

**ESTUDIO DE RIESGO DEL PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE UNA ESTACIÓN DE
DESCOMPRESIÓN, REGULACIÓN Y
MEDICIÓN DE GAS NATURAL CHADA
FARMS (EDRM)**

**UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA)
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP.**

**PROPIEDAD DE ACCESGAS S.A.P.I. DE C.V.
UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA)
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP.**

Índice

Índice	i
GENERALIDADES	9
I. ESCENARIOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS RESULTANTES DEL ANÁLISIS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	11
I.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
I.1.1. Ubicación geográfica del Proyecto.....	13
I.1.1.1. Colindancias.....	14
I.1.1.2. Dimensiones del proyecto	14
I.1.1.3. Vías de acceso.....	15
I.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	17
I.2.1. Condiciones de operación del Proyecto “EDRM Chada Farms”.....	20
I.2.2. Operación y Control del Panel	33
I.2.3. Componentes del Sistema de Control.....	33
I.2.4. Especificación de Válvulas y Sistema de Seguridad	36
I.2.8.1. Filosofía de operación de la seguridad de la descompresora	36
I.2.8.1.1 Sistema de alarmas.....	36
I.2.5. Resumen de Equipos y Tuberías de la “EDRM Chada Farms”	37
I.2.6. Sustancias manejadas en el proceso.....	38
I.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	40
I.3.1. Aspectos abióticos.....	41
I.3.1.1. Clima del proyecto "EDRM Chada Farms"	41
I.3.1.2. Temperatura del proyecto "EDRM Chada Farms"	42
I.3.1.3. Geología del proyecto “EDRM Chada Farms”	47
I.3.1.3.1 Fallas o fracturas Geológicas del proyecto “EDRM Chada Farms”	47
I.3.1.4. Edafología del proyecto “EDRM Chada Farms”	48
I.3.1.5. Susceptibilidad de inundación del proyecto “EDRM Chada Farms”	48
I.3.1.6. Hidrografía superficial	49
I.3.1.6.1 Hidrografía del proyecto “EDRM Chada Farms”	49
I.3.1.6.2 Cuencas y subcuencas del proyecto “EDRM Chada Farms”	49
I.3.1.7. Hidrología subterránea.....	50
I.3.1.7.1 Acuífero del proyecto “EDRM Chada Farm”	50
I.3.2. Aspectos bióticos.....	50
I.3.2.1. Uso De Suelo y Vegetación.....	50

I.3.2.2.	Flora y Fauna del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto	52
I.3.2.2.1	Flora y fauna	52
I.4.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	78
I.4.1.	Histórico de accidentes e incidentes en instalaciones similares	78
I.4.2.	Identificación de peligros y de escenarios de riesgo	83
I.4.2.1.	Justificación técnica de la metodología de riesgos empleada	83
I.4.2.2.	Selección de técnica de identificación de riesgos	85
I.4.2.2.1.	Metodología ¿Qué pasa sí...?	86
I.4.3.	Desarrollo y resultados de la metodología de riesgos	87
I.4.4.	Evaluación y jerarquización de escenarios de riesgo	88
I.4.4.1.	Matriz de jerarquización de riesgos	89
I.4.4.2.	Identificación de escenarios más probables y peor caso	92
I.4.4.3.	Potenciales escenarios de riesgos identificados	96
II.	DETERMINACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	101
II.1	POTENCIALES ESCENARIOS DE RIESGOS IDENTIFICADOS Y SUS EFECTOS	102
II.1.1	Radiación térmica	102
II.1.2	Sobrepresión	104
II.2	ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS	107
II.2.1.	Criterios para determinar la duración de una fuga	107
II.2.1.1	Criterios de tiempos de duración de las fugas	108
II.2.1.2	Determinación de los orificios equivalentes de fuga	108
II.2.2	Condiciones atmosféricas	109
II.2.3	Estabilidad Atmosférica	109
II.2.4	Zonas de afectación por los modelos a emplear.	110
II.2.5.	Resultados de la modelación de eventos	111
III.	INTERACCIONES DE RIESGOS AL INTERIOR Y AL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN	136
III.1	Sitios de interés cercanos al proyecto	136
III.2.	Análisis de interacciones de riesgo	139
III.3.	Efectos sobre el sistema ambiental	151
IV.	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.	151
IV.1	Especificación de Válvulas y Sistema de Seguridad	151
IV.2	Sistema de alarmas	152
IV.3	Sistemas contra incendio	152

IV.4	Señales, señalización de seguridad e higiene y rotulaciones.....	153
IV.5	Sistemas eléctricos de potencia e iluminación, primario y de emergencia. ...	153
V.	RECOMENDACIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE RIESGO.....	155
VI.	CONCLUSIONES	162
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165

Índice de figuras

Figura I-1. Diagrama de Proceso de la “EDRM Chada Farms”	12
Figura I-2. Vértices del Predio y del Polígono de la “EDRM Chada Farms”	14
Figura I-3 Vista superior de las áreas del Proyecto	16
Figura I-4 Diagrama del alcance del proyecto “EDRM Chada Farms”	19
Figura I-5 Vista lateral del módulo de almacenamiento transportable (MAT).	22
Figura I-6 Vista superior del módulo de almacenamiento transportable (MAT).....	22
Figura I-7. Esquema de los postes de descarga del Proyecto “EDRM Chada Farms”..	23
Figura I-8 Esquema del tren de entrada del Proyecto “EDRM Chada Farms”	25
Figura I-9. Esquema del regulador de alta presión del Proyecto “EDRM Chada Farms”.	26
Figura I-10. Esquema del equipo de filtración del Proyecto “EDRM Chada Farms”.	27
Figura I-11. Esquema del equipo de medición del Proyecto “EDRM Chada Farms”....	28
Figura I-12. Esquema de la segunda etapa de regulación del Proyecto “EDRM Chada Farms”.....	29
Figura I-13. Esquema de los componentes del sistema del Proyecto “EDRM Chada Farms”.....	31
Figura I-14. Esquema del sistema de calentamiento del Proyecto “EDRM Chada Farms”.	33
Figura I-15. Esquema del sistema de control del Proyecto “EDRM Chada Farms”.	34
Figura I-16. Diagrama de Tubería e Instrumentación de la “EDRM Chada Farms”.....	35
Figura I-17. Pictogramas de identificación de peligros.....	39
Figura I-18 Ejemplo de la consulta realizada para cada especie en la plataforma “Enciclovida” de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.	53
Figura I-19 Maíz (Zea mays) Imagen de referencia: Obtenida de la “Guía de monocotiledóneas del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato” generada a través de la plataforma “Enciclovida” de la CONABIO.	57
Figura I-20 Especies florísticas localizadas en el Sistema Ambiental y área del proyecto Imágenes de referencia: Obtenidas de la “Guía de dicotiledóneas del Municipio de	

San Miguel de Allende, Guanajuato'' generada a través de la plataforma 'Enciclovida'' de la CONABIO..... 66

Figura I-21 Animales domesticos y de corral (Imágenes de referencia: Obtenidas por búsqueda en internet) 67

Figura I-22 Especies de aves localizadas dentro del SA y el AI 71

Figura I-23 Alacrán del centro (Vaejovis nigrescens) 73

Figura I-24 Especies de insectos localizados dentro del SA y el AI..... 77

Figura I-25. Diagrama de flujo para aplicación de Metodología ¿Qué pasa sí...? 87

Figura I-26. Secciones del Proyecto "EDRM Chada Farm" analizadas por ¿Qué pasa sí? 88

Figura II-1 Gráficos de la rejerarquización de riesgos para la "Estación de Compresión de Gas Natural Bajío" 130

Figura III-1. Radio entorno de 500 m a la "EDRM Chada Farms" 137

Figura III-2. Radio entorno de 500 m a la "EDRM Chada Farms" 141

Figura IV-1.Señalética de la "EDRM Chada Farms" 154

Índice de Mapas

Mapa I-1. Clima en el proyecto "EDRM Chada Farms" 41

Mapa I-2. Geología del proyecto "EDRM Chada Farms" 47

Mapa I-3. Edafología del proyecto "EDRM Chada Farms" 48

Mapa I-4. Susceptibilidad de inundación del proyecto "EDRM Chada Farms" 49

Mapa I-5. Hidrografía del proyecto "EDRM Chada Farms" 50

Mapa I.6. Uso de suelo y tipo de vegetación del proyecto "EDRM Chada Farms" 52

Índice de Tablas

Tabla I-1 Coordenadas de Ubicación del Polígono de la "EDRM Chada Farm" 13

Tabla I-2. Colindancias de la "EDRM Chada Farms" 14

Tabla I-3 Áreas del Proyecto "EDRM Chada Farm" 15

Tabla I-4 *Parámetros principales de los módulos de almacenamiento transportable (MAT)* 21

Tabla I-5 <i>Elementos de Seguridad del Módulo de cilindros tipo uno para CNG</i>	22
Tabla I-6. Equipos del proyecto "EDRM Chada Farms"	37
Tabla I-7 <i>Resumen de Sustancias Peligrosas.</i>	38
Tabla I-8. Identificación de Peligros	38
Tabla I-9. Clasificación de riesgo de la NFPA Gas natural.....	39
Tabla I-10. Clasificación del etil-mercaptano de acuerdo con el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de químicos.....	40
Tabla I-11. Clasificación de riesgo del Etil-mercaptano según la NFPA	40
Tabla I-12. Datos de estación 15098	42
Tabla I-13. Temperatura máxima, media y mínima.....	43
Tabla I-14. Precipitación	44
Tabla I-15. Evaporación Media Mensual.....	45
Tabla I-16. Días con Lluvia.....	45
Tabla I-17. Días con Niebla	46
Tabla I-18. Días con Granizo	46
Tabla I-19. Días con Tormenta Eléctrica	46
Tabla I-20. Humedad relativa y velocidad del viento.....	47
Tabla I-21. Cuencas y subcuencas del proyecto "EDRM Chada Farms"	49
Tabla I-22. Acuíferos del proyecto "EDRM Chada Farms"	50
Tabla I-23. Características del Uso de suelo y/o tipo de vegetación del proyecto "EDRM Chada Farms"	51
Tabla I-24. Detalle de accidente en una estación de llenado de contenedores	79
Tabla I-25. Antecedentes de accidentes e incidentes involucrados con el uso del gas natural	80
Tabla I-26. Características Identificación de riesgos asociados a sustancias y materiales peligrosos	83
Tabla I-27. Identificación de riesgos asociados al proceso.....	83
Tabla I-28. Identificación de riesgos por manejo de sustancias peligrosas	84
Tabla I-29. Típico de las metodologías de acuerdo a la etapa del Proyecto.....	85
Tabla I-30. Criterios de índice de frecuencia.....	89
Tabla I-31. Criterios Categorías de consecuencia	89

Tabla I-32. Distribución de escenarios de riesgo para el Proyecto “EDRM Chada Farms”	92
Tabla I-33. Resumen de jerarquización de escenarios de riesgo para el Proyecto “EDRM Chada Farms”	96
Tabla I-34 Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.	98
Tabla I-35 Escenarios de riesgo considerados para simulación de consecuencias para el Proyecto “EDRM Chada Farms”	98
Tabla II-1. Efectos de la Radiación Térmica de acuerdo a la intensidad de energía	103
Tabla II-2. Vulnerabilidad de Materiales	104
Tabla II-3. Efectos derivados de la sobrepresión	104
Tabla II-4. Efectos Criterios para Asignar Tiempos de Duración de las Fugas	108
Tabla II-5. Efectos Estabilidad atmosférica.....	110
Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms	112
Tabla II-7 Frecuencias de ocurrencia de eventos iniciadores.....	124
Tabla II-8 Probabilidades de falla de funciones de seguridad	125
Tabla II-9 Reposicionamiento de Escenarios de riesgo No Tolerable “A” y ALARP B para la “EDRM Chada Farms”	126
Tabla II-10 Resumen de rejerarquización de escenarios de riesgo reposicionados para las operaciones de la “EDRM Chada Farms”	134
Tabla III-1. Giros y/o actividades que se desarrollan entorno al Proyecto “EDRM Chada Farms” en un radio de 500m.	136
Tabla III-2 Giros y/o actividades que se desarrollan en torno al Proyecto “EDRM Chada Farms” en un radio de 500m.	139
Tabla III-3 <i>Matriz de interacciones entre los escenarios de riesgo y los puntos de interés al exterior identificados con respecto de los escenarios de riesgo identificados para el Proyecto “EDRM Chada Farms”</i>	142
Tabla V-1 Recomendaciones ¿Qué pasa sí...? “EDRM Chada Farms”	155
Tabla V-2 Recomendaciones para el Proyecto “EDRM Chada Farms”	159

ANEXOS INFORMACIÓN ADICIONAL

Anexo RSG-01	DTI, MTD. PLANOS, FICHAS, HDS
Anexo RSG-02	Manual MAT
Anexo RSG-03	Diario de concentración de gas
Anexo RSG-04	Hojas de trabajo ¿Qué pasa sí...?
Anexo RSG-05	Minuta
Anexo RSG-06	Diagramas de Pétalos
Anexo RSG-07	Reportes del simulador.
Anexo RSG-08	Árbol de eventos

GENERALIDADES

El Estudio de Riesgo en su Modalidad Análisis de Riesgo para actividades del Sector Hidrocarburos del Proyecto “**Construcción, Operación y Mantenimiento de una Estación de Descompresión, Regulación y Medición de Gas Natural Chada Farms (EDRM)**”, ubicada en **UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.** Farms”.

La Ley General del Equilibrio Ecológico señala que se considera una actividad altamente riesgosa cuando maneja cantidades iguales o superiores de una o más sustancias señaladas en el Primer y/o Segundo Listados de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 28 de marzo de 1990 y 4 de mayo de 1992 respectivamente. En el caso de que la misma sustancia se encuentre indicada en ambos Listados, se considerará la cantidad menor.

En el Proyecto “**EDRM Chada Farms**” la sustancia a manejar es: Gas Natural comprimido. El manejo y distribución de gas natural se considera una actividad de alto riesgo, de acuerdo con lo señalado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (Diario Oficial de la Federación del 4 de mayo de 1992), cuya cantidad de reporte es de 500 kilogramos.

Por lo anteriormente expuesto y con fundamento en el Artículo 18 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se presentan el presente Estudio de Riesgo Ambiental incluyendo:

- I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;
- II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y
- III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

Asimismo, se toma en consideración y de manera orientativa la actualización de la *Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos* publicada en la página de la Agencia Nacional de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA) el 13 de agosto de 2020.

Con fecha 24 de marzo de 2022 se ingresó ante la Dirección General de Gestión de Procesos Industriales (DGGPI) de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), para su análisis y evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P) y el estudio de riesgo (ER), correspondiente al proyecto denominado “**Construcción, operación y mantenimiento de una estación de descompresión, regulación y medición de gas Natural Chada Farms (EDRM).**”, ubicada en el Municipio de San Miguel de Allende en el Estado de Guanajuato, con objeto de obtener la autorización en materia de impacto ambiental del mismo.

Mediante escrito de fecha del 19 de junio de 2023, la DGGPI notificó el oficio No. ASEA/UGI/DGGPI/1475/2023, en el cual se solicita información adicional derivado del análisis

a la MIA-P y ER realizado por esa Dirección, por lo que se presenta la siguiente información en atención al acuerdo primero números 13, 14 y 15 establecidos en el documento referido, misma que a la letra cita:

..." **Del Estudio de Riesgo**

13. Indicar la cantidad máxima de gas a manejar en el área del **Proyecto**, que permita identificar si el proyecto rebasa o no la cantidad de reporte señalada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Es importante señalar que esto no se refiere a la cantidad de gas que se estará procesando, si no a la totalidad del gas que se tendrá en un tiempo t en el área delimitada para el **Proyecto** para su posterior descompresión.
14. Justificar su exclusión o incluir en el apartado de análisis de consecuencias los efectos por sobrepresión de los escenarios 1 y 2, así como por la radiación térmica del escenario 4.

Presentar el reposicionamiento de los escenarios de riesgo, tomando en consideración los controles y medidas de mitigación de los riesgos como salvaguardas, protecciones, barreras, etc."

I. ESCENARIOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS RESULTANTES DEL ANÁLISIS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

I.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una Estación de Descompresión, Regulación y Medición de Gas Natural (EDRM), en lo sucesivo, la “**EDRM Chada Farms**”, misma que se ubicará en el municipio de San Miguel de Allende Estado de Guanajuato.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

m², el cual tiene una forma de rectángulo con topografía plana, sin pendientes ni cuerpos de agua.

El Gas Natural a baja presión será suministrado al usuario final Chada Agricultura, S.A. de C.V. (Chada Farms), con el fin de ayudar al medio ambiente, sociedad y además minimizar los costos en consumo energético, se propone atender la demanda de combustible en sus invernaderos a través del uso de Gas Natural. Debido a esta decisión (y a que no es viable llevar Gas Natural por ducto a este punto), es necesario instalar una Estación de Descompresión, Regulación y Medición de Gas Natural (EDRM), dentro de su predio, el cual se encuentra ubicada en el municipio de San Miguel de Allende, en el estado de Guanajuato.

La Estación de Descompresión, Regulación y Medición (EDRM), que se instalará en los terrenos de Chada Farms dará suministro a la red interna de dicho usuario, la cual transportará el Gas Natural hasta los equipos deseados; el sistema iniciará en la conexión con un tráiler el cual transporta un contenedor de Gas Natural Comprimido (GNC), éste último es el que se conecta a través de una manguera flexible de 1” con la Estación de Descompresión, Regulación y Medición, la cual estará conformada por seis módulos (dos postes de descarga, regulación, filtración, medición, intercambiador de calor y control), dichos módulos se encargarán de acondicionar el Gas Natural para las condiciones operativas del usuario final. En primera instancia, se encuentran los postes de descarga, los cuales se componen de dos mangueras cada uno, estas mangueras garantizan el consumo interrumpido de Gas Natural Comprimido al momento de realizar los cambios de contenedor, posterior a esta etapa se encuentran la primera etapa de regulación (Alta presión), esta etapa cuenta con calentamiento previo y posterior al regulador, a continuación se encuentra la etapa de filtración con filtros coalescentes, la primera etapa de regulación se compone de tres trenes idénticos y la segunda se compone de dos trenes similares, a continuación se unen los dos trenes para pasar por la etapa de medición compuesta de un medidor rotativo y

un computador de flujo, los cuales proporcionan los datos para la respectiva facturación del usuario final, por último, se tiene la segunda y última etapa de regulación en la cual se acondiciona el Gas Natural hasta la presión requerida por el cliente.

