química, características físicas y capacidad extintora al de la carga original. No se recomienda recargar los extintores con otro de agente extintor diferente al cual fue diseñado.

Los PQS multipropósito no deben mezclarse con químicos de base alcalina.

Se permite utilizar el remanente de agente extintor PQS después de una descarga, siempre y cuando el faltante de la carga corresponda al mismo tipo de PQS.

El PQS de los extintores sometidos a la inspección de los 6 años puede reutilizarse, siempre y cuando se recupere en un sistema cerrado de recuperación para evitar su contaminación. Antes de reutilizar esta PQS debe verificarse su adecuada condición.

Después de recargados los extintores presurizados y con agente auto expelente (CO₂), deben ser sometidos a una prueba de verificación de fugas.

Prueba hidrostática.

Frecuencia

- a) Extintores de CO₂: Cada 5 años
- b) Extintores de PQS: Cada 12 años
- c) Extintores halógenos: Cada 12 años
- d) Cilindros de Nitrógeno, Argón, CO₂ o cápsulas de agente inerte utilizados como agente expelente: Cada 5 años, excepto los de diámetro inferior a 2" y 2 ft de longitud que están exentos de prueba hidrostática. Presión de prueba 5/3 de la presión de servicio estampada en el cilindro.
- e) Los extintores provistos de manguera con válvula de cierre en la boquilla de descarga, deben realizársele prueba hidrostática a la manguera al mismo intervalo de tiempo del extintor en el cual esta instalada.
- f) Las mangueras de los extintores de CO₂ deben probarse a 1250 PSI
- g) Las mangueras de los extintores de PQS, agua, halón deben probarse a 300 PSI o a la presión de servicio si esta es mayor.
- h) Los accesorios de los extintores rodantes que trabajan a baja presión deben probarse a 300PSI y los accesorios que trabajan a alta presión deben probarse a 3000PSI.
- i) Debe mantenerse un registro de las pruebas hidrostática, con el protocolo de prueba de cada extintor.
- j) Se deberá solicitar al proveedor del servicio la factura del servicio donde se indique el tipo de servicio realizado, fecha y cantidad de servicios realizados. Así también se solicitar un certificado de proveedor autorizado para realizar estos trabajos y un reporte del trabajos efectuados. Se deberá mantener el registro de estos servicios

para soportar ante autoridades que lo soliciten y para la certificación anual de la estación.

III.3 MEDIDAS PREVENTIVAS.

Las medidas preventivas para reducir las situaciones de riesgo consiste en la aplicación de Programas de Mantenimiento, Medidas de Seguridad, Procedimientos operativos, Control de Riesgos y la implementación de Planes para Emergencia, los cuales son necesarios para llevar a cabo las siguientes actividades:

- Reducir al mínimo y limitar los peligros y consecuencias resultantes de una emergencia en instalaciones industriales del transporte de gas;
- Establecer los pasos a seguir en caso que ocurra un accidente/incidente;
- Estar preparado en cualquier momento para actuar rápida y adecuadamente ante cualquier accidente/incidente que se presente;
- Responder con acciones predeterminadas y coordinadas en vista de mantener el control del sistema;
- Minimizar el impacto del accidente/incidente a todos los interesados en el normal desenvolvimiento de la compañía;
- Asegurar que toda persona lesionada reciba la adecuada atención médica; y
- Determinar las causas del accidente/incidente y aprender de las mismas como reducir al mínimo la posibilidad de una repetición.

Se preparará un plan de respuesta para emergencias en el cual se establecerá la organización y procedimientos para responder efectivamente a un incidente relacionado a la Estación de Servicio.