Posterior a todas estas etapas el gas alimentará una red de distribución interna del usuario Chada Agricultura, S.A. de C.V.

La “**EDRM Chada Farms**” se diseñará y construirá bajo las condiciones de operación mínimas, normales y máximas del usuario, así como con un factor de diseño, con el fin de garantizar el suministro continuo y correcto del combustible hacia el usuario final, por lo que **no se considera que se maneje almacenamiento en las instalaciones.**

A continuación, en la Figura I-1 se presenta el Diagrama de Proceso de la “**EDRM Chada Farms**”.

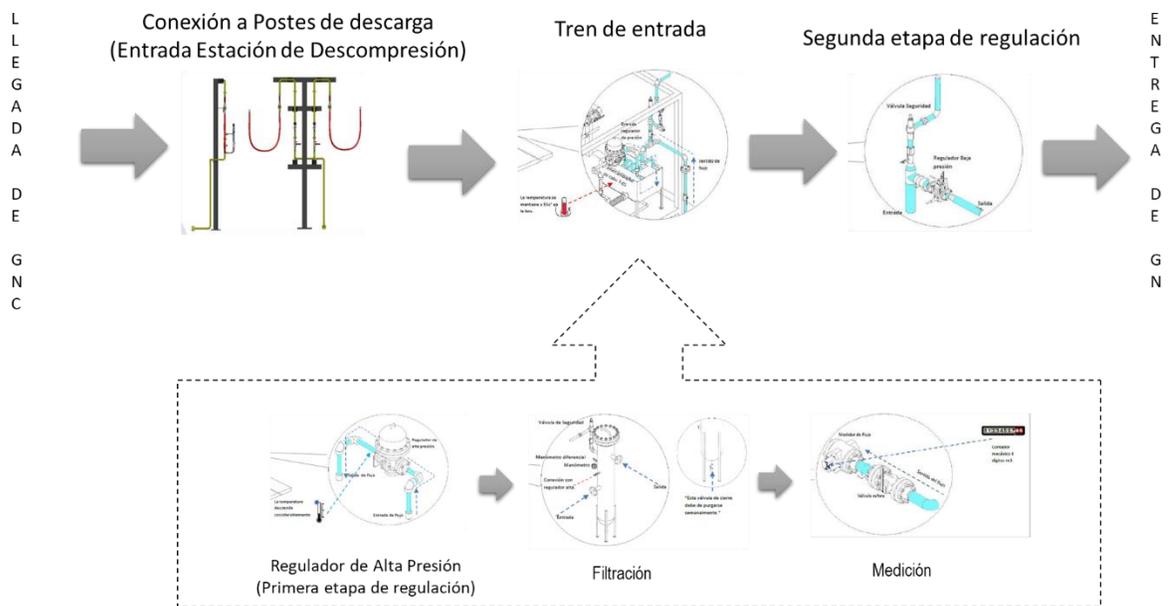


Figura I-1. Diagrama de Proceso de la “EDRM Chada Farms”

Las condiciones normales de operación las cuales se pronostican por parte del usuario final son:

- Flujo de operación: 800 a 2500 m³/hr
- Flujo de diseño: 5,000 m³/hr (por muy probable crecimiento)
- Presión de entrada: 3,600 psig
- Presión posterior a 1ra regulación: 180-200 psig
- Presión de salida a usuario: 60 psig

- Temperatura: 10 a 40 °C

En la “EDRM Chada Farms” no se efectuarán procesos de transformación de alguna materia prima, solamente se efectuarán las actividades de descompresión de Gas Natural Comprimido y suministro de Gas Natural al usuario final.

I.1.1. Ubicación geográfica del Proyecto

La “EDRM Chada Farms”, se ubicará en el municipio de San Miguel de Allende, en el Estado de Guanajuato, en la siguiente dirección Predio rústico denominado “San José” Sin Número, del municipio de San Miguel de Allende, Estado de Guanajuato (ver Figura I-2).

A continuación, se muestra tabla con las coordenadas de ubicación del predio y del polígono de la “EDRM Chada Farms”:

Tabla I-1 Coordenadas de Ubicación del Polígono de la “EDRM Chada Farms”

VÉRTICE	Coordenadas UTM Zona 14 Q		Coordenadas geográficas	
	X	Y	Latitud N	Longitud O
1	COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.			
2				
3				
4				



Figura I-2. Vértices del Predio y del Polígono de la "EDRM Chada Farms"

I.1.1.1. Colindancias

La "EDRM Chada Farms" presenta las siguientes colindancias:

Tabla I-2. Colindancias de la "EDRM Chada Farms"

Punto Cardinal	Colindancia
UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	

I.1.1.2. Dimensiones del proyecto

La "EDRM Chada Farms" se ubicará en un terreno propiedad de CHADA AGRICULTURA, S.A. DE C.V. bajo el esquema de comodato. La superficie de comodato es de 531.300 m², sin embargo, la superficie ocupada será de 352 m², con la siguiente distribución de áreas:

Tabla I-3 Áreas del Proyecto “EDRM Chada Farms”

	Área (m ²)	Porcentaje
Postes de descarga y Descompresión	112	21
Estacionamiento de contenedores de GNC	240	45
Libre para trabajos de mantenimiento	179	34
Total	531	100

En la Figura I-3 se pueden apreciar dichas áreas.

I.1.1.3. Vías de acceso

La vialidad para acceder a la “EDRM Chada Farms” es por Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora, es una vialidad de dos sentidos.

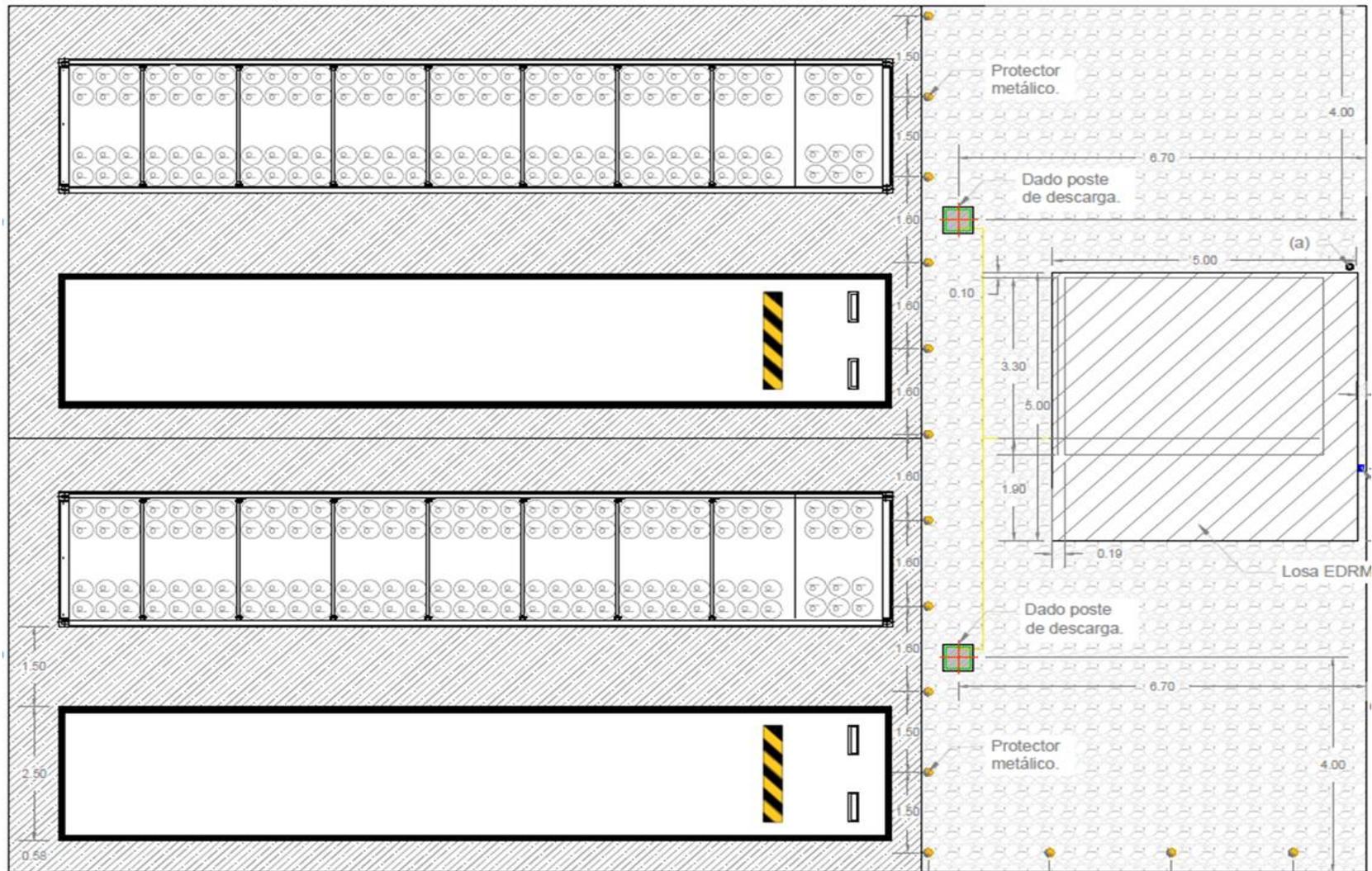


Figura I-3 Vista superior de las áreas del Proyecto

I.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Consideraciones:

La “**EDRM Chada Farms**” propone atender la demanda de combustible en sus invernaderos a través del uso de Gas Natural a través de una Estación de Descompresión, Regulación y Medición (EDRM).

La “**EDRM Chada Farms**”, en primera instancia contará con dos (2) los postes de descarga, los cuales se componen de dos mangueras cada uno, estas mangueras garantizan el consumo interrumpido de Gas Natural Comprimido al momento de realizar los cambios de contenedor, posterior a esta etapa se encuentran la primera etapa de regulación (Alta presión), esta etapa cuenta con calentamiento previo y posterior al regulador, a continuación se encuentra la etapa de filtración con filtros coalescentes, la primera etapa de regulación se compone de tres trenes idénticos y la segunda se compone de dos trenes similares, a continuación se unen los dos trenes para pasar por la etapa de medición compuesta de un medidor rotativo y un computador de flujo los cuales proporcionan los datos para la respectiva facturación del cliente, por último, se tiene la segunda y última etapa de regulación en la cual se acondiciona el gas hasta la presión requerida por el cliente.

Posterior a todas estas etapas el gas alimentará una red de distribución interna del usuario Chada Agricultura, S.A. de C.V.

La “**EDRM Chada Farms**” se diseñará y construirá bajo las condiciones de operación mínimas, normales y máximas del usuario, así como con un factor de diseño, con el fin de garantizar el suministro continuo y correcto del combustible hacia el usuario final, por lo que **no se considera que se maneje almacenamiento en las instalaciones.**

El objetivo del proyecto “Estación de Descompresión, Regulación y Medición de Gas Natural Chada Farms (EDRM)” (En adelante **EDRM Chada Farms**) es suministrar gas natural al usuario final Chada Agricultura, S.A. de C.V. (en adelante usuario final) con las condiciones de presión y temperatura requeridas para sus procesos.

Para determinar la cantidad máxima de gas natural comprimido (en adelante GNC) que se manejará dentro de la “**EDRM Chada Farms**”, es preciso detallar los siguientes aspectos:

- El alcance del análisis de riesgo contenido en el Estudio de Riesgo (en adelante ER) ingresado ante la ASEA el pasado 24 de marzo de 2022, contempla como límite de proyecto desde los Módulos de almacenamiento transportable tipo uno (en adelante MAI) y la conexión de estos a los postes de descarga, hasta la brida tipo RF de 8” punto de transferencia custodia con el usuario final. Ver **Anexo RSG-01**

Después de este punto el gas natural es entregado al usuario final y deja de ser responsabilidad de Accesgas, S. A. P. I. de C. V. Ver Figura I-4

- La “**EDRM Chada Farms**”, está conformada por dos trenes de regulación que operan de manera sincronizada. Normalmente solo está un tren en funcionamiento, lo denominaremos “1” y el otro queda en espera a asistir en caso de que la demanda de flujo sea mayor “2”; en el momento que el consumo del cliente aumenta el “2” entra en acción para complementar el flujo asistiendo al “1” logrando satisfacer la demanda de combustión del cliente y así continuamente hasta el accionamiento del tren 3, el cual se instalará en caso de que el consumo así lo requiera (etapa de expansión).
- El ciclo promedio para consumo de GNC contenido en los MAT es de 3 horas, tiempo establecido con base en el consumo requerido por el usuario final.
- Cabe mencionar que las actividades operativas de la “**EDRM Chada Farms**” de descompresión de gas natural están autorizadas dentro del Título de Permiso G/2239/DESC/2015 emitido por la Comisión Reguladora de Energía (en adelante **CRE**) a nombre de Accesgas, S. A. P. I. de C. V.

El transporte de los MAT también está autorizado mediante el Título de Permiso G/13490/TRA/OM/2016. Sin embargo, el transporte de estos no entra en el alcance del ER. Reiterando que el ER contempla desde los MAT (ubicados en la bahía de descarga) conectados a los postes de descarga, hasta la brida tipo RF de 8” punto de transferencia custodia con el usuario final. Ver **Anexo RSG-01**

La cantidad máxima de gas dentro de la “**EDRM Chada Farms**” estará definida por el volumen de los MAT que suministran el gas a la estación.

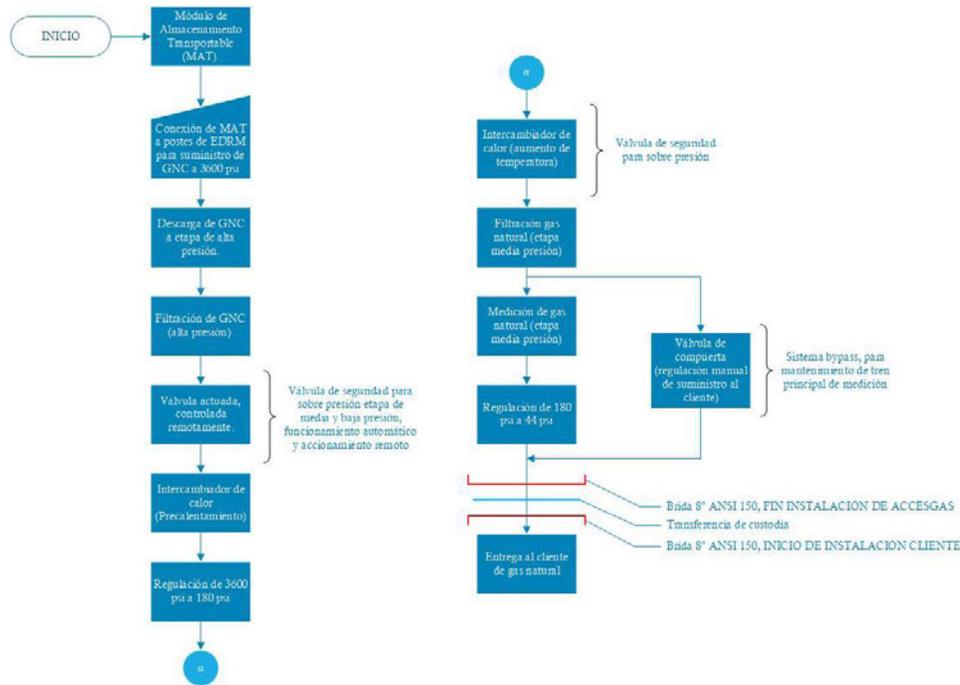


Figura I-4 Diagrama del alcance del proyecto “EDRM Chada Farms”

Cantidad máxima de gas a manejar en el área del Proyecto

Del manual de Especificaciones Técnicas Generales de *Star Servicios Energéticos (Anexo RSG-02)* se obtuvo el dato de capacidad total de almacenamiento en litros agua. Ver Tabla I-4.

Módulo compuesto de 12 cilindros de 40 ft de largo:		
Capacidad total.	2320×12 = 27840	Litros de agua

Considerando la densidad del agua a 4 °C y 1 atm, se entiende que el volumen de almacenamiento es de 27.8 m³.

Ahora bien, se tiene una densidad del gas natural a 40 °C y 3,600 psi de 174.80 Kg/m³.

Se considera que la cantidad de masa en el contenedor tendrá una eficiencia de llenado del 80%, por lo que:

$$Kg_{GNC} = \rho_{gnc_{40^{\circ}C \text{ y } 3,600 \text{ PSI}}} \times V_{Contenedor} \times \text{eficiencia}$$

Donde:

Kg_{GNC} : Kilogramos de Gas Natural Comprimido

$V_{Contenedor}$: Volumen de almacenamiento del contenedor

$$Kg_{GNC} = 174.80 \frac{Kg}{m^3} \times 27.8 m^3 \times 0.80 = 3,887.55 Kg \text{ por MAT.}$$

Nota: Los datos de densidad fueron obtenidos con el software de simulación de procesos PRO II V.

Cabe destacar que de manera inicial la “**EDRM Chada Farms**” operará los dos postes de descarga que alimentan a los trenes de regulación 1 y 2. Sin embargo, se prevé una futura expansión (tren de regulación 3).

Por lo que, la cantidad máxima de GNC que se procesará corresponde a **7,775.1 kg**, contenidos en dos (2) MAT los cuales suministrarán gas a los trenes de regulación 1 y 2.

El remplazo de los MAT depende de la cantidad de gas natural que consumirá el usuario final que se estima en ciclos de 3 horas.

Los MAT se ubicarán en la bahía de descarga de GNC y serán transportados por semirremolques. El transporte de estos no entra en el alcance del presente ER. Ver Figura I-3

Ahora bien, la cantidad de gas que se tendrá en un tiempo t en el área delimitada para el Proyecto para su posterior descompresión será de **7,775.1 kg máximo (en un escenario de alto consumo por parte del usuario final)**, contenidos en 2 MAT que abastecerán a la EDRM para la operación de los trenes de regulación 1 y 2 (3,887.55 Kg por MAT tipo uno para CNG), mismos que rebasan la cantidad de reporte de metano en estado gaseoso que es de 500 kg, indicados en el *inciso a fracción I del artículo 4to del Segundo Listado de actividades Altamente Riesgosas*.