Manuales de Operación y Mantenimiento

Los Manuales de Operación y Mantenimiento se prepararán de acuerdo con todos los Códigos aplicables, las Normas tales como la API, la ASME B31.8, la Ley Mexicana y toda su Reglamentación, y con base en la amplia experiencia derivada de las actividades de operación y mantenimiento de gasoductos. Estos manuales estarán disponibles antes de la puesta en marcha de la Estación de Gas Natural Vehicular Y Gas Natural Comprimido, se revisarán y actualizarán periódicamente de allí en adelante, con el fin de que siempre reflejen todos los principios de ingeniería aplicables, la experiencia que va adquiriéndose, el conocimiento que se obtiene sobre el gasoducto en su operación del día a día, las consideraciones aplicables en materia de flujo de gas y las condiciones operativas del sistema.

En estos manuales se incluirán todos los planes de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, y los procedimientos de operación del gasoducto y sus instalaciones, los sistemas de comunicaciones y las instalaciones de medición. Cada componente del sistema se manejará individualmente, incluyendo la siguiente información para cada caso: antecedentes, requisitos reglamentarios y de las normas técnicas, aspectos ambientales, instrucciones y procedimientos técnicos detallados, programas de control y aseguramiento de la calidad, auditorías, aspectos administrativos, etc.

Procedimiento de Seguridad de Instalaciones y Equipos de una EDS.

Es responsabilidad del administrador de estación se cumpla este procedimiento y se exija el cumplimiento de la misma al personal de mantenimiento y usuarios de la estación. Las Estaciones de servicio, cuentan con áreas específicas para el resguardo de los equipos utilizados para medir, controlar, energizar, comprimir, transportar y almacenar al gas natural, los cuales son:

- Recinto de compresores y dispensarios
- Subestación ó Cuartos de Tableros
- Cuartos de compresores de aire
- Almacenes de refacciones y Residuos Peligrosos

Estas áreas son de acceso controlado para el personal de la empresa, clientes, proveedores, autoridades y personal ajeno a la estación. Y deberán de estar permanentemente cerradas bajo llave, teniendo la responsabilidad y control de estas el personal técnico de mantenimiento de estación y el encargado de estación (traspasando la responsabilidad de estas a sus responsables de cada turno).

Procedimiento

Por operación de las estaciones y de los sistemas de compresión, es necesario ser monitoreados los equipos por personal capacitado. Estas personas serán las responsables de comunicar inmediatamente al personal de mantenimiento y al administrador de estación cualquier anomalía que se detecte y/o auxiliar en resolver el problema, tomando las acciones indicadas por el personal de mantenimiento para restablecer el servicio de los equipos y/o garantizar la seguridad de la estación

Solamente el personal de mantenimiento de estación, administrador, y personal capacitado y autorizado en cada evento, podrán intervenir en los equipos de compresión y despacho, es decir abrir gabinetes o puertas, retirar tapas de registro, tableros y dispensarios.

Por seguridad del personal, de los equipos y de la estación, está **prohibido** restablecer o poner en operación cualquier equipo que este fuera de servicio por alarmas, mantenimiento u operación de la estación, y que no haya sido consultado con el personal de mantenimiento para su autorización.

Está prohibido manipular las pantallas de monitoreo y mucho más modificar los parámetros de operación de los equipos así como el borrar el historial de alarmas. Función sólo disponible para el personal técnico de mantenimiento.

Es totalmente responsabilidad del personal de mantenimiento y de la administrador de la estación (así como del responsable capacitado y asignado en turno), el mantener el orden y seguridad de las áreas y de los equipos, y no es transferible esta responsabilidad a otras personas por solicitar ayuda o por falta de tiempo.

El personal de mantenimiento tiene el compromiso de dar el servicio y asistencia requerida por las estaciones las 24 horas, los 365 días del año. Y en caso de no tener la disponibilidad de tiempo, canalizarlo a otra persona del departamento dando seguimiento hasta garantizar que se esta atendiendo la solicitud.

El personal de mantenimiento deberá informar al administrador de estación y/o al responsable de estación, cada vez que deje fuera de servicio algún equipo por

mantenimiento, así como cuando quede nuevamente en servicio. Evento que también deberá ser anotado en bitácora de mantenimiento.