I.2.1. Condiciones de operación del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

La estación de descompresión se diseñará y construirá bajo las condiciones de operación mínimas, normales y máximas del usuario, así como con un factor de diseño, con el fin de garantizar el suministro continuo y correcto del combustible hacia el usuario.

Las condiciones normales de operación las cuales se pronostican por parte del usuario son:

- Flujo de operación: 800 a 2500 m³/hr
- Flujo de diseño: 5,000 m³/hr (por muy probable crecimiento)
- Presión de entrada: 3,600 psig
- Presión posterior a 1ra regulación: 180-200 psig
- Presión de salida a usuario: 60 psig
- Temperatura: 10 a 40 °C

En la “**EDRM Chada Farms**” no se efectuarán procesos de transformación de alguna materia prima, solamente se efectuarán las actividades de descompresión de Gas Natural Comprimido y suministro de Gas Natural al usuario final.

Módulos de almacenamiento transportable (MAT)

El módulo de almacenamiento transportable tipo 1, es un equipo de almacenamiento y transporte especializado para gas natural comprimido (GNC), las ventajas de este equipo se resumen en su eficiencia de transporte al poder mover grandes cantidades de GNC, así como su versatilidad de uso en la industria.

Cada MAT consta de 12 cilindros tipo 1, la presión nominal de trabajo para los cilindros es de 250 Bar, la presión no debe ser superior a 250 Bar después del llenado (20 °C) con GNC.

La “EDRM Chada Farms” tendrá una capacidad instalada para la operación de dos Módulo de cilindros tipo uno para CNG que se conectarán en cada uno de los dos trenes de regulación, los cuales operarán de manera sincronizada.

En las tablas I-4 y I-5 se detallan los parámetros principales de equipo y sus elementos de seguridad.

Tabla I-4 Parámetros principales de los módulos de almacenamiento transportable (MAT)

Descripción	Parámetro	Unidad
Presión de trabajo	250	Bar
Temperatura de servicio.	-40 a 60	°C
Dimensiones del cilindro.	Ø559×10975 (diámetro y longitud).	mm
Aprobación.	Bv. ISO. CE.	
Medio de carga.	G.N.C.	
Contenedor tipo.	1AA	
Peso neto.	31016	Kg
Peso de recarga.	6264	Kg
Peso total de carga.	37280	kg
Vida de servicio (Recomendado).	15	Años
Cantidad de cilindros.	12	
Capacidad total.	2320×12 = 27840	Litros de agua
Ensayo de presión hidráulica.	375	Bar
Ensayo de estanqueidad.	250	Bar
Material del marco.	Q345E	
Dimensiones (L.A.H).	12192x2438x2000	mm
No de serie de los cilindros.	Indicado en el cuerpo del cilindro.	

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales. Manual de instrucciones de Star Servicios Energéticos. **Anexo RSG-02**

Tabla I-5 Elementos de Seguridad del Módulo de cilindros tipo uno para CNG

Nombre	Cantidad	Descripción
Válvula de alivio de presión	1	TAYLOR 82D9241615
Válvula de cilindro (bola)	12	S. S. 316
Conector de carga y descarga	2	Parker HP-1001-16PF
Discos de ruptura	24	Luxi
Manómetro	1	BLD YTN-100 Class 1.6
Termómetro bimetálico	1	WSS-411 Class 1.5

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales. Manual de instrucciones de Star Servicios Energéticos. Anexo RSG-02

La estructura del MAT para GNC está en estricta conformidad con el diseño estándar ISO, se puede conectar fácilmente con un semirremolque. Ver figuras 1-5 y 1-6

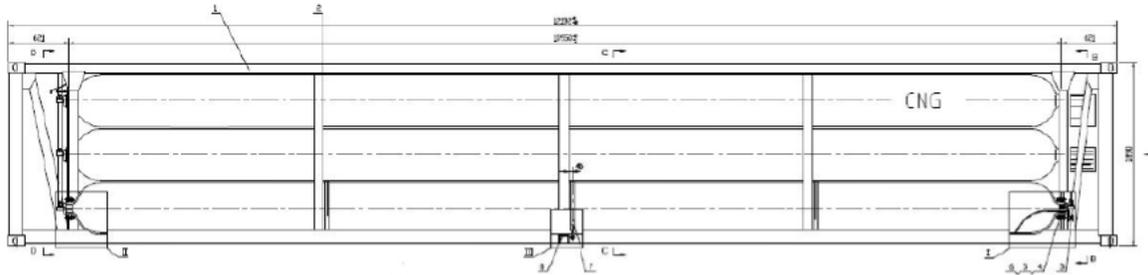


Figura I-5 Vista lateral del módulo de almacenamiento transportable (MAT).

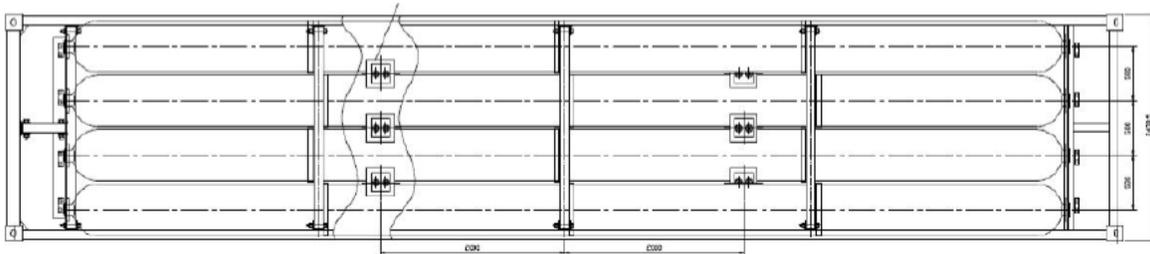


Figura I-6 Vista superior del módulo de almacenamiento transportable (MAT)

El gabinete operativo del módulo de almacenamiento está ubicado en la parte trasera de éste para maniobras de carga y descarga, cada cilindro tiene su propia válvula instalada y a su vez cada cilindro está conectado por medio de un tramo de tubing a la red principal.

En el gabinete la tubería principal está equipada con un manómetro y un termómetro, así como su respectiva válvula instalada antes de los equipos.

Conexión a Postes de descarga (Entrada Estación de Descompresión)

El proceso inicia cuando el gas a alta presión se recibe en los postes de descarga, dispositivos modulares que conecta el contenedor de Gas Natural Comprimido con la estación de descompresión, estos postes cuentan con un componente muy importante, una manguera flexible que en uno de sus extremos se conecta al pico de carga del skid y del otro lado a una válvula de seguridad break away que da inicio al seccionamiento de tubería de gas que se dirigen a la descompresora.

Es preciso hacer énfasis sobre la válvula break away ya que ofrece un mecanismo de seguridad que presenta una mínima resistencia a la tenacidad, de tal modo que, si existiera un tirón por alguna condición o acto inseguro del operador de la unidad móvil u otras, la válvula break away desprende inmediatamente la manguera, cortando el suministro y evitando fugas o rupturas en las tuberías. Posterior a esa válvula el gas es conducido por las tuberías pasando por otro componente importante del sistema una válvula check la cual mantiene el flujo del gas en un solo sentido impidiendo el retroceso del mismo ya sea por subidas de presión en el sistema o variaciones en el mismo, la válvula check direcciona el flujo del gas hacia la descompresora para arrancar su funcionamiento, en este punto es preciso monitorear la presión la cual no debe de superar los 3,600 psig para esto en esta sección el poste de carga cuenta con un manómetro que da la lectura de la presión actual en el sistema, por seguridad se cuenta también con dos válvulas de globo para manualmente cerrar el flujo por cualquier contingencia o labores de mantenimiento. Consecuentemente el gas es conducido al tren de entrada de la descompresora.

En la Figura I-7 se muestra el esquema de los postes de descarga para el suministro de gas natural del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

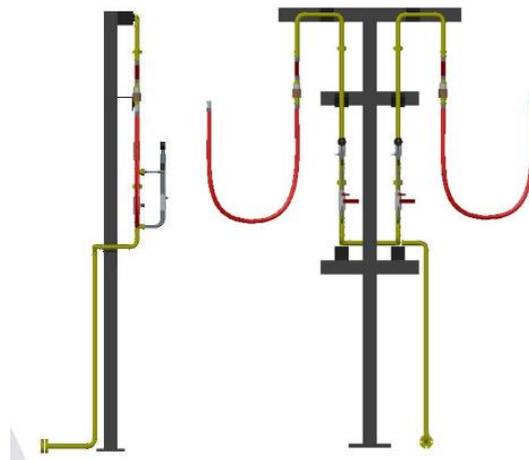


Figura I-7. Esquema de los postes de descarga del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

Tren de entrada

Se toma el gas proveniente de los postes de descarga y se recibe a una presión de 3,600 psig, a las tuberías que conforman el tren de entrada, este seccionamiento cuenta con un manómetro para la toma de lectura de la presión así como una válvula de seguridad que en caso de sobrepresión desfoga el sistema en ese momento, esta válvula es calibrada a una presión de 4,000 psig; si por alguna razón la presión rebasa este parámetro se activa automáticamente el desfogue protegiendo el sistema; este seccionamiento contiene también una válvula de esfera con la cual se puede cerrar manualmente el flujo de gas, posterior a estas válvulas el gas es conducido mediante las tuberías hacia un serpentín posicionado dentro una tina y posteriormente a la entrada del regulador de alta presión. Para la limpieza del gas antes de ingresar a las etapas de regulación, se cuenta con un filtro de alto flujo para contener las impurezas que se contengan en el gas proveniente del poste de descarga y del Skid mismas que pueden causar algún daño a los elementos de regulación. Posterior al filtro se cuenta con una válvula que se acciona de manera electroneumática un sistema de seguridad compuesto de un paro emergencia manual o automático a una sobrepresión detectada en la etapa de media presión.

Este tren de entrada es el inicio del proceso de la estación, este seccionamiento en una parte pasa por el intercambiador de calor y aunque en las siguientes descripciones en específico se detallará este sistema es preciso explicar a grandes rasgos la finalidad de hacer pasar el flujo de gas por el mismo, recapitulando el gas viene a alta presión desde el skid, en el momento que este gas se libera por las tuberías existe una caída de presión (expansión del gas) este fenómeno físico produce una disminución de temperatura generando que el gas baje considerablemente su temperatura hasta el punto de llegar a provocar el congelamiento de las tuberías, es por esto que el sistema intercambiador de calor que se explica más adelante, contiene una tina de agua caliente a (50-55°C aprox.); que bañan la tubería elevando la temperatura de la misma y por ende del gas; antes de hacerla llegar al regulador de presión.

El suministro de gas natural comprimido será a través del **tren de entrada** (Ver Figura I-8).

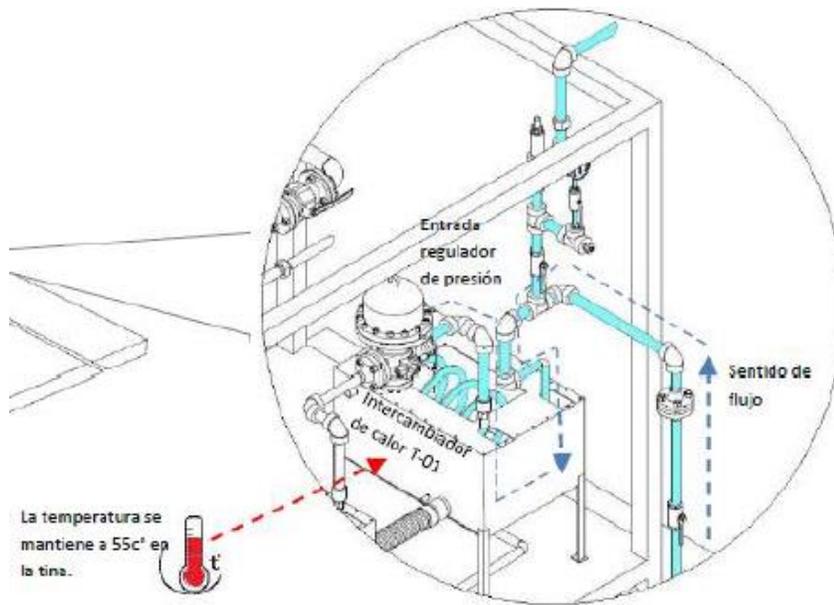


Figura I-8 Esquema del tren de entrada del Proyecto “EDRM Chada Farms”

Regulador de Alta Presión (Primera etapa de regulación)

El tren de entrada suministra el gas al regulador de presión; la función principal de este regulador es reducir la presión del gas, de alta presión a un nivel adecuado de media presión, esta reducción de presión pasa de 3,600 psig a 180 psig, el regulador de manera interna coordina 3 dispositivos, un mecanismo de carga, un sensor y un elemento de control, que al accionarse internamente reducen la presión según lo requerido.

Este regulador de presión es la unión entre el tren de entrada y el tren de media presión, se convierte en uno de los elementos más críticos del sistema de la descompresora, cabe mencionar que en la salida del regulador es donde se presenta la mayor reducción de temperatura llegando a crear incluso hielo escarchado en las tuberías, he aquí la importancia del sistema intercambiador de calor para evitar el congelamiento de la línea y taponamiento del regulador.

Este regulador debe de estar en constante monitoreo para verificar su óptimo funcionamiento, así como ser puntuales en las actividades de mantenimiento programadas para el equipo; también es preciso comentar que debe estar calibrado y soportado por un certificado de calidad-calibración que garantice sus características de operación.

En la Figura I-9 se muestra el esquema del regulador de alta presión del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

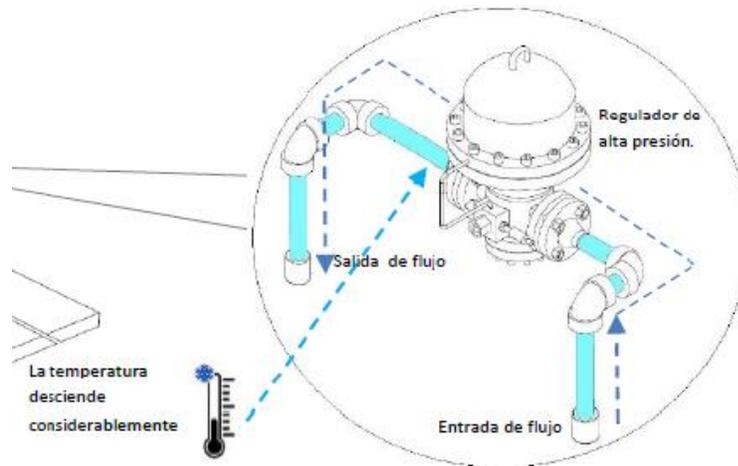


Figura I-9. Esquema del regulador de alta presión del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

Filtración

Posterior a la primera etapa de regulación, se tiene el filtro pulmón, encargado de eliminar las impurezas en el gas mediante un medio filtrante (cartucho filtrante) el gas proveniente de los Skids pueden contener ciertas partículas sólidas y/o líquidas producto de los procesos de compresión y descompresión de los gases desde la captación de los mismos en los yacimientos subterráneos, todas estas condensaciones son retenidas por el filtro así como los sólidos mayores a 3 micras de diámetro asegurando un suministro totalmente limpio a la línea interna del cliente.

El filtro pulmón aparte de tener la funcionalidad de elemento filtrante, también realiza otra función importante en el sistema de descompresión, que es la de almacenar cierta cantidad de gas en su interior para amortiguar las variaciones por bajo flujo, si por alguna razón la línea interna del cliente tiene variaciones en el flujo por algún pico en la demanda del gas esta cantidad de gas almacenada en el filtro compensa y mantiene el flujo estable para evitar el desabasto, cuenta además con dos manómetros para monitorear la presión del gas que pasa a través de su interior uno normal y otro diferencial para la toma de las lecturas y en la parte superior una válvula de seguridad, una válvula que se activa si existirá sobre presión protegiendo el sistema y la línea interna. Siguiendo el flujo del gas el filtro es el punto medio entre el tren de media presión y el regulador de baja presión.

Importante, el componente conexión con regulador de alta presión es de vital importancia para el filtro pulmón, en el momento que el manómetro detecta que la media presión del gas está por debajo de los valores normales de operación, esta conexión manda una señal abriendo el diafragma del regulador de alta demandándole más presión y así compensar el flujo requerido por la línea interna.

Nota. Se cuenta con un manómetro de presión diferencial, en el cual se puede observar la caída de presión dentro del filtro, cuando se llegue a 5 PSI indica que el cartucho debe ser reemplazado.

En la Figura I-10 se muestra el esquema equipo de filtración del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

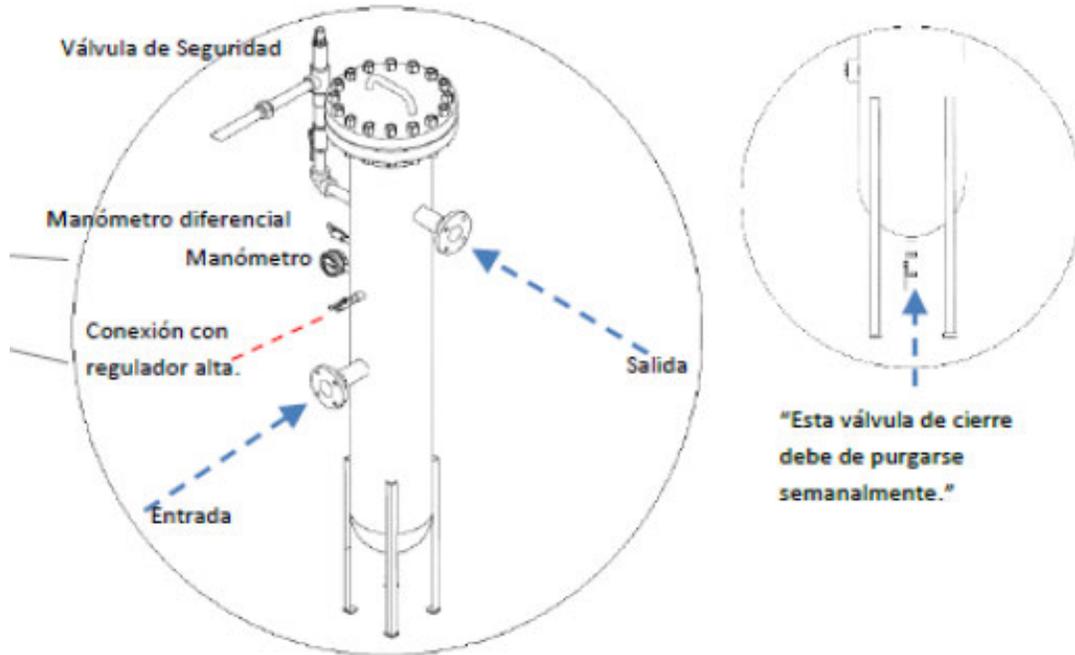


Figura I-10. Esquema del equipo de filtración del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

Medición

La etapa anterior referente al filtro pulmón termina en la salida de este dando inicio al seccionamiento donde se encuentra el medidor de gas rotatorio del tipo desplazamiento positivo el cual permite contabilizar la cantidad de m³ suministrados a la línea interna y de este volumen calcular el costo del servicio según el consumo del cliente.

El medidor de gas es del tipo desplazamiento positivo (lóbulo) lo cual define su funcionamiento ya que en la parte interna del cuerpo del medidor (Cámara de medición) contiene un cartucho provisto de unas unidades giratorias (rotores) los cuales al hacerles pasar una cantidad de gas (volumen) giran cumpliendo un ciclo, de tal forma que cuando en la cámara interna del medidor entra una unidad de gas esta pasa a través de los rotores y sale al final después de hacerles girar, estos giros provocados por el paso del volumen del gas cuentan como pulsos que se ven reflejados en un contador mecánico de 8 dígitos, este dato se manda al computador de flujo que realiza las correcciones de los parámetros y da como resultado el total de m³ de gas natural que se consumió en el sistema. Es de vital importancia para el sistema este dispositivo porque de esta lectura depende el cálculo para la factura que se le girara al cliente por su consumo.

En la Figura I-11 se muestra el esquema del equipo de medición del Proyecto “EDRM

Chada Farms”.

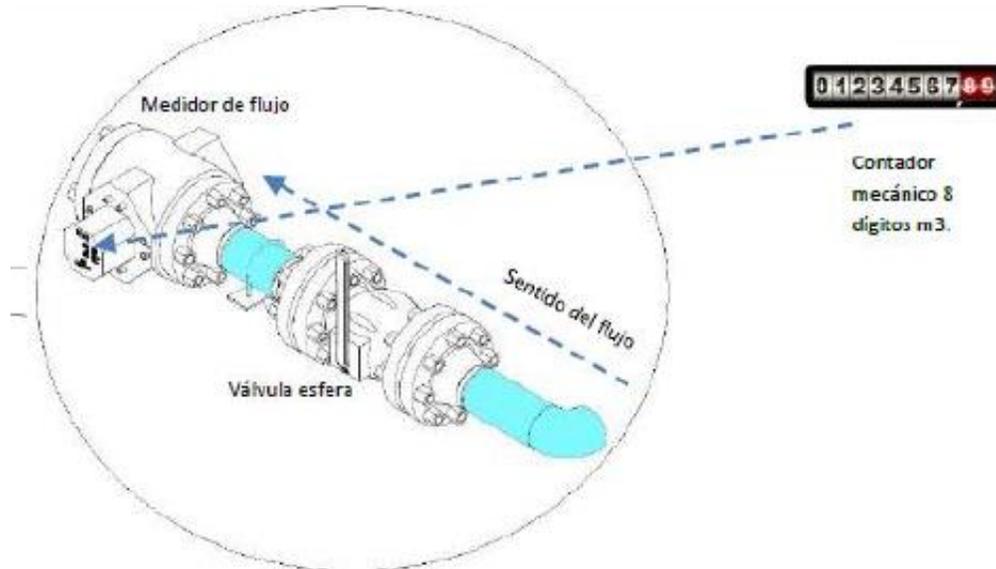


Figura I-11. Esquema del equipo de medición del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

Segunda etapa de regulación

Posterior al medidor se encuentra el siguiente seccionamiento que da lugar al regulador de baja presión del mismo modo que se explicó en puntos anteriores; este regulador de presión tiene la funcionalidad de expandir el gas descomprimiéndolo aún más, si recordamos en este punto tenemos media presión de tal forma que lo que se busca mediante el regulador es obtener la baja presión de salida para el consumo del cliente, de entrada recibe del tren de media una presión de 180 psig y mediante los mecanismos internos del regulador entrega una presión de salida de 60 psig. De igual forma como en otros seccionamientos se tiene una válvula de seguridad, un manómetro y una válvula tipo esfera, para proteger el sistema y verificar la presión. En este momento podemos cerrar el ciclo de descompresión ya que completamos las 2 etapas mencionadas al inicio del manual, mediante el tren de entrada se recibió el gas a alta presión se conduce por las tuberías pasando por el regulador de alta presión dando como resultado la media presión y por último en este seccionamiento gracias al regulador de baja se entrega a la línea interna la baja presión.

En la Figura I-12 se muestra el esquema de la segunda etapa de regulación del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

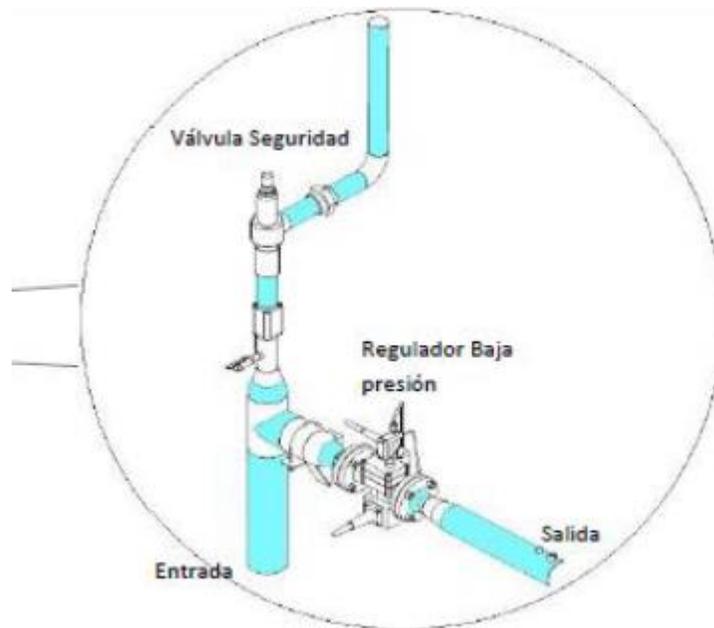


Figura I-12. Esquema de la segunda etapa de regulación del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

Funcionamiento Sincronizado de los dos trenes de regulación

Este seccionamiento es el final del proceso de descompresión de la descompresora es el medio por el cual se conectan los dos trenes de regulación, que conducen el gas a baja presión a la línea interna del cliente, contiene una válvula tipo pistón que tiene por objetivo de manera manual abrir o cerrar el paso del gas en caso de que en uno de las secciones deje de funcionar o para actividades de mantenimiento en algún dispositivo, de este modo se aísla el gas existente en una sección y la otra sigue trabajando sin parar el suministro al cliente. A la salida de la filtración está el seccionamiento que une a los tres trenes de regulación de alta presión en caso de que se requiera que los tres entren en funcionamiento, normalmente solo está un tren en funcionamiento lo denominaremos “1” y el otro queda en espera a asistir en caso de que la demanda de flujo sea mayor “2”, en el momento que el consumo del cliente aumenta el “2” entra en acción para complementar el flujo asistiendo al “1” logrando satisfacer la demanda de combustión del cliente y así continuamente hasta el accionamiento del tren 3, el cual se instalará en caso de que el consumo así lo requiera (etapa de expansión).

En esta parte el seccionamiento de baja cuenta con una válvula tipo pistón la cual de manera manual corta el flujo de gas aislando el seccionamiento donde se encuentra el medidor y el regulador de baja para poder intervenirlos en caso de mantenimientos o re calibraciones, se cierra la válvula de esfera para cortar el flujo y mediante la válvula pistón se abre poco a poco verificando en el manómetro que esta antes de la válvula sísmica si la presión es correcta entre más gire la válvula pistón más flujo de gas tendrá, esto se hace de manera provisional y no prolongada con la finalidad de asegurar que

nunca el suministro al cliente se detenga.

La válvula pistón funciona como un regulador de presión manual, se abre lentamente visualizando en el manómetro de presión de salida, hasta lograr la presión requerida para la línea interna.

En la Figura I-13 se muestra el esquema de los componentes del sistema del Proyecto del Proyecto **“EDRM Chada Farms”**.

Calentamiento

Como se mencionó en los puntos anteriores según las propiedades del gas a altas presiones cuando se reducen drásticamente tiene como consecuencia que la temperatura descienda considerablemente varios grados bajo cero, es por esto que la descompresora cuenta con un sistema intercambiador de calor que tiene como objetivo minimizar estas disminuciones térmicas controlando las temperaturas, especialmente el seccionamiento del regulador de alta donde se reduce de alta a media presión considerablemente (3,600 psig a 180 psig), el sistema sufre un congelamiento en las tuberías específicamente en la entrada y salida del regulador de alta presión.

Para explicar el principio de funcionamiento del intercambiador es preciso seguir el flujo del agua, partiremos de que las tinas tienen un nivel de agua en reposo por encima de los serpentines, al accionarse la bomba esta realiza en su entrada una succión en la tina 01 tomando el agua fría (a medio ambiente), y en su salida la dirige al calentador 01, el cual al estar previamente calibrado (60- 70°C) eleva la temperatura del agua regresándola a la tina 01, de este modo se logra calentar el gas que pasa por dentro del serpentín sumergido en cada tina, las tinas están interconectadas entre sí por medio de una manguera térmica flexible de modo que la recirculación del agua se mantiene constante por el sistema.

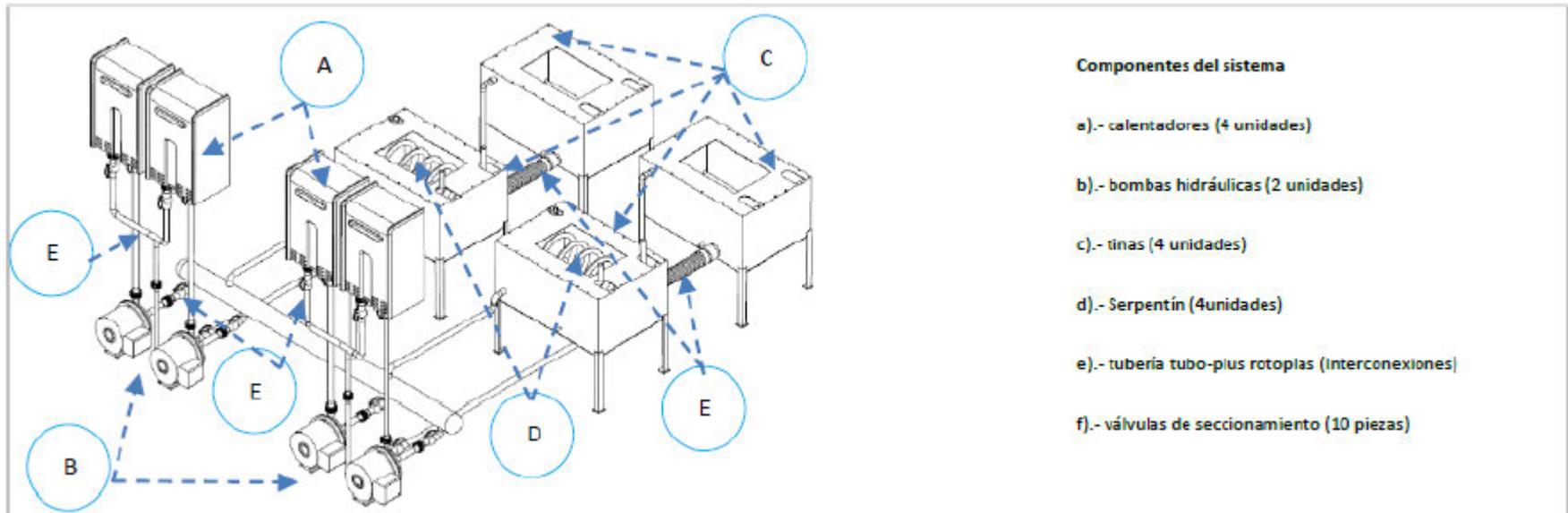


Figura I-13. Esquema de los componentes del sistema del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

Es preciso señalar que el sistema intercambiador de calor está provisto de dos bombas, esto es porque las tinas en su interior tienen un sensor de temperatura que notifica de manera automática al quemador si la temperatura del agua está bajando de los rangos estimados que por lo regular se acotan a 45-55 °C, si el sensor detecta que la temperatura disminuyó por debajo de los parámetros anteriores manda una señal a la bomba 02 y esta a su vez al calentador 02 activando el sistema y asistiendo al calentador 01 a recuperar la temperatura perdida, cuando esto se logra se desactiva de igual forma automáticamente, esta coordinación del sistema intercambiador de calor deja acentuado la importancia de siempre aumentar la temperatura del gas, ya que de no ser así podríamos tener congelamiento en la línea taponeando dispositivos importantes como el regulador de presión por ejemplo ocasionando paros en el suministro al cliente y condiciones inseguras de operación.

El sistema a modo de seguridad cuida dos factores fundamentales mediante dos sensores, como se mencionó anteriormente cuenta con un sensor de temperatura que al disminuir la temperatura a la cual fue calibrado este de manera inmediata pone en acción las bombas y los calentadores para compensación de la temperatura y de este modo proteger los equipos, de la misma forma se tiene un sensor más encargado de notificar si el nivel de agua contenido en las tinas está por debajo de lo permitido, que nunca debe de bajar al grado de descubrir el serpentín para que el nivel del agua sea aceptable por el sistema tendría que cubrir completamente al mismo.

Para ambos casos la descompresora cuenta con una alarma sonora la cual se activa si la temperatura baja a más de lo establecido, debido a que los calentadores no están realizando su función y también en el caso de que el nivel del agua baje más de lo permitido, esta alarma se mantiene en un buen nivel de volumen para poner en estado de alerta al personal de operación y mantenimiento.

En la Figura I-14 se muestra el esquema del sistema de calentamiento del Proyecto del Proyecto **“EDRM Chada Farms”**.

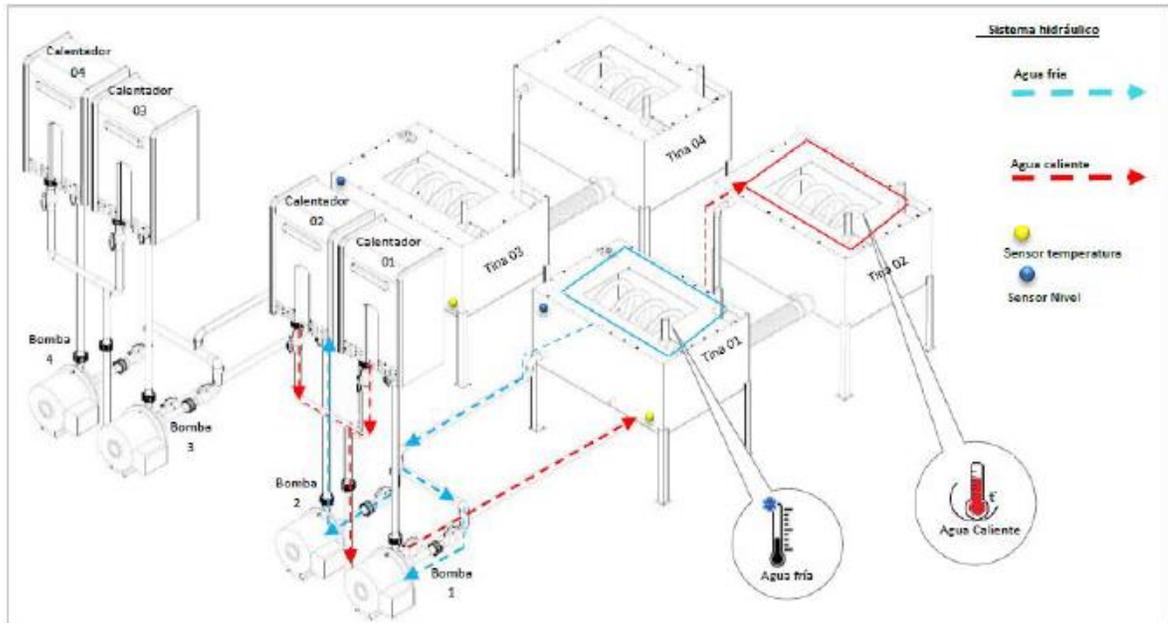


Figura I-14. Esquema del sistema de calentamiento del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

I.2.2. Operación y Control del Panel

Como se ha mencionado en puntos anteriores la descompresora en el sistema intercambiador de calor controla las temperaturas mediante sensores que accionan las bombas y calentadores según las configuraciones programadas en el sistema, toda esta comunicación entre los elementos se realiza mediante un panel electrónico con el cual se ajustan todos estos parámetros, incluyendo todas las condiciones que aseguran el óptimo funcionamiento del equipo de descompresión, a continuación se muestra la posición en la cual se instalan estos elementos.

I.2.3. Componentes del Sistema de Control

El sistema de control es principalmente para controlar la temperatura del sistema intercambiador de calor y algunas funciones de alarma. El sistema se conforma de sensores de nivel y temperatura, bombas y calentadores de paso, todo esto mandado por un tablero de control que se conforma por un sistema de PLC y HMI para el control. A continuación, se muestran los componentes principales del sistema de control.

El tablero general controla el funcionamiento de las bombas y por ende de los calentadores, todo esto sincronizado para el llenado y relleno de agua fría a caliente recirculando el agua por todo el sistema.