En caso de fuga de gas, fallas de energía eléctrica, problemas con los equipos de compresión y despacho, se deberá reportar inmediatamente a la administrador de estación y al personal de mantenimiento para tomar acciones como pueden ser cerrar válvulas, bajar interruptores, parar o dejar fuera de servicio equipos. Y sólo personal autorizado y capacitado podrá tomar decisiones de este tipo.

Es responsabilidad del administrador de estación el contar con el personal capacitado en cada turno, así como solicitar la capacitación y actualización del personal asignado al departamento de recursos humanos y mantenimiento.

Es responsabilidad del departamento de recursos humanos y del administrador de estación solicitar al departamento de mantenimiento la capacitación correspondiente a todo el personal de nuevo ingreso.

Procedimiento de Seguridad para la Operación y Mantenimiento de una EDS.

Este procedimiento establece las condiciones de seguridad en las actividades de mantenimiento y operación en las EDS. Es obligatorio contar con una Bitácora de Mantenimiento, donde se registraran todos los eventos relacionados con el mantenimiento, correctivo, preventivo y predictivo realizado a todos y cada uno de los equipos de estación. Indicando día, hora y nombre del personal que intervino en el servicio.

La bitácora deberá permanecer en todo momento en custodia del personal administrativo, y se deberá disponer de esta cada vez que el personal de mantenimiento lo requiera, así como a solicitud de las diferentes autoridades como pueden ser, protección civil, ecología, procuraduría del medio ambiente, bomberos, unidades verificadoras, etc.

Mantener al personal de las EDS apropiadamente capacitados en sus deberes y responsabilidades como funcionarios y como participantes en los planes de contingencia. El personal de mantenimiento deberá ser el mas capacitado de la EDS, ya que el debe conocer las instalaciones y equipos. Este deberá dar todo el soporte para cualquier contingencia.

Mantener en buen estado de mantenimiento, vigencia y operatividad todos los extintores y demás equipos contra incendio.

Mantener la condición “a prueba de explosión” de luminarias, tableros, tuberías y ductos para los cableados eléctricos en áreas clasificadas.

No permitir llamas abiertas y/o fuentes de ignición no autorizadas, dentro del perímetro de las EDS.

Mantener en buen estado de orden y aseo todas las áreas de las EDS; así como los equipos, elementos y herramientas, adecuadamente organizados.

Desarrollo.

Mantenimiento de compresores

Dar aviso al encargado de estación el que se dejara fuera de operación el compresor por servicio.

Colocar selector en posición “OFF” desde el tablero de control del compresor que va a revisarse, y bajar palanca de interruptor principal del equipo en el CCM, mantener y colocar

en el interruptor un candado y un aviso de “Equipo Fuera de Servicio”. De preferencia alguna etiqueta con fotografía, nombre del personal y teléfono para su localización.

Cerrar las válvulas manuales de succión y descarga de gas del compresor. Encender ventiladores para evitar la concentración del gas y dispersarlo mas rápidamente.

Despresurizar el equipo por medio de la válvula de venteo.

Trabajar en el compresor utilizando las herramientas adecuadas.

Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que este realizando.

Verificar el no dejar piezas o herramientas dentro del equipo ni en partes giratorias al término del servicio. Al igual retirar del área todas las refacciones nuevas y usadas, herramientas y utensilios ocupados en el servicio.

Girar manualmente el motor-compresor para verificar que este gira libremente.

Abrir válvula de succión lentamente, dejando la válvula de venteo abierta por 3 minutos para que el gas desplace el oxígeno del interior del equipo, accionar el ventilador en forma manual para dispersar el gas y evitar la concentración de este.

Después de lo anterior, verificar y corregir la presencia de fugas de gas en las partes desarmadas.

Poner en automático el ventilador y colocar selector en posición “AUTO” retirar candado, y letrero de aviso.

Subir palanca del interruptor para energizar el equipo.

Verificar existencia de fugas, vibraciones y ruidos anormales para su posible corrección.

Dar aviso al encargado de estación la disponibilidad del equipo.

1. Los servicios de mantenimiento requeridos en el compresor son los siguientes:

Diario:

- Revisión/repación de fugas de gas, aceite ó aire.
- Reposición de niveles de agua y aceite del carter del compresor y del motor de combustión.
- Drenado de filtros
- Revisión de historial de alarmas en CCM
- Revisión/repación de lámparas de señalización en tableros.

Semanal:

- Drenado de filtros
- Drenado de aceite y agua capturada del gas en compresores
- Revisión de lecturas en indicadores locales (presión, nivel, temperatura, etc.).
- Revisión/Repación de los sistemas de lubricación

Cada Mes:

- Revisión/Apriete de tornillería de sujeción por vibración.
- Activación y verificación de paros de emergencia.
- Verificación de operación de las válvulas automáticas.
- Monitoreo de temperatura de las válvulas de compresión

Cada 3 meses:

- Revisión/Cambio de filtros de succión y descarga de gas
- Drenado y cambio de aceite lubricante del motor de combustión.
- Reposición/cambio de aceite del Carter en compresor
- Remplazo de filtros de aceite y aire del motor de combustión
- Lubricación de rodamientos y chumaceras

Cada 4,000 Hrs:

- Reemplazo de válvulas de compresión y sellos de válvulas.

Anual:

- Servicio de mantenimiento a válvulas de relevo de presión.
- Análisis de vibración del equipo / Reparación si es necesario.
- Pintura de equipos (si es necesario)

Cada 10,000 y 20,000 Hrs:

- Servicio menor ó mayor al equipo de compresión y motor de combustión de acuerdo a recomendaciones de fabricante
- Los tanques de almacenamiento requieren del siguiente mantenimiento:
- Revisión/repación de fugas de gas en válvulas y conexiones.
- Mantenimiento anual de la válvula de relevo de presión.
- Drenado mensual de los condensados en los tanques.
- Aplicación de pintura para evitar la corrosión

Cada 5 años, revisión y verificación de los tanques (verificación de espesores y elongación del material).

El mantenimiento necesario para dispensarios debe de ser el siguiente:

- Cada vez que se requiera intervenir por mantenimiento, es indispensable por seguridad aislar y des presurizar completamente el equipo, y tomar las precauciones necesarias por si alguna tubería o elemento haya quedado obtaculizado con gas a alta presión. No confiarse esta presión de gas es muy peligrosa y puede causar daños severos a las personas o equipos.
- Revisar/corregir fugas de gas en elementos y conexiones.
- Revisar/corregir posibles congelamientos en regulador de presión o válvulas.
- Verificar/cambio de manómetros de dispensarios.
- Revisar/cambio de posibles daños en mangueras flexibles de llenado.
- Revisar/cambio de conexión de llenado
- Revisar a través del manómetro que el dispensario se mantenga presurizado permanentemente, de lo contrario buscar fuga.
- Mantenimiento anual de la válvula de relevo de presión.

Mantenimiento de cilindros de almacenamiento

Dar aviso al encargado de estación el que se dejara fuera de operación el sistema de almacenamiento por servicio de mantenimiento.

Dejar fuera de servicio los compresores el tiempo suficiente para que sea despachado el gas hasta vaciarlo a su mínima capacidad.

Cerrar las válvulas de entrada de gas a los cilindros que van a revisarse / mantenerse.

Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que se van a realizar.

Tomar todas las precauciones posibles evitando tener contacto con el gas, a razón de que la presión del gas puede causar daños similares a los de una navaja, causar quemaduras graves, congelamiento o asfixia.

Ventear a la atmósfera a través de la válvula de purga el gas de los cilindros, cuidando de capturar los hidrocarburos líquidos.

Utilizando las herramientas adecuadas, desconectar las tuberías de entrada y de salida de gas de los cilindros en cuestión.

Realizar las reparaciones o servicios.

Dar aviso al encargado de estación la disponibilidad del equipo.