En la Figura I-15 se muestra el esquema del sistema de control del Proyecto del Proyecto “EDRM Chada Farms

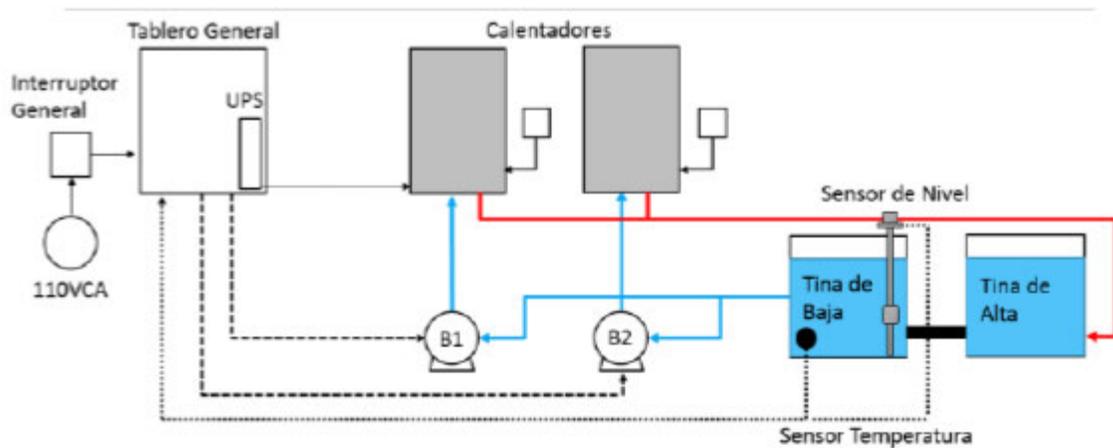


Figura I-15. Esquema del sistema de control del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

- Pantalla táctil DELTA. Pantalla táctil mediante la cual se configuraran los parámetros de funcionamiento de los componentes del intercambiador de calor, en las pruebas y puesta en servicio el departamento de desarrollo tecnológico realiza la programación de estos parámetros asegurando el óptimo funcionamiento del intercambiador, mediante este panel se puede seleccionar el modo de operación (Manual/Automático), el funcionamiento de las bombas, la temperatura de los calentadores, configurar las alarmas, silenciar la alarma y monitorear factores de la alimentación de gas
- Alarma sonora. Dispositivo que al activarse alguna de las alarmas ya sea por bajo nivel o por caída de temperatura en el sistema automáticamente emite un sonido alertando al personal que existe una posible falla, el nivel de ruido es considerable para ser notorio en ambientes de trabajo industrial.
- Switch general de tablero. Interruptor general que energiza por completo el tablero de control.
- Botón paro de emergencia. Al accionar el botón de emergencia este detiene de forma inmediata el funcionamiento del sistema intercambiador de calor protegiendo todos los componentes de sistema. Como su nombre lo dice úsese solamente en caso de emergencia.
- Cerraduras de gabinete. El tablero de control cuenta con cerradura para proteger las conexiones internas procurando que personal no autorizado no tenga acceso al mismo, las llaves están a resguardo del personal de mantenimiento y operación.
- Sistemas de Seguridad y Salvaguardas de la Estación de Descompresión

I.2.4. Especificación de Válvulas y Sistema de Seguridad

El sistema de seguridad de la Estación de Descompresión de gas natural cuenta con los siguientes elementos principales:

- 2 válvulas de corte por cada poste de descarga
- 2 válvulas de corte al inicio de cada tren
- 3 válvulas con actuador neumático
- 3 reguladores de alta presión (primera etapa)
- 2 reguladores de baja presión (Segunda etapa)
- 3 válvulas de desfogue por alta presión.
- 1 alarma sonora
- 1 botón de paro de emergencia

I.2.8.1. Filosofía de operación de la seguridad de la descompresora

La descarga de los contenedores es conectada a la descompresora por medio de mangueras flexibles. La entrada de gas de la descompresora cuenta con válvulas de corte las cuales cortan el flujo de los contenedores si son activadas las botoneras de paro por emergencia.

Se cuenta con 3 válvulas de venteo en las 3 presiones del sistema, alta, media y baja presión.

Cada línea de regulación consta de una válvula reguladora y una válvula de corte, esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión. Aunado a esto, previo a la regulación, se cuenta con una válvula operada de forma neumática.

I.2.8.1.1 Sistema de alarmas

A un costado del tablero de control se coloca una alarma sonora, como se mencionó en el apartado del calentamiento la finalidad de esta alarma es notificar dos factores, principalmente falta de agua en el nivel de las tinas o temperatura demasiado baja en el sistema.

Al activarse la alarma hacer lo siguiente:

- Si la alarma se activa por que el nivel del agua está por debajo de lo permisible: o Silenciar la alarma en el panel de control y acto seguido rellenar el agua en las tinas hasta obtener el nivel deseado, el indicador nivel bajo debe de desaparecer (apagarse) y normalizara el sistema.
- Si la alarma se activa por temperatura baja: o Revisar la temperatura del agua con ayuda de un termómetro externo y corroborar que efectivamente el agua tenga una temperatura baja, y descartar un mal funcionamiento de los sensores.

- o Verificar que los calentadores estén funcionando o no se haya apagado alguno de los mismos.
- o Verificar la circulación del agua en el sistema, que las válvulas estén abiertas.
- o Si después de lo anterior no se soluciona el problema llamar a servicio técnico y pedir le comuniquen con el departamento correspondiente para recibir atención de personal altamente calificado para atender averías o fallas más complejas.

1.2.5. Resumen de Equipos y Tuberías de la “EDRM Chada Farms”

A continuación, se presenta el resumen de equipos y Tuberías del Proyecto “EDRM Chada Farms”.

Tabla I-6. Equipos del proyecto “EDRM Chada Farms”

No.	EQUIPOS	CANT.	CARACTERÍSTICAS
1	Estación de Descompresión de Gas Natural 5000C Marca Indugas (Incluye: Cabezal de entrada, Regulación, Filtración, Medición, Calentamiento, medición y telemetría)	1	Capacidad máxima: 5,000 Sm ³ /h de gas natural Presión de entrada: 200 Psi a 3,600 Psi Presión de salida: 15 Psi a 200 Psi Diámetro de entrada: 2” ANSI 1500 Diámetro de salida: 6” a 8” ANSI 150 Consumo Eléctrico: 10 Kw/h Medidas: 2.5 m x 3.5 m x 2.20 m Medio de calentamiento: Inducido por agua
2	Poste de descarga Marca Indugas	2	Capacidad máxima: 5,000 Sm ³ /h de gas natural Presión de entrada: 200 Psi a 3,600 Psi Diámetro de entrada: 1” ANSI 1500 Medidas: 0.6 m x 0.6 m x 1.6 m
3	Regulador de alta presión marca Pietro Fiorentini modelo StaFlux 187	3	Flujo de operación: 800 a 2500 m ³ /hr Presión de entrada al regulador: 3,600 psig Presión de salida al regulador: 188 psi (13 bar)
4	Medidor rotativo Marca Dresser, ModelolM G250 de 4”	1	capacidad de hasta 5,962 Sm ³ /h.
5	Regulador de baja presión marca Pietro Fiorentini modelo Reval 182 de 2”,	1	Presión de entrada al regulador: 188 psi (13 bar) Presión de salida del regulador 35 psi (2.5 bar)

Nota: La EDRM Chada Farms cuenta con 3 trenes de regulación de alta presión.

La tubería que se instalará a lo largo de la estación es la siguiente:

- A la entrada de la estación 1” Acero al Carbón A105 Ced. 160 Gr. X42
- Posterior a 1er regulación 4 y 8” Acero al Carbón A105 Ced. 40 Gr. X42
- A la salida de la estación 8” Acero al Carbón A105 Ced. 40 Gr. X42
- Sistemas de calentamiento 1” Acero inoxidable Espesor 0.120”

La Memoria Técnico-Descriptiva, Planos y Fichas técnicas de los equipos del proyecto “EDRM Chada Farms” se incluyen en el **Anexo RSG-01**

1.2.6. Sustancias manejadas en el proceso

La tabla 1-7, muestra el resumen de sustancias peligrosas y su cantidad máxima a emplear en la “EDRM Chada Farms”.

Tabla 1-7 Resumen de Sustancias Peligrosas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en m ³ /h	Concentración	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas
		C	R	E	T	I			Máxima de proceso (Ton/Día)	Máxima de transporte (Ton/Día)	Máxima de almacenamiento (Ton)		
Gas natural	8006-14-2			X		X	Min.: 1000 m ³ /h Max.: 2600 m ³ /h ⁽¹⁾	96.00 % ⁽²⁾	23.3253 ⁽³⁾	No aplica	7.7751	MAT ⁽⁴⁾	500 kg

Nota 1: Los flujos de operación de la “EDRM Chada Farms” mostrados, depende en su totalidad de la demanda de GN que el usuario final requiere en sus procesos operativos.

Nota 2: El GN empleado en la “EDRM Chada Farms” corresponde a una mezcla de hidrocarburos en donde la concentración del metano ronda en promedio en 96.00%v. La composición de la mezcla se muestra en el Diario de calidad de gas adjunto en el **Anexo RSG-03**. Para fines de la simulación se seleccionará dentro del software SCRI v. 1.1 la sustancia metano.

Nota 3: Cantidad calculada con base en datos preliminares para operación de la “EDRM Chada Farms”, que indican una operación constante de 8 horas al día, teniendo un remplazo de los MAT en periodos de 3 horas (3 veces en total). Se reitera que la cantidad de GNC a descomprimir depende en su totalidad de los procesos operativos del usuario final.

Nota 4: La “EDRM Chada Farms” operará con dos trenes de regulación. Cada tren podrá ser conectado a un MAT que será remplazado en relación con la demanda de gas del usuario final. Los trenes de regulación 1 y 2 operarán de manera sincronizada.

Tabla 1-8. Identificación de Peligros

Peligros	Clasificación SAC	Indicación de peligro
Físicos	Gas inflamable, categoría 1A. Gas a presión, categoría gas comprimido.	H220 Gas extremadamente inflamable. H280 Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta
Para la Salud	Corrosión / irritación cutánea, categoría 2. Lesiones oculares graves / irritación ocular, categoría 2A-	H315 Provoca irritación cutánea. H319 Provoca irritación ocular grave. Nota: Las indicaciones para peligros para la salud fueron tomadas de ECHA,2018.
Para el Medio Ambiente	No aplica.	No aplica.

Elementos de las etiquetas del SAC
Pictograma



Figura I-17. Pictogramas de identificación de peligros

En la siguiente tabla se observa la clasificación del riesgo del Gas Natural por parte de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés).

Tabla I-9. Clasificación de riesgo de la NFPA Gas natural

4	Inflamabilidad
1	Salud
0	Reactividad
	Especial

Siendo el gas natural una sustancia, sus componentes principales son: Metano con 83,0% volumen mínimo en la Zona Sur y 84,0% volumen mínimo (CPG Poza Rica, Burgos y Arenque; así como Etano con un 11,0%volumen máximo (PTI, 2018). Las impurezas y aditivos estabilizadores que contiene son: Etil Mercaptano 17-28 ppm, H₂S 6,0 mg/m³ máximo, Azufre total 150 mg/m³ máximo, Nitrógeno 8,0% volumen máximo (Zona Sur) y 4,0% volumen máximo (CPG Poza Rica, Burgos y Arenque), CO₂ 3,0%volumen máximo, Oxígeno 0,2%volumen máximo) y Humedad 110 mg/m³ máximo.

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos ligeros compuestos principalmente de metano, etano, propano, butanos y pentanos. Otros componentes tales como el CO₂, el helio, el sulfuro de hidrogeno y el nitrógeno se encuentran también en el gas natural.

El metano es una sustancia altamente inflamable, se quema fácilmente y casi totalmente. El gas natural no es corrosivo ni tóxico, su temperatura de combustión es elevada y posee un estrecho intervalo de inflamabilidad, lo que hace de él un combustible fósil seguro en comparación con otras fuentes de energías.

El gas natural es incoloro, inodoro, insípido, sin forma particular y más ligero que el aire. Se presenta en su forma gaseosa por debajo de los -161°C. Por razones de seguridad, se le añade mercaptano, un agente químico que le da un olor a huevo podrido, con el propósito de detectar una posible fuga de gas, a continuación, se describirá este componente.

Etil-mercaptano

El Etil-mercaptano es un gas que se emplea en la odorización del Gas Natural. Por decreto de la Norma Oficial Mexicana (NOM-003-ASEA-2016), el gas debe ser odorizado a una concentración tal que permita ser detectado por el olfato cuando las concentraciones alcancen una quinta parte del límite inferior de explosividad (LIE), o cuando la proporción de gas en aire sea de 1% (uno por ciento).

De acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Químicos, el Etil-mercaptano se clasifica bajo las siguientes claves, Tabla I-10.

Tabla I-10. Clasificación del etil-mercaptano de acuerdo con el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de químicos

Código	Indicación de Peligro Físico	Clase de Peligro	Categoría de Peligro
H224	Líquidos y vapores extremadamente inflamables	Líquidos inflamables	1
H302	Nocivo en caso de ingestión	Toxicidad aguda por ingestión	4
H317	Puede provocar una reacción cutánea alérgica	Sensibilización cutánea	1, 1A, 1B
H332	Nocivo si se inhala	Toxicidad aguda por inhalación	4

Por parte de la clasificación de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, el Etil-mercaptano se clasifica de la siguiente manera, Tabla I-11:

Tabla I-11. Clasificación de riesgo del Etil-mercaptano según la NFPA

0	Inflamabilidad
3	Salud
0	Reactividad
	Especial

En el **Anexo RSG-01** se incluye la hoja de datos de seguridad de materiales del Gas natural.

I.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

El proyecto “**EDRM Chada Farms**” se ubica en el Municipio de San Miguel de Allende, Estado de Guanajuato.

Situación.

El municipio San Miguel de Allende se ubica entre los paralelos 21.0408° de latitud norte; los meridianos -100.6406° de longitud oeste; altitud 2,009 metros sobre el nivel del mar.

Delimitación.

Limita al norte con los municipios de San Luis de la Paz y Dolores Hidalgo; al oeste con Dolores Hidalgo y Salamanca; al sur con Juventino Rosas y Comonfort; al suroeste con Apaseo el Grande; y al noroeste con el municipio de San José Iturbide.

Extensión.

Territorialmente San Miguel de Allende se divide en tres grandes zonas, centro, sur y oriente, esta última desagregada del resto del territorio municipal; San Miguel de Allende tiene un total de 1,537.19 km².

I.3.1. Aspectos abióticos

I.3.1.1. Clima del proyecto "EDRM Chada Farms"

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el clima predominante en el Área del Proyecto, el Área de Influencia (240.50 m) y en el Sistema Ambiental es "Semiárido y templado" con la clave Bs1 Kw. (Véase Mapa I-1).



Mapa I-1. Clima en el proyecto "EDRM Chada Farms"

I.3.1.2. Temperatura del proyecto "EDRM Chada Farms"

Templado subhúmedo con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.

La estación climatológica del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) más cercana al predio y que se encuentra en operación es la **11042** (ver tabla I-12) con el nombre de Los Rodríguez y que se ubica en el municipio de San Miguel de Allende a un poco más de 2.11 km al Sur del Área del Proyecto y cuenta con los registros normales climatológicas desde el año 1951 a 2010.

Tabla I-12. Datos de estación 11042

Clave	Nombre	Municipio	Latitud Norte	Latitud Oeste	Altura (msnm)
11042	Los Rodríguez	San Miguel de Allende	21.0408°	-100.6406°	2,009

La estación registra una temperatura máxima normal de 28.8°C en el mes de mayo, con una temperatura media de 16 °C y una temperatura media mínima de 7.5 °C. La temperatura máxima normal registrada fue de 28.8°C en el mes de mayo y la temperatura mínima normal de 3.0 °C en el mes de diciembre (Tabla I-13).

Tabla I-13. Temperatura máxima, media y mínima

Temperatura máxima, media y mínima												
Temperatura máxima normal												
T °C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima normal	21.1	22.9	25.7	27.5	28.8	26.9	25.1	24.6	23.9	23.2	22.4	21.1
Máxima mensual	23.4	24.7	28.3	30.3	32.3	31.0	28.4	26.5	27.0	25.9	24.8	23.4
Año de máxima	1989	2008	2002	1986	1983	1983	1998	1987	1987	2007	1988	2007
Máxima diaria	0.0	31.0	35.0	34.0	36.0	35.0	34.0	32.5	31.0	30.0	28.5	29.0
Fecha máxima diaria	01/2008	11/1983	29/2002	19/1983	01/1983	08/1989	03/1998	07/1999	17/1987	17/1984	07/1989	23/2002
Años con datos	27	27	27	27	27	27	27	28	27	25	27	26
Temperatura media												
T °C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Normal	12.1	13.4	15.9	18.0	19.9	19.0	18.0	17.4	16.9	15.2	13.6	12.1
Años con datos	27	27	27	27	27	27	27	28	27	25	27	26
Temperatura mínima												
T °C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Mínima normal	3.1	3.8	6.1	8.5	10.9	11.1	10.9	10.2	9.9	7.1	4.8	3.0
Mínima mensual	0.6	1.3	3.8	6.1	8.1	9.2	8.3	7.9	7.4	4.1	1.0	-0.2
Año de mínima	1996	1983	1989	2002	1997	2002	2000	2001	2001	1999	1999	2010

Tabla I-13. Temperatura máxima, media y mínima

Temperatura máxima, media y mínima												
Mínima diaria	-5.0	-5.0	-5.0	-1.0	3.5	5.0	4.0	2.0	1.0	-4.5	-5.0	-6.0
Fecha mínima diaria	29/1986	24/1989	09/1989	01/1987	22/2002	23/2002	04/1996	30/2006	26/1989	27/1999	23/2006	26/2006
Años con datos	27	27	27	27	27	27	27	28	27	25	27	26

En cuanto a la precipitación media normal, la estación **11042 "LOS RODRÍGUEZ"** indica que es de 45.32 mm. La distribución anual de la precipitación presenta una temporada de lluvias definida, que inician en abril y concluyen en octubre, lapso en que se presentan medias mensuales que superan los 312 mm, los meses con menos precipitación son marzo y diciembre con índices muy bajos que rondan los 4.4 y 7.4 mm.

La precipitación del mes más seco es menor de 10 mm y se presenta en el mes de marzo con 4.4 mm y el mes que alcanza la mayor precipitación del año es el mes de abril con 113.4 mm. (Tabla I-14).

Tabla I-14. Precipitación

mm	Precipitación											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Normal	18.5	17.2	4.4	16.1	55.0	85.9	113.4	103.4	79.9	33.9	8.8	7.4
Máxima mensual	145.6	146.5	29.0	87.5	255.5	392.5	221.6	289.5	224.0	147.0	35.5	46.8
Año de máxima	1992	2010	1992	1981	1994	1987	1991	1989	1991	2006	1992	1982
Máxima diaria	33.0	121.0	24.0	29.0	76.0	97.0	75.0	75.0	60.0	55.6	30.0	24.0
Fecha máxima diaria	15/2010	04/2010	15/1992	29/1981	27/1994	10/1987	14/1994	12/1996	27/1987	31/1991	12/1989	29/1995
Años con datos	27	27	27	27	27	27	27	28	27	26	27	26

Fenómenos hidrometeorológicos

Evaporación

La evaporación media anual es de 165.8 mm, el mes que presenta el valor más alto es mayo con un valor de 227.2 mm (Tabla I-15)

Tabla I-15. Evaporación Media Mensual

Evaporación												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Normal	125.9	152.9	211.9	217.3	220.6	180.7	161.3	152.9	135	136.2	124.2	110
Años con datos	28	28	31	31	31	33	33	32	31	30	29	24

Lluvias

Anualmente se presenta un promedio de 3.9 días con lluvia, siendo el mes de julio el que mayor día de lluvias presenta con 9.1 días al año y el mes de marzo el menor con 0.9 días (Tabla I-16).

Tabla I-16. Días con Lluvia

Lluvias												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Número de días con lluvia	1.9	1.6	0.9	2.0	4.8	6.8	9.1	7.5	6.8	3.9	1.6	1.0
Años con datos	27	27	27	27	27	27	27	28	27	26	27	26

Neblina

Anualmente se presenta un promedio de 2.23 días con niebla, donde el mes de agosto se presentan los mayores valores con 3.8, febrero, marzo y abril presentan los menores días, con 1.2, 0.9 y 1.0 días respectivamente (Tabla I-17).

Tabla I-17. Días con Niebla

Niebla												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Niebla	1.5	1.2	0.9	1.0	3.0	2.9	3.6	3.8	3.0	2.0	2.3	1.6
Años con datos	27	27	27	27	27	27	27	28	27	26	27	26

Granizada

Anualmente se presenta un promedio de 1.23 días con granizo, siendo los meses de junio, julio, agosto y septiembre los que presentan valores de 1.9 y 2.7 (Tabla I-18).

Tabla I-18. Días con Granizo

Granizo												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Granizo	0.8	0.5	0.4	0.6	2.0	1.9	2.7	1.9	1.9	1.1	0.7	0.3

Tormenta Eléctrica

Anualmente se presenta un promedio de 1.86 días con tormenta eléctrica, siendo el mes de julio el que presenta mayores valores de 4.0 días (Tabla I-19).

Tabla I-19. Días con Tormenta Eléctrica

Tormenta												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tormenta eléctrica	1.2	0.9	0.5	0.9	3.0	2.8	4.0	3.3	3.4	1.4	0.8	0.4
Años con datos	27	27	27	27	27	27	27	28	27	26	27	26

Heladas

En cuanto a heladas, la estación **11042 "LOS RODRÍGUEZ"**, no registró días de heladas.

Humedad Relativa Y Velocidad del Viento

En la siguiente tabla se muestra los parámetros de humedad relativa y la velocidad del viento, la estación **11042 "LOS RODRÍGUEZ"**, no registro días de heladas

Tabla I-20. Humedad relativa y velocidad del viento

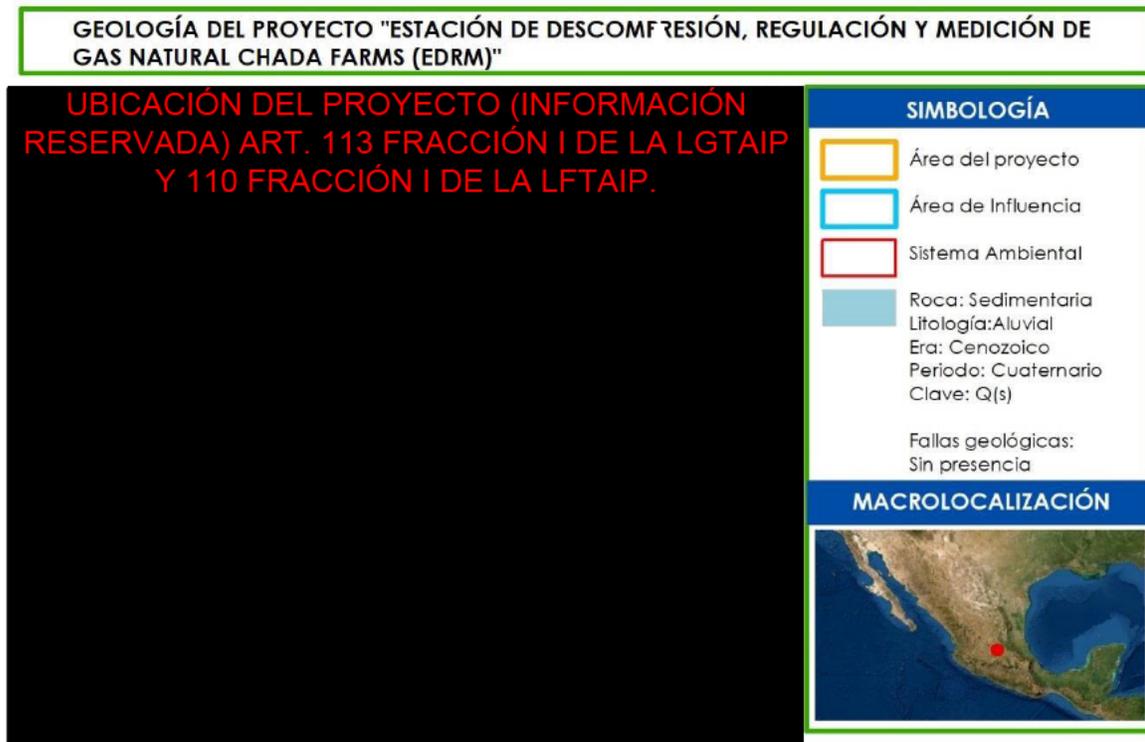
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Humedad relativa (%)	47%	41%	35%	33%	43%	60%	70%	68%	71%	62%	54%	47%
Velocidad del viento (Km/h)	12.3	13.0	13.6	12.9	12.3	13.7	14.2	14.3	14.5	13.3	12.3	11.9

I.3.1.3. Geología del proyecto "EDRM Chada Farms"

El Área del Proyecto, Área de Influencia (240.50 m) y el Sistema Ambiental está conformado por rocas sedimentarias presentándose una litología aluvial de era Geológica "Cenozoica", periodo "Cuaternario" y Clave geológica "Q(S)".

I.3.1.3.1 Fallas o fracturas Geológicas del proyecto "EDRM Chada Farms"

No se presentan fallas o fracturas geológicas dentro del proyecto.



Mapa I-2. Geología del proyecto "EDRM Chada Farms"

I.3.1.4. Edafología del proyecto "EDRM Chada Farms"

La Edafología localizada en el Área del Proyecto y en Área de influencia se refiere al tipo de suelo Vertisol pelico con textura fina, sin embargo, dentro del sistema ambiental se identifican un tipo de suelo más el feozem luvico de textura media.



Mapa I-3. Edafología del proyecto "EDRM Chada Farms"

I.3.1.5. Susceptibilidad de inundación del proyecto "EDRM Chada Farms"

Se presenta un grado de riesgo de inundación "Medio" y se señalan las zonas sujetas a inundación dentro del Sistema Ambiental a continuación.



Mapa I-4. Susceptibilidad de inundación del proyecto "EDRM Chada Farms"

I.3.1.6. Hidrografía superficial

I.3.1.6.1 Hidrografía del proyecto "EDRM Chada Farms"

Dentro del Sitio del Proyecto no se localiza ningún tipo de hidrografía, sin embargo, en el Área de Influencia y el Sistema Ambiental se encuentra presente un canal de agua en operación el cual se reconoce con el identificador 6718413 y el código f14c45 de RH12Ha.

I.3.1.6.2 Cuencas y subcuencas del proyecto "EDRM Chada Farms"

En el Área del Proyecto y en el Área de Influencia (240.50 m) se encuentran dentro de la cuenca Lerma Santiago, con subcuenca La Cebada-La puente, en la Región Hidrológica RH12.

Tabla I-21. Cuencas y subcuencas del proyecto "EDRM Chada Farms"

Cuenca	Subcuenca	Área de la cuenca (Ha)	Perímetro de la cuenca (Ha)	R. Hidrológica
Lerma Santiago	La Cebada-La Puente	11.75079	29.83469	RH12

1.3.1.7. Hidrología subterránea

1.3.1.7.1 Acuífero del proyecto "EDRM Chada Farms"

En el Área del Proyecto, en el Área de Influencia (240.50 m) y en el Sistema Ambiental se encuentra el acuífero "Laguna Seca". (Véase Tabla I-24).

Tabla I-22. Acuíferos del proyecto "EDRM Chada Farms"

Clave del acuífero	Nombre del acuífero	Disponibilidad	Fecha D.O.F.	Sobreexplotado	Superficie del acuífero (Ha)
1104	Laguna Seca	Sin disponibilidad	17/09/2020	Si	133313.695



Mapa I-5. Hidrografía del proyecto "EDRM Chada Farms"

1.3.2. Aspectos bióticos

1.3.2.1. Uso De Suelo y Vegetación

En el área del proyecto y el área de influencia (240.50 m) el uso de suelo es dado por "Zonas Urbanas", sin embargo, dentro del Sistema Ambiental se encuentran zonas de "Agricultura de Riego Anual y semipermanente" como se desglosa a continuación.

Tabla I-23. Características del Uso de suelo y/o tipo de vegetación del proyecto "EDRM Chada Farms"

Información	Agricultura de Riego Anual y Semipermanente	Zona Urbana
Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	RAS	AH
Tipo de información	Agrícola-Pecuaria-Forestal	Complementaria
Grupo de vegetación	Agricultura de Riego	Asentamientos humanos
Grupo de sistema agropecuario	Agrícola	No aplicable
Tipo de agricultura	Agricultura de riego	No aplicable
Tipo de vegetación	No aplicable	No aplicable
Desarrollo de la vegetación	No aplicable	No aplicable
Fase de vegetación secundaria	No aplicable	No aplicable
Clave de fotointerpretación	RAS	AH
Tipo de vegetación/Vegetación Secundaria	Agricultura de riego anual y semipermanente	Asentamientos humanos
Tipo de plantación	Ninguno	No aplicable
Tipo de cultivo 1	Anual	No aplicable
Tipo de cultivo 2	Semipermanente	No aplicable
Otros	No aplicable	Asentamientos humanos
CUS	No	NO



Mapa I.6. Uso de suelo y tipo de vegetación del proyecto "EDRM Chada Farms"

1.3.2.2. Flora y Fauna del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto

1.3.2.2.1 Flora y fauna

Para realizar la caracterización de flora y fauna se utilizaron registros de especies, para lo cual se accedió a la información de la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, a través de la herramienta **Enciclovida**, plataforma web de consulta creada, para conocer a las especies y grupos que viven en México. Los registros obtenidos se encuentran en el ANEXO MIA-04 en donde se puede observar información sobre la categoría nacional del riesgo con base en la **"NOM 059 SEMARNAT-2010"**, categoría internacional de riesgo con base en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), tipo de distribución y tipo de ambiente, para cada una de las especies mencionadas en la presente sección.

Esta plataforma integra información de todo el país que la **CONABIO** ha reunido a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (**SNIB**).

El **SNIB** alberga la información de las especies, y actualmente contiene entre otros, 41,382,113 de registros de presencia de 114,006 especies, contenidas en sus catálogos taxonómicos; fichas técnicas de más de 3,100 especies nativas de México y de más de 1, 280 especies exóticas; cartografía con más de 18 mil mapas de distintos temas, principalmente de la distribución de las especies, así como la cobertura del suelo (vegetación y usos del suelo) del país en diferentes años; un acervo con más de 620 mil imágenes de sensores remotos y 155 mil fotografías e ilustraciones de especies, ecosistemas y usos en formato digital. Se han integrado al SNIB, hasta agosto de 2022, los resultados de 1,071 proyectos que dieron origen a 1,212 bases de datos.

A través de la plataforma **Enciclovida** se realiza la consulta del municipio de San Miguel de Allende, en donde se verifica la ubicación de los registros especie por especie con el objetivo de definir si alguno se ubica dentro del **SA, AI** o **Área del proyecto**.

A continuación, se presenta una captura de pantalla donde podemos observar la ubicación del proyecto y los registros para el maíz (Zea mays), ejemplificando el proceso que se lleva a cabo para cada una de las especies.

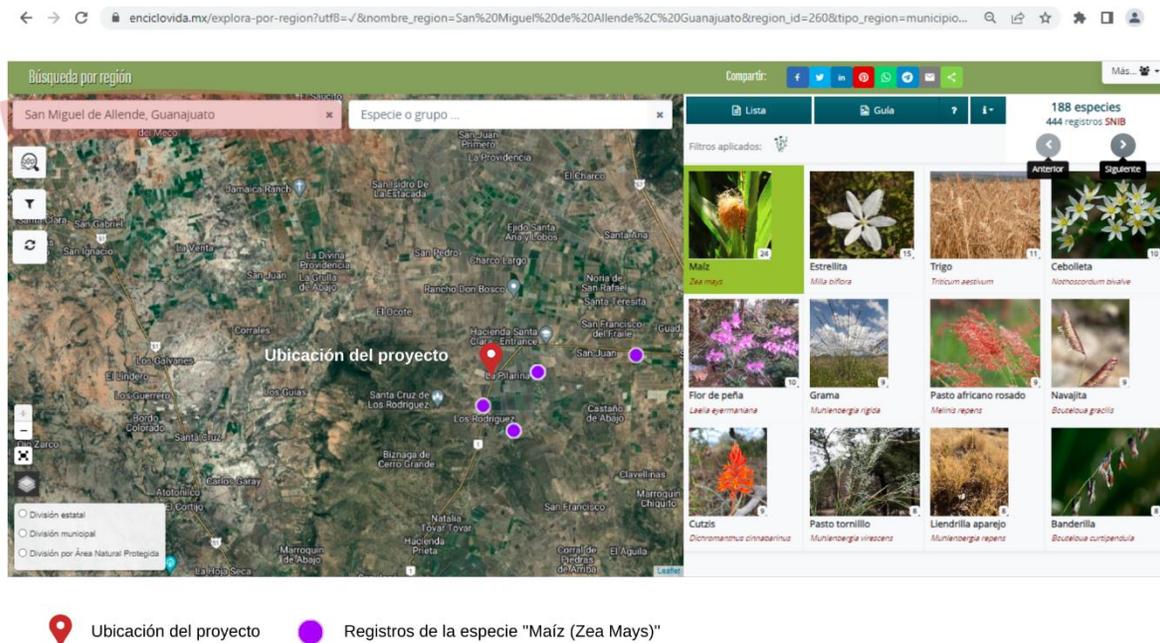


Figura I-18 Ejemplo de la consulta realizada para cada especie en la plataforma “Enciclovida1” de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Flora

Hongos

De acuerdo con los registros de la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 65 especies de **hongos**, Huitlacoche (*Ustilago maydis*), Sulcate Sunhead (*Heliocybe sulcata*), Nanacate (*Schizophyllum commune*), Matacandil (*Coprinus comatus*), Parasol verde (*Chlorophyllum molybdites*), Gold dust lichen (*Chrysothrix candelaris*), (*Candelina mexicana*), Mexican Yolk Lichen (*Candelina submexicana*), Liquen limón (*Candelaria concolor*), (*Pertusaria tejocotensis*), Kapjesspeldenkussentje (*Pertusaria pseudocorallina*), (*Pertusaria moreliensis*), (*Buellia tyrolensis*), (*Pyxine*

¹ Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). Enciclovida, búsqueda por región del Municipio de San Miguel de Allende Guanajuato, México. Recuperado de <https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&pagina=1#5/25.026/-91.362>.

petricola), Líquen oxidado (*Teloschistes exilis*), Ojos de oro (*Teloschistes chrysophthalmus*), Black-eyed rosette lichen (*Physcia phaea*), Líquen de roseta canoso (*Physcia aipolia*), Salted Rock-shield (*Xanthoparmelia mexicana*), (*Xanthoparmelia rimalis*), (*Xanthoparmelia incerta*), Kyststeinlav (*Xanthoparmelia tinctoria*), Colorado Rock-shield (*Xanthoparmelia coloradoensis*), (*Xanthoparmelia lavicola*), (*Usnea párvula*), (*Usnea horrida*), Kyststry (*Usnea fragileszens*), Rock Beard (*Usnea amblyoclada*), Beard lichen (*Usnea subscabrosa*), Red Beard Lichen (*Usnea rubicunda*), Warty Beard Lichen (*Usnea ceratina*), Barba de viejo (*Usnea angulata*), Cáscara de roble (*Punctelia perreticulata*), (*Punctelia punctilla*), Moondust Speckled Lichen (*Punctelia caseana*), (*Punctelia hypoleucites*), (*Parmotrema cetratum*), Variable Cracked-ruffle, (*Parmotrema subisidiosum*), (*Parmotrema grayanum*), (*Parmotrema latissimum*), (*Parmotrema cristiferum*), Old Gray Ruffles (*Parmotrema tinctorum*), Powder-Edged Ruffle Lichen (*Parmotrema stuppeum*), Black Sheet Lichen (*Parmotrema reticulatum*), (*Parmotrema eurysacum*), Pretty Ruffle (*Parmotrema austrosinense*), (*Hypotrachyna pseudonepalensis*), (*Hypotrachyna neocirrhata*), (*Hypotrachyna pulvinata*), Líquen escudo verde manchado (*Flavopunctelia soledica*), Líquen de escudo verde moteado (*Flavopunctelia praesignis*), Speckled Greenshield (*Flavopunctelia flaventior*), Líquen escudo verde (*Flavoparmelia caperata*), Texas Shield Lichen (*Canoparmelia texana*), (*Canoparmelia crozalsian*), (*Canomaculina subtinctoria*), Frosted Rim-lichen (*Lecanora caesiorubella*), (*Lecanora plumosa*), Icing sugar fungus (*Beauveria bassiana*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** y el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Musgos y parientes