En caso que se presente un incendio mientras se realizan las actividades de mantenimiento se deben seguir las siguientes recomendaciones:

Actuar de acuerdo con lo establecido en caso de emergencias, en caso que las labores estén siendo desempeñadas por un contratista, ó una persona que desconozca el procedimiento, este debe actuar de la siguiente manera:

Suspender todas las operaciones y trabajos en la EDS.

Desenergizar compresores desde los botones de paro de emergencia y/o desde el panel de control.

Cerrar la válvula manual de corte de gas, particular del equipo o general de la EDS según sea el caso.

Después de cerrar válvulas (principalmente la que corresponda a fuente de ignición), lo que se espera es que el gas que se encuentre en las tuberías o equipos se consuma y la flama se extinga por sí misma. El mayor riesgo es que la flama alcance materiales combustibles, para lo cual es necesario extinguir este con los equipos auxiliares de combate (extinguidores). De no suceder esto esperar a que el fuego se apague.

Es poco probable que se presente fuego con gas a alta presión, debido a que el combustible desplazara el oxígeno y no podrá tener la condición para que el fuego sea factible. Es importante el evitar flama o chispa, debido a que después de controlada una fuga de gas a alta presión las condiciones de flama o explosión pueden estar presentes por unos momentos. Es importante dejar se ventilen las áreas y se disperse el gas del ambiente antes de reiniciar operación.

Notificar al administrador para que proceda con el procedimiento de notificación.

De ser necesario, cerrar válvulas manuales de los tanques de recuperación de gas en compresores.

Concentrar todos los esfuerzos y recursos en combatir o controlar el incendio con los extintores.

Según la magnitud del siniestro, avisar y pedir asistencia al cuerpo de bomberos y demás organismos de socorro.

Si el control de la emergencia se sale de las capacidades y recursos de la EDS, evacuar inmediatamente las instalaciones.

Se deberá emitir un reporte señalando los motivos que ocasionaron el siniestro.

Mantenimiento de dispensarios

Dar aviso al encargado de estación el que se dejara fuera de servicio la manguera o dispensario.

Colocar los señalamientos de “Área Fuera de Servicio” para indicar y asegurar el área de trabajo. Cerrando completamente las posiciones de carga.

Cerrar válvulas de alimentación de gas al dispensario.

A través de la válvula de venteo de cada manguera, despresurizar equipo al que se realizará el servicio.

Según sea el caso, desenergizar el dispensario desde el tablero eléctrico.

A pesar de que se haya despresurizado el equipo, se deberá proceder con precaución ya que por obstrucciones puede haber quedado gas en tuberías o algún otro elemento, para esto se recomienda aflojar las conexiones lentamente hasta garantizar la no presencia de gas..

Realizar los trabajos de mantenimiento utilizando los elementos de protección personal y las herramientas adecuadas de acuerdo a la actividad que se van a realizar.

Terminado los trabajos, abrir “lentamente” válvulas de alimentación de gas a dispensario, evitando golpes internos en la tubería que puedan dañar las conexiones o equipos. Hasta un posible desprendimiento de tubos.

Verificar y corregir posibles fugas

Reanudar operación del dispensario teniendo en cuenta los procedimientos y medidas de seguridad para arranque de equipos.

Dar aviso al encargado de estación la disponibilidad del equipo.

Mantenimiento del Tablero de Prioridades

Dar aviso previo al encargado de estación el que se dejara fuera de servicio la EDS.

Desenergizar compresores desde los botones de paro de emergencia y/o desde el panel de control.

Colocar selector en posición “OFF” desde el tablero de control de los compresores y bajar las palancas de los interruptores en el CCM, mantener y colocar en cada interruptor un candado y un aviso de “Equipo Fuera de Servicio”.

Cerrar las válvulas manuales de entrada (de compresores, tanques de almacenamiento y filtros) y salida al panel de prioridades hacia dispensarios.

Despresurizar el equipo por medio de la válvula de venteo y de dren.

Trabajar en el Tablero de Prioridades utilizando las herramientas adecuadas.

Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que éste realizando.

Terminado los trabajos, abrir “lentamente” válvulas de entrada y salida del tablero de Prioridades.

Verificar y corregir posibles fugas. Retirar candados, subir interruptores en tableros eléctricos y restablecer selector en posición "AUTO" en tablero local del compresor.

Reanudar operación de la EDS teniendo en cuenta los procedimientos y medidas de seguridad para arranque de equipos.

Dar aviso al encargado de estación la disponibilidad del equipo.

Incendio en Tablero de Control de compresores

Parar compresores desde las paradas de emergencia.

Suspender operaciones de carga o descarga de contenedores.

Desenergizar el panel de control desde la subestación eléctrica.

Concentrar todos los esfuerzos y recursos en combatir el incendio, con extintores de polvo químico y de CO₂. **No utilizar agua.**

IV RESUMEN

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

El proyecto cumple con todas las leyes, reglamentos y normas mexicanas. Por las características intrínsecas del proyecto, la empresa se ha propuesto cumplir con los lineamientos Federales y Estatales en Materia de Actividades consideradas como Altamente Riesgosas de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 147 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). De acuerdo a los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Ecológico de la región de estudio, no existen áreas naturales protegidas en el sitio de estudio.

El sistema opera dentro de las normas de seguridad vigentes y contará con los medios necesarios para preservar la seguridad de las instalaciones, así como el entorno ecológico a lo largo de su vida útil.

El desarrollo de la ingeniería básica, instalación y operación del proyecto está sustentado en códigos y normas nacionales e internacionales. El diseño empleado minimiza el riesgo. Las especificaciones de construcción cuentan con los requisitos mínimos necesarios para materiales de construcción, ensamble e inspección de tuberías de transporte.

De acuerdo a los resultados en la metodología empleada para la identificación de riesgos HAZOP, se determinó que el riesgo máximo catastrófico sería la fuga de gas natural los cilindros de transporte de gas natural, provocado principalmente por desgaste de materiales o equipos fuera de especificaciones, siendo este evento el más catastrófico pero el menos probable de ocurrencia.

Es importante considerar que las condiciones que deben existir para ocasionar un incendio o explosión en el equipo requieren de la presencia simultánea de una fuente de ignición, oxígeno y una fuente de combustible. En el caso de una fuga de gas en tuberías o accesorios es el desgaste de materiales. La ruptura de tubería se podría producir por accidente de golpe ó por corrosión (desgaste del espesor de la pared).

El elemento combustible lo proporciona una fuga de gas natural como consecuencia de eventos que se presentan en todos los casos propuestos. En lo referente a la fuente de ignición, ésta puede ocurrir por varias fuentes, en singular o en combinación con otras, como son chispas o superficies calientes.

Además, el elemento de error humano es de gran importancia, ya que las operaciones de manejo de gas natural representan un riesgo potencial de generación de fuente de ignición. Los casos evaluados para incendio y explosión nos indican que se va a operar bajo un Índice de Riesgo de Nivel 3, es decir, aceptable con controles de operación, mantenimiento, construcción, diseño, medidas de seguridad, asegurando así que se verifique la implementación de los procedimientos y controles requeridos (acciones para mitigar riesgo), por lo que el proyecto es factible desde el punto de vista de riesgo. El proyecto es viable siempre y cuando se sigan las medidas de mitigación descritas anteriormente.

V RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.

El proyecto contempla instalaciones para la mitigación y control de los siguientes aspectos ambientales:

1. Control de emisiones a la atmósfera.

El proyecto durante la operación no generará emisiones contaminantes o gases de combustión, por lo que no aplica la NOM-085-SEMARNAT-1994 "Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

2. Control de la generación de aguas residuales.

En las instalaciones del proyecto no se empleara agua, por lo que no aplica la generación de aguas residuales.