De acuerdo con los registros de la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 8 especies de **musgos y parientes**, Musgo (*Pseudocrossidium replicatum*), Musgo (*Barbula spiralis*), Musgo (*Tortula aurea*), Musgo (*Tortula pagorum*), Musgo (*Tortula obtusissima*), Musgo (*Aloina hamulus*), Musgo (*Papillaria nigrescens*), Musgo (*Fabronia ciliaris*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** y el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Helechos y parientes

De acuerdo con los registros de la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 24 especies de **Helechos y parientes**, Helecho (*Marsilea mollis*), Helecho (*Lygodium venustum*), Helecho (*Polypodium thysanolepis*), Helecho (*Polypodium subpetiolatum*), (*Pleopeltis madrensis*), Lengua de ciervo (*Pleopeltis polylepis*), Helecho (*Pleopeltis angusta*), Helecho (*Phlebodium areolatum*), Helecho perejil (*Cystopteris fragilis*), Chujcho (*Myriopteris myriophylla*), Helecho dorado (*Myriopteris aurea*), Helecho (*Astrolepis laevis*), Helecho (*Astrolepis integerrima*), Doradilla ondulada (*Astrolepis*

sinuata), Doradilla gruesa (*Astrolepis crassifolia*), Helecho de tres hojas (*Pellaea ternifolia*), Helecho (*Pellaea ovata*), Ítamo real (*Pellaea cordifolia*), Helecho de las rocas (*Cheiloplecton rigidum*), Helecho (*Cheilanthes lindheimeri*), Helecho (*Cheilanthes myriophylla*), Helecho (*Cheilanthes microphylla*), Helecho (*Cheilanthes bonariensis*), Helecho culantrillo (*Adiantum capillus-veneris*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** y el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Coníferas y parientes

De acuerdo con los registros de la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 2 especies de **coníferas y parientes**, Ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) y Enebro triste (*Juniperus fláccida*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** y el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Monodicotiledóneas

De acuerdo con los registros de la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 188 especies de **monodicotiledóneas**, (*Eleocharis tenarum*), (*Eleocharis yecorensis*), (*Eleocharis schaffneri*), Sand spikerush (*Eleocharis montevidensis*), Tulillo (*Eleocharis montana*), Tul (*Eleocharis macrostachya*), (*Eleocharis densa*), Needle Spikerush (*Eleocharis acicularis*), (*Karinia mexicana*), Junco verde (*Cyperus virens*), Zacate cintillo (*Cyperus tenuis*), Rusby's Flatsedge (*Cyperus sphaerolepis*), Zacate de toche (*Cyperus seslerioides*), Gallito (*Cyperus semiochraceus*), (*Cyperus sanguineoater*), Marsh flatsedge (*Cyperus pseudovegetus*), Junco negro (*Cyperus niger*), Ctlalesquite (*Cyperus manimae*), Pionia (*Cyperus hermaphroditus*), Yellow Flatsedge (*Cyperus flavescens*), Deep-Rooted Sedge (*Cyperus enterianus*), (*Cyperus calderoniae*), Huachuca Mountain Sedge (*Carex leucodonta*), Zacate (*Bulbostylis juncooides*), (*Scirpoides mexican*), Southern watergrass (*Luziola fluitans*), Pasto pampa (*Cortaderia selloana*), Tres barbas abierto (*Aristida schiedeana*), (*Aristida glauca*), Tres barbas abierto (*Aristida divaricata*), Pasto (*Aristida adscensionis*), Trigo (*Triticum aestivum*), (*Pseudoeriacoma constricta*), Arrocillo (*Piptochaetium fimbriatum*), Flechilla bulbosa (*Nassella leucotricha*), Foothill needle grass (*Nassella lepida*), Winter Bentgrass (*Agrostis hyemalis*), Camalotillo (*Paspalum plicatulum*), (*Paspalum humboldtianum*), Camalote saladillo (*Paspalum distichum*), Hierba de la pulga (*Panicum obtusum*), (*Panicum lepidulum*), Carricillo (*Lasiacis nigra*), Gulf cockspur (*Echinochloa crus-pavonis*), Zacate cangrejo piloso (*Digitaria villosa*), Almejita lisa (*Urochloa meziana*), Piojillo granadilla (*Urochloa fusca*), Pasto africano rosado (*Melinis repens*), Green Bristle Grass (*Setaria viridis*), Cadillo (*Setaria verticillata*), Zacate sedoso (*Setaria parviflora*), Zacate tempranero (*Setaria leucopila*), Took' su'uk (*Setaria grisebachii*), Zacate africano (*Cenchrus setaceus*), Zacate africano plumoso (*Cenchrus longisetus*), Pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*), Maíz (*Zea mays*), Milpa de venado (*Tripsacum lanceolatum*), Avenilla

(*Sorghastrum nutans*), Popotillo plateado (*Bothriochloa perforata*), Popotillo plateado (*Bothriochloa barbinodis*), Barba negra dulce (*Heteropogon melanocarpus*), Barba negra (*Heteropogon contortus*), Slender Little Bluestem (*Schizachyrium tenerum*), Pajón tallo azul (*Schizachyrium sanguineum*), Popotillo texano (*Schizachyrium cirratum*), Cola de ratón (*Sporobolus indicus*), Zacate alcalino (*Sporobolus airoides*), Zacate gigante (*Leptochloa dubia*), (*Eragrostis swallenii*), (*Eragrostis plumbea*), Purple love grass (*Eragrostis pectinacea*), Zacate de agua (*Eragrostis mexicana*), Zacate llanero (*Eragrostis intermedia*), Amorseco curvado (*Eragrostis curvula*), Falso tridente avenaceo (*Erioneuron avenaceum*), Espiga negra (*Hilaria cenchroides*), (*Muhlenbergia phleoides*), Pasto tornillo (*Muhlenbergia virescens*), Salado (*Muhlenbergia utilis*), Zacate espinilla (*Muhlenbergia tenuifolia*), Liendrilla antenada (*Muhlenbergia spiciformis*), Grama (*Muhlenbergia rigida*), Liendrilla aparejo (*Muhlenbergia repens*), Zacate lanudo (*Muhlenbergia pubescens*), *Muhlenbergia plúmbea* (*Muhlenbergia plumbea*), *Muhlenbergia peruviana* (*Muhlenbergia peruviana*), (*Muhlenbergia longiglumis*), *Muhlenbergia implicata* (*Muhlenbergia implicata*), Delicate muhly (*Muhlenbergia fragilis*), Cola de zorra (*Muhlenbergia emersleyi*), Liendrilla del pinar (*Muhlenbergia dubia*), *Muhlenbergia depauperata* (*Muhlenbergia depauperata*), Hairawn Muhly, (*Muhlenbergia capillaris*), Zacate Lobero (*Lycurus phleoides*), African bur-grass (*Tragus berteronianus*), Escobilla de la India (*Eleusine indica*), Gallitos (*Cynodon dactylon*), Barbas de indio (*Chloris virgata*), Oneflower Grama (*Bouteloua uniflora*), Navajita simple (*Bouteloua simplex*), (*Bouteloua scorpioides*), Navajita rastrea (*Bouteloua repens*), *Bouteloua polymorpha* (*Bouteloua polymorpha*), Grama (*Bouteloua hirsuta*), Navajita (*Bouteloua gracilis*), Zacate búfalo (*Bouteloua dactyloides*), Banderilla (*Bouteloua curtipendula*), Navajita (*Bouteloua barbata*), Carrizo asiático gigante (*Arundo donax*), Tule (*Typha domingensis*), (*Luzula racemosa*), Junca (*Juncus microcephalus*), Pastos acuáticos (*Eriocaulon bilobatum*), Gallinitas (*Tillandsia recurvata*), Bromelia (*Viridantha lepidosepala*), Piñuela o timbiriche, (*Bromelia pinguin*), Gallito (*Aechmea bracteata*), Guapilla (*Hechtia lepidophylla*), Bromelia (*Billbergia pallidiflora*), Flor de ave del paraíso (*Strelitzia reginae*), Platanillo (*Canna x generalis*), Bandera española (*Canna indica*), Egret mudplantain (*Heteranthera peduncularis*), Lirio acuático sudamericano (*Eichhornia crassipes*), Matalí (*Tradescantia zebrina*), Niña en barco (*Tradescantia pallida*), Matlaxóchitl (*Tradescantia crassifolia*), (*Tradescantia brachyphylla*), Quesadilla (*Commelina tuberosa*), Hierba del mal de ojo (*Commelina scabra*), Hierba del pollo (*Commelina pallida*), Cantillo (*Commelina erecta*), Hierba del pollo (*Commelina diffusa*), Casalá (*Commelina dianthifolia*), Hierba de pollo (*Tripogandra purpurascens*), (*Tripogandra disgrega*), Flor pata de gallo (*Tinantia erecta*), Gibasis pulchella, (*Gibasis pulchella*), (*Callisia insignis*), Flor de mayo (*Laelia speciosa*), Flor de peña (*Laelia eyermaniana*), *Rhynchosstele maculata* (*Rhynchosstele maculata*), (*Schiedeella affinis*), *Sarcoglottis schaffneri* (*Sarcoglottis schaffneri*), Terciopelo morado (*Sacoila lanceolata*), Cutzis blanco (*Dichromanthus michuacanus*), Cutzis grande (*Dichromanthus aurantiacus*), Cutzis (*Dichromanthus cinnabarinus*), (*Habenaria strictissima*), Oceloxóchitl (*Tigridia pavonia*), Zacaya (*Nemastylis tenuis*), Hypoxis potosina (*Hypoxis potosina*), Mexican Yellow Star-grass (*Hypoxis mexicana*), Lirio asiático naranja (*Hemerocallis fulva*), Bandera española (*Kniphofia uvaria*), Gamoncillo (*Asphodelus fistulosus*), Sábila (*Aloe vera*), Sábila candelabro africano (*Aloe arborescens*), Estrellita (*Milla biflora*), Cola de gato (*Dracaena trifasciata*), Espárrago (*Asparagus setaceus*), Espárrago (*Asparagus officinalis*), Izote gigante (*Yucca gigantea*), Palma pita (*Yucca filifera*), Nardo de agua (*Polianthes palustris*), *Polianthes geminiflora* (*Polianthes geminiflora*), Maguey shishi

(Manfreda scabra), (Manfreda jaliscana), Amole (*Prochnyanthes mexicana*), Echeandia mexicana (*Echeandia mexicana*), Coyamol (*Echeandia flavescens*), (*Echeandia falcata*), Cucharilla (*Dasyllirion parryanum*), Sotol verde (*Dasyllirion acrotrichum*), Mayito (*Zephyranthes fosteri*), Lirios de agua (*Zephyranthes brevipes*), Cebolleta (*Nothoscordum bivalve*), Cebollín (*Allium kunthii*), Naja (*Najas guadalupensis*), Lenteja de agua (*Lemna minor*), Chichicastle (*Lemna gibba*), Chapiso (*Syngonium podophyllum*), Hoja pintada (*Alocasia macrorrhizos*), Chihuahuan arrowhead (*Sagittaria demersa*), (*Schoenocaulon tenue*), Ayatito (*Calochortus barbatus*), Arete de india (*Bomarea hirtella*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** se localiza la especie de Maíz (*Zea mays*), la cual no se encuentra identificado en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

De igual manera dentro del **AI** no se reportan registros de especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.



Figura I-19 Maíz (*Zea mays*) Imagen de referencia: Obtenida de la "Guía de monocotiledóneas del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato" generada a través de la plataforma "Enciclovida"² de la CONABIO.

Dicotiledóneas

De acuerdo con los registros de la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 878 especies de **Dicotiledóneas**, Cactus arbusto tuna de agua (*Pereskia aquosa*), Cola de caballo (*Rhipsalis baccifera*), Biznaga burra (*Echinocactus platyacanthus*), Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), Biznaga cónica (*Neolloydia conoidea*), Chilayo (*Pachycereus marginatus*), (*Stenocereus dumortieri*), Cardón pitayo (*Stenocereus queretaroensis*), Biznaga barril de acitrón (*Ferocactus histrix*), Biznaga ganchuda (*Ferocactus latispinus*), Biznaga barril caballona (*Ferocactus macrodiscus*), Tlaltecamate (*Coryphantha bumamma*), Biznaga partida de cuernos (*Coryphantha*

² Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). Enciclovida, búsqueda por región del Municipio de San Miguel de Allende Guanajuato, México. Recuperado de <https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&pagina=1#5/25.026/-91.362>.

cornifera), Biznaga colmillos de elefante (*Coryphantha elephantidens*), Biznaga partida parada (*Coryphantha erecta*), Biznaga partida (*Coryphantha ottonis*), Cabeza de viejo (*Mammillaria candida*), Gigante (*Nyctocereus serpentinus*), Cuija (*Opuntia cantabrigiensis*), (*Opuntia x cochineria*), Biznaga comprimida (*Mammillaria compressa*), Biznaga de espinas densas (*Mammillaria densispina*), Nopal Cuijo (*Opuntia engelmannii*), Nopal de castilla (*Opuntia ficus-indica*), Biznaga gigante (*Mammillaria gigantea*), Biznaga bola de hilo (*Mammillaria herrerae*), Nopal cascarón (*Opuntia hypitiacantha*), Cardenche (*Cylindropuntia imbricata*), Nopal de Jalisco (*Opuntia jaliscana*), Xoconostle (*Opuntia joconostle*), Nopal de cerro (*Opuntia lasiacantha*), Duraznillo (*Opuntia leucotricha*), Biznaga de espina solitaria (*Mammillaria magnimamma*), Nopal cegador (*Opuntia microdasys*), Biznaga ondulada de muchas costillas (*Stenocactus multicostatus*), Biznaga undulada de 5 espinas (*Stenocactus pentacanthus*), Biznaga del Infiernillo (*Mammillaria perbella*), Biznaga con muchos tubérculos (*Mammillaria polythele*), Tetencholete (*Opuntia pubescens*), Nopal camueso (*Opuntia robusta*), Nopal cardón (*Opuntia streptacantha*), Nopal de castilla (*Opuntia tomentosa*), Biznaga de flor occidental (*Mammillaria zephyranthoides*), Biznaga de espinas pubescentes (*Mammillaria crinita*), Biznaga de San Felipe (*Mammillaria nana*), Biznaguita de ganchos amarillos (*Mammillaria rettigiana*), Biznaga ganchuda (*Mammillaria uncinata*), Biznaga Ondulada de Espinas Planas (*Stenocactus phyllacanthus*), Nopal guilanche (*Opuntia guilanchi*), Nopal del este (*Opuntia humifusa*), Biznaga de Guanajuato (*Coryphantha glassii*), Canelilla (*Croton ciliatoglandulifer*), Encinilla (*Croton fruticosus*), Palillo (*Croton morifolius*), Higuera (*Ricinus communis*), Mandioca silvestre (*Manihot rhomboidea*), (*Argythamnia serrata*), Sangre de drago (*Jatropha dioica*), (*Euphorbia succedanea*), Squareseed Spurge (*Euphorbia exstipulata*), (*Euphorbia humayensis*), Hierba de la golondrina (*Euphorbia macropus*), Golondrina (*Euphorbia ocymoidea*), (*Euphorbia sphaerorhiza*), (*Euphorbia maysillesii*), Hierba del cáncer (*Acalypha monostachya*), Chilitos (*Acalypha phleoides*), Hierba de la araña (*Euphorbia dentata*), Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*), Golondrina (*Euphorbia graminea*), Hierba del coyote (*Euphorbia campestris*), Lecherillo mediterráneo (*Euphorbia peplus*), (*Euphorbia anychioides*), *Euphorbia densiflora* (*Euphorbia densiflora*), Royal sandmat (*Euphorbia indivisa*), (*Euphorbia lineata*), Hierba de la golondrina (*Euphorbia mendezii*), Candelilla (*Euphorbia nutans*), Golondrina (*Euphorbia prostrata*), Sawtooth Sandmat (*Euphorbia serrula*), Slimseed Sandmat (*Euphorbia stictospora*), Caliche Sandmat (*Euphorbia velleriflora*), Hairy Sandmat (*Euphorbia villifera*), Encinilla (*Croton pottsii*), Encino rojo (*Quercus (Quercus) castanea*), Encino blanco (*Quercus (Quercus) confertifolia*), Encino enano (*Quercus (Quercus) jonesii*), Conchita (*Echeveria mucronata*), Conchita (*Echeveria secunda*), Oreja de burro (*Echeveria subrigida*), 千代田松 (*Pachyphytum compactum*), Uva de gato cobriza (*Sedum adolphi*), (*Sedum ebracteatum*), Jaspalache (*Sedum moranense*), Dedos de dios (*Sedum pachyphyllum*), Madreperla (*Graptopetalum paraguayense*), (*Echeveria bifida*), Rosa de alabastro (*Echeveria elegans*), Conchita puntiaguda (*Echeveria platyphylla*), Topsy Turvy (*Echeveria runyonii*), Leoncita falsa dedalera (*Agalinis peduncularis*), Dragón (*Antirrhinum majus*), Kabache-che-be (*Buchnera pusilla*), Cresta de gallo (*Castilleja arvensis*), Garallona (*Castilleja scorzonerifolia*), Garañona (*Castilleja tenuiflora*), Hierba del campanario (*Cymbalaria muralis*), Lamourouxia brachyantha (*Lamourouxia brachyantha*), Chupamiel rosa (*Lamourouxia dasyantha*), Chupamiel milhojas (*Lamourouxia multifida*), *Lamourouxia rhinanthifolia* (*Lamourouxia rhinanthifolia*), Cenizo (*Leucophyllum frutescens*), Hierba del corazón (*Maurandya*