3. Control de manejo de sustancias peligrosas para evitar el derrame y contaminación del suelo y subsuelo.

Durante la operación del proyecto solamente en los casos de mantenimiento se podría generar derrames de sustancias peligrosas (pinturas, solventes, aceites, grasa), para lo cual la Organización elaborara procedimientos de mantenimiento para evitar derrames y contaminación del suelo y subsuelo.

4. Control de ruido ambiental.

Las instalaciones cumplirán con los niveles de ruido ambiental que indica la norma NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

5. Control en la generación de residuos peligrosos y no peligrosos.

La Estación de Gas Natural Vehicular y Gas Natural Comprimido en caso de generar residuos peligrosos cumplirá con las disposiciones, obligaciones y requisitos en el manejo de residuos de acuerdo al Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Título Cuarto, Capítulo I, Artículos 35 y 37, Capítulo II, 42, 43, 44, 45, 46, 47, Capítulo III Artículo 65, Capítulo IV, Artículo 71, 72, 73 y 75, Capítulo IV Sección I, 82, Sección III, 87. Artículos Transitorios Séptimo y Octavo. Entre los principales se encuentra las siguientes obligaciones legales:

- Almacén temporal de residuos peligrosos.
- Alta como generador de residuos peligrosos.
- Manifiesto de entrega, transporte y disposición final de residuos peligrosos.
- Procedimientos para el control de los residuos peligrosos generados dentro de las instalaciones.
- Bitácoras de entradas y salidas de residuos.
- Capacitación en la materia al personal a cargo del manejo de residuos.

- Manejo con empresas autorizadas para el transporte y disposición final de los residuos.

6. Control y administración del riesgo ambiental.

La organización contará con un programa sistematizado de mantenimiento mediante el cual se administrarán, controlarán y organizarán las actividades en la tubería, instrumentos e instalaciones. Para el manejo de sustancias peligrosas contará con un programa de seguridad y mantenimiento de instalaciones eléctricas a prueba de explosión, sistema de tierras físicas, revisión y mantenimiento de válvulas de seguridad, tuberías, estructuras y sistema contra incendio adecuado a las necesidades de la instalación y suficientes para mantener controlado el riesgo. Los equipos e instrumentos de control contarán con programas periódicos de inspección y mantenimiento (eléctrico, civil, mecánico, instrumentos) que tienen por objeto revisar, controlar y mantener la integridad mecánica para prolongar la vida útil de los equipos. Asimismo, contará con el historial de cada equipo donde registrará las reparaciones, inspecciones realizadas, condiciones iniciales, modificaciones, mejoras y pruebas de integridad mecánica.

También habrá procedimientos para trabajos peligrosos donde dará a conocer las reglas básicas de seguridad e higiene industrial, así como los procedimientos a seguir y el equipo de protección personal requerido en la realización de trabajos peligrosos. Mediante formatos se realizará el control donde analizarán las medidas de seguridad que deberán aplicar. A continuación se mencionan las actividades que se incluirán en el procedimiento:

- Permiso para trabajo de contratistas.
- Permiso para trabajo de altura.
- Permiso para trabajos eléctricos.
- Permiso para espacios confinados.
- Permisos para trabajos con soldadura.

La tecnología y diseño que se utilizará la convertirá en una instalación segura en su operación, como lo demuestra el análisis de riesgo realizado. La identificación del tipo y magnitud de los eventos específicos de riesgo, permiten establecer las medidas preventivas y correctivas para determinar el radio de seguridad y de riesgo para instalaciones, personal laboral, pobladores y al ambiente con el fin de disminuir la probabilidad de afectación.

La evaluación de consecuencias de los cuatro eventos se considera aceptable, pero se deberán cumplir durante la construcción con las bases de diseño e ingeniería, planos según construcción y en la operación de la línea de distribución de gas natural, así como con los programas de mantenimiento, inspección y pruebas.

V.1 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.

En el Anexo 8 se presenta el informe técnico.

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

VI.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

VI.1.1 Planos de localización.

En el anexo 4 se presentan los planos del sistema ambiental

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
"ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR CHALCO"