antirrhiniflora), Hoja de quebranto (*Mecardonia procumbens*), (*Penstemon amphorellae*), Aretillo (*Penstemon campanulatus*), Campanita morada (*Penstemon gentianoides*), Arete panameño (*Russelia equisetiformis*), (*Seymeria virgata*), Calabaza hedionda (*Apodanthera undulata*), Melón (*Cucumis melo*), Calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima*), Calabacilla (*Cucurbita pedatifolia*), Chayotillo (*Cyclanthera dissecta*), Huevillo de gato (*Schizocarpum parviflorum*), Mazorquilla (*Phytolacca icosandra*), Bajatripa (*Rivina humilis*), Ramón (*Antiphytum heliotropioides*), (*Antiphytum parryi*), Capulín blanco (*Ehretia latifolia*), Cola de alacrán (*Heliotropium pringlei*), Cola de alacrán (*Heliotropium procumbens*), Cenizo de monte (*Lithospermum calycosum*), Hierba de la virgen (*Tiquilia canescens*), Copal (*Bursera cuneata*), Copal (*Bursera palmeri*), Torote (*Bursera fagaroides*), Acacia (*Acacia farnesiana*), Tepame (*Acacia pennatula*), Huizache chino (*Acacia schaffneri*), Espino (*Mimosa aculeaticarpa*), Charrasquillo (*Calliandra eriophylla*), Mezquite blanco (*Prosopis laevigata*), (*Desmanthus painteri*), Tepeguaje dormilón (*Leucaena leucocephala*), Escobilla (*Zapoteca formosa*), Gallito (*Aechmea bracteata*), Cebollín (*Allium kunthii*), Sábila candelabro africano (*Aloe arborescens*), Sábila (*Aloe vera*), Espárrago (*Asparagus officinalis*), Espárrago (*Asparagus setaceus*), Gamoncillo (*Asphodelus fistulosus*), Bromelia (*Billbergia pallidiflora*), Arete de india (*Bomarea hirtella*), Piñuela o timbiriche (*Bromelia pinguin*), (*Callisia insignis*), Ayatito (*Calochortus barbatus*), Bandera española (*Canna indica*), Casalá (*Commelina dianthifolia*), Hierba del pollo (*Commelina diffusa*), Cantillo (*Commelina erecta*), Hierba del pollo (*Commelina pallida*), Hierba del mal de ojo (*Commelina scabra*), Quesadilla (*Commelina tuberosa*), Sotol verde (*Dasyllirion acrotrichum*), Cucharilla (*Dasyllirion parryanum*), Cutzis (*Dichromanthus cinnabarinus*), (*Echeandia falcata*), Coyamol (*Echeandia flavescens*), *Echeandia mexicana* (*Echeandia mexicana*), Lirio acuático sudamericano (*Eichhornia crassipes*), Pastos acuáticos (*Eriocaulon bilobatum*), Gibasis pulchella (*Gibasis pulchella*), (*Habenaria strictissima*), Lirio asiático naranja (*Hemerocallis fulva*), Egret mudplantain (*Heteranthera peduncularis*), Mexican Yellow Star-grass (*Hypoxis mexicana*), *Hypoxis potosina* (*Hypoxis potosina*), Junca (*Juncus microcephalus*), Bandera española (*Kniphofia uvaria*), Flor de peña (*Laelia eyermaniana*), Flor de mayo (*Laelia speciosa*), Chichicastle (*Lemna gibba*), Lenteja de agua (*Lemna minor*), (*Luzula racemosa*), Estrellita (*Milla biflora*), Naja (*Najas guadalupensis*), Zacaya (*Nemastylis tenuis*), Cebolleta (*Nothoscordum bivalve*), *Rhynchostele maculata* (*Rhynchostele maculata*), Terciopelo morado (*Sacoila lanceolata*), Chihuahuan arrowhead (*Sagittaria demersa*), *Sarcoglottis schaffneri* (*Sarcoglottis schaffneri*), (*Schoenocaulon tenue*), Flor de ave del paraíso (*Strelitzia reginae*), Chapiso (*Syngonium podophyllum*), Oceloxóchitl (*Tigridia pavonia*), Gallinitas (*Tillandsia recurvata*), Flor pata de gallo (*Tinantia erecta*), (*Tradescantia brachyphylla*), Matlaxóchitl (*Tradescantia crassifolia*), Niña en barco (*Tradescantia pallida*), Matalí (*Tradescantia zebrina*), (*Tripogandra disgrega*), Hierba de pollo (*Tripogandra purpurascens*), Tule (*Typha domingensis*), Lirios de agua (*Zephyranthes brevipes*), Mayito (*Zephyranthes fosteri*), Bromelia (*Viridantha lepidosepala*), Cola de zorra (*Lobelia fenestralis*), Flor de María (*Lobelia gruina*), Aretitos (*Lobelia laxiflora*), Hierba de la cucaracha (*Mandevilla foliosa*), (*Mandevilla holosericea*), Flor de San Juan (*Mandevilla hypoleuca*), Algodoncillo tropical (*Asclepias curassavica*), *Asclepias fournieri* (*Asclepias fournieri*), Guayule (*Asclepias otarioides*), Talayote (*Cynanchum foetidum*), Bejuco elegante (*Funastrum elegans*), Cochinito (*Funastrum pannosum*), Panjololote (*Gonolobus grandiflorus*), Talayote (*Gonolobus niger*), Meloncillo (*Gonolobus uniflorus*), (*Matelea pedunculata*), Estrella del zopilote (*Matelea pilosa*), Negundo (*Acer negundo*),

Lantrisco (*Pistacia mexicana*), Agrillo (*Rhus microphylla*), Pirul (*Schinus molle*), Hierba del sapo (*Eryngium heterophyllum*), Ambástacua (*Eryngium serratum*), Adelfa blanca y rosa (*Nerium oleander*), Aralia (*Aralia humilis*), (*Aristolochia brevipes*), (*Aristolochia versabilifolia*), Algodoncillo de Jalisco (*Asclepias jaliscana*), Pinillo (*Asclepias linaria*), (*Asclepias nummularioides*), Algodoncillo (*Asclepias ovata*), Begonia de cera (*Begonia cucullata*), Ala de ángel (*Begonia gracilis*), Copita (*Tecoma stans*), Pochote (*Ceiba aesculifolia*), Coquito (*Pseudobombax ellipticum*), Alhelí de montaña (*Erysimum capitatum*), Escobilla (*Buddleja scordioides*), Large Water-starwort (*Callitriche heterophylla*), Matapijos (*Diastatea micrantha*), Hierba pegajosa de bigotes rojos (*Polanisia dodecandra*), Ortiga (*Polanisia uniglandulosa*), Papaya (*Carica papaya*), Abrojito (*Arenaria lanuginosa*), Alfombrilla (*Drymaria arenarioides*), Santa Martha (*Helianthemum glomeratum*), (*Helianthemum pringlei*), Clethra hartwegii (*Clethra hartwegii*), Correhuela de Eurasia (*Convolvulus arvensis*), Campanilla herida (*Convolvulus equitans*), Hierba Oreja de Ratón (*Dichondra argentea*), Oreja de ratón (*Dichondra sericea*), Ojo de víbora (*Evolvulus alsinoides*), (*Evolvulus prostratus*), Jaway aak' (*Evolvulus sericeus*), Camote morado (*Ipomoea batatas*), Hierba de Nuño Chávez (*Ipomoea capillacea*), Cretrib morning-glory (*Ipomoea costellata*), (*Ipomoea emetica*), (*Ipomoea hartwegii*), Alcaparra (*Ipomoea longifolia*), Cazahuate blanco (*Ipomoea murucoides*), Trompillo (*Ipomoea pubescens*), Campanilla morada (*Ipomoea purpurea*), Tumbavaqueros (*Ipomoea stans*), Manto (*Ipomoea tricolor*), Cabello de ángel (*Cuscuta appplanata*), Pingüica (*Arctostaphylos pungens*), Nariz de lobo (*Comarostaphylis glaucescens*), Ocotillo (*Fouquieria splendens*), Aguja del pastor (*Erodium cicutarium*), Cola de caballo sudamericana (*Myriophyllum aquaticum*), Wishbone Fiddleleaf (*Nama dichotoma*), Bola del rey (*Leonotis nepetifolia*), Marrubio de monte (*Marrubium vulgare*), Chía (*Salvia hispanica*), Romerillo (*Salvia polystachya*), Salvia hoja de tilo (*Salvia tiliifolia*), Laurel de la sierra (*Litsea glaucescens*), Aguacate (*Persea americana*), Utricularia perversa (*Utricularia perversa*), Lino (*Linum rupestre*), Pegarropa (*Mentzelia aspera*), Yagaduchi (*Mentzelia konzattii*), Hierba del cáncer (*Cuphea aequipetala*), Falso brezo mexicano (*Cuphea hyssopifolia*), (*Cuphea watsoniana*), Hierba de la calavera (*Cuphea wrightii*), Jaboncillo (*Heimia salicifolia*), Cavinillo (*Lythrum album*), Hierba del zorro (*Gaudichaudia cynanchoides*), Alache (*Anoda cristata*), (*Anoda henricksonii*), Hierba del campo (*Herissantia crispa*), Tulipán moteado (*Hibiscus rosa-sinensis*), Malva de Castilla (*Malva parviflora*), Escobillo (*Malvastrum coromandelianum*), Altea (*Malvaviscus arboreus*), Poleo chiquito (*Sida linearis*), Estrella amarilla de agua (*Nymphoides fallax*), Amacapulín (*Morus celtidifolia*), Guayaba dulce (*Psidium guajava*), Hierba de la hormiga (*Allionia choisyi*), Abrojo rojo (*Boerhavia coccinea*), White Four o'Clock (*Mirabilis albida*), Flat-top Four o'Clock (*Mirabilis glabrifolia*), Maravilla (*Mirabilis jalapa*), Maravilla del cerro (*Mirabilis longiflora*), Maravillita (*Mirabilis viscosa*), Jazmincillo (*Pisoniella arborescens*), Panalero (*Forestiera angustifolia*), Jazmín amarillo (*Jasminum mesnyi*), Aretillo sudamericano (*Fuchsia magellanica*), (*Lopezia miniata*), Alfilerillo (*Lopezia racemosa*), Calavera (*Ludwigia octovalvis*), Duraznillo de agua (*Ludwigia peploides*), Amapola (*Oenothera laciniata*), Hierba del golpe (*Oenothera rosea*), Onagra (*Oenothera speciosa*), Acedera (*Oxalis corniculata*), Cardo santo (*Argemone ochroleuca*), Amapola de California (*Eschscholzia californica*), Toritos (*Proboscidea louisianica*), Torito (*Proboscidea parviflora*), Pimienta de tierra (*Peperomia campylotrapa*), Cordoncillo (*Piper marginatum*), Plantago alismatifolia (*Plantago alismatifolia*), Cancerina euroasiática (*Plantago major*), Pastora (*Plantago nivea*), Álamo de río (*Platanus rzedowskii*), Embeleso (*Plumbago auriculata*), Chilillo medicinal

(*Plumbago pulchella*), Azulilla (*Loeselia glandulosa*), Espinosilla (*Loeselia mexicana*), (*Monnina wrightii*), White milkwort (*Polygala alba*), (*Polygala caerulescens*), (*Polygala dolichocarpa*), (*Polygala vergrandis*), Chilillo de varita (*Polygonum mexicanum*), *Polygonum segetum* (*Polygonum segetum*), Lengua de vaca eurasiática (*Rumex crispus*), (*Portulaca mexicana*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Quelite de monte (*Talinum paniculatum*), Barba de chivo (*Clematis dioica*), Acelguilla euroasiática (*Reseda luteola*), Tlaxistle (*Malacomeles denticulata*), Capulín (*Prunus serotina*), Romerillo cimarrón (*Purshia mexicana*), Piracanto eurasiático (*Pyracantha coccinea*), Flor de San Juan (*Bouvardia longiflora*), Aretillo (*Bouvardia multiflora*), Trompetilla (*Bouvardia ternifolia*), Hierba del soldado (*Crusea longiflora*), Crucecillo (*Randia nelsonii*), Sabino (*Salix humboldtiana*), Bejuco tronador (*Cardiospermum corindum*), Bejuco tronador (*Cardiospermum halicacabum*), Camarón (*Dodonaea viscosa*), Dombeya de Madagascar (*Dombeya wallichii*), Mastuerzo sudamericano (*Tropaeolum majus*), Capulincillo (*Celtis caudata*), Vara dulce (*Aloysia gratissima*), Moradilla (*Bouchea prismatica*), Coralillo (*Duranta erecta*), Alfombrilla de campo (*Glandularia bipinnatifida*), Hierba mariposa (*Lantana achyranthifolia*), Cinco negritos (*Lantana camara*), Orégano de monte (*Lantana hirta*), Bella alfombra (*Phyla nodiflora*), Pionillo (*Priva grandiflora*), Cadillo de bolsa (*Priva lappulacea*), Pegarropa (*Priva mexicana*), Verbena Gris (*Verbena canescens*), Verbena de la arena (*Verbena gracilis*), Bercul (*Verbena menthifolia*), (*Viola barroetana*), Mal ojo (*Phoradendron forestierae*), Parra virgen (*Parthenocissus quinquefolia*), Hierba del campo (*Kallstroemia hirsutissima*), Contrayerba (*Kallstroemia parviflora*), Verdolaguilla (*Kallstroemia rosei*), Gobernadora (*Larrea tridentata*), Abrojo (*Tribulus terrestris*), Atlanchana (*Cuphea lanceolata*), Flor africana de terciopelo (*Celosia argentea*), Quintonil verde (*Amaranthus hybridus*), Bola de hilo (*Guilleminea densa*), Plains Snakecotton (*Froelichia floridana*), Verdolaga cimarrona (*Alternanthera caracasana*), Eternas encarnadas (*Gomphrena globosa*), Amor seco (*Gomphrena serrata*), Cabezona (*Gomphrena decumbens*), Batallaquillo (*Iresine schaffneri*), Lllamarada (*Pyrostegia venusta*), Hierba de la piedra (*Arenaria bourgaei*), Mostaza parda (*Brassica juncea*), Mostaza (*Brassica rapa*), Bola de hilo (*Lobularia maritima*), Mirto pálido (*Salvia axillaris*), Hierba del burro (*Salvia elegans*), Cordoncillo (*Salvia leucantha*), Mirto chico (*Salvia microphylla*), Mirto (*Salvia longispicata*), (*Stachys nepetifolia*), Agrimonia (*Teucrium cubense*), Zazalic (*Mentzelia hispida*), Tepozán blanco (*Buddleja cordata*), Hierba de tepozán (*Buddleja sessiliflora*), Injerto de huizache (*Psittacanthus calyculatus*), Tepalcayo (*Phoradendron brachystachyum*), Lirio (*Phoradendron reichenbachianum*), Hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia*), Linda tarde (*Oenothera pubescens*), Espino de capulín (*Condalia mexicana*), Tullidora (*Karwinskia humboldtiana*), Zorrillo (*Ptelea trifoliata*), Álamo blanco (*Populus alba*), Purple Snapdragon Vine (*Maurandya barclayana*), Acebuche (*Celtis pallida*), Hierba del sapo (*Eryngium beecheyanum*), Maracuyá (*Passiflora edulis*), Tlacote (*Salvia mexicana*), Granjero rojo (*Condalia velutina*), Culantrillo (*Borreria verticillata*), Mirto cobalto (*Salvia reptans*), Mirto uva (*Salvia melissodora*), Cabezona (*Eryngium carlinae*), Garabatillo (*Mimosa biuncifera*), Chascarrillo (*Mimosa monancistra*), Palo de escopeta (*Albizia occidentalis*), Rodadora (*Salsola kali*), (*Allowissadula sessei*), (*Anoda pubescens*), Acahuita (*Pavonia candida*), (*Ayenia rotundifolia*), Cocapitos (*Passiflora bryonioides*), Barba de chivo (*Acaciella angustissima*), Barba de viejo (*Calliandra houstoniana*), Pasto (*Aristida adscensionis*), Trigo (*Triticum aestivum*), Zacate alcalino (*Sporobolus airoides*), Falso tridente avenaceo (*Erioneuron avenaceum*), Navajita (*Bouteloua barbata*), Popotillo plateado (*Bothriochloa barbinodis*), Hairawn Muhly (*Muhlenbergia capillaris*),

Espiga negra (*Hilaria cenchroides*), Pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*), Popotillo texano (*Schizachyrium cirratum*), Barba negra (*Heteropogon contortus*), Gulf cockspur (*Echinochloa crus-gavonis*), Banderilla (*Bouteloua curtipendula*), Amor seco curvado (*Eragrostis curvula*), Zacate búfalo (*Bouteloua dactyloides*), Gallitos (*Cynodon dactylon*), Muhlenbergia depauperata (*Muhlenbergia depauperata*), Camalote saladillo (*Paspalum distichum*), Tres barbas abierto (*Aristida divaricata*), Carrizo asiático gigante (*Arundo donax*), Zacate gigante (*Leptochloa dubia*), Liendrilla del pinar (*Muhlenbergia dubia*), Cola de zorra (*Muhlenbergia emersleyi*), Arrocillo (*Piptochaetium fimbriatum*), Southern watergrass (*Luziola fluitans*), Delicate muhly (*Muhlenbergia fragilis*), Piojillo granadilla (*Urochloa fusca*), (*Aristida glauca*), Navajita (*Bouteloua gracilis*), Took' su'uk (*Setaria grisebachii*), Grama (*Bouteloua hirsuta*), (*Paspalum humboldtianum*), Winter Bentgrass (*Agrostis hyemalis*), Muhlenbergia implicata (*Muhlenbergia implicata*), Escobilla de la India (*Eleusine indica*), Cola de ratón (*Sporobolus indicus*), Zacate llanero (*Eragrostis intermedia*), Milpa de venado (*Tripsacum lanceolatum*), Foothill needle grass (*Nassella lepida*), (*Panicum lepidulum*), Zacate temprano (*Setaria leucopila*), Flechilla bulbosa (*Nassella leucotricha*), (*Muhlenbergia longiglumis*), Zacate africano plumoso (*Cenchrus longisetus*), Maíz (*Zea mays*), Barba negra dulce (*Heteropogon melanocarpus*), Zacate de agua (*Eragrostis mexicana*), Almejita lisa (*Urochloa meziana*), Carricillo (*Lasiacis nigra*), Avenilla (*Sorghastrum nutans*), Hierba de la pulga (*Panicum obtusum*), Zacate sedoso (*Setaria parviflora*), Purple love grass (*Eragrostis pectinacea*), Popotillo plateado (*Bothriochloa perforata*), Muhlenbergia peruviana (*Muhlenbergia peruviana*), Zacate Lobero (*Lycurus phleoides*), Camalotillo (*Paspalum plicatulum*), Muhlenbergia plumbea (*Muhlenbergia plumbea*), (*Eragrostis plumbea*), Bouteloua polymorpha (*Bouteloua polymorpha*), Zacate lanudo (*Muhlenbergia pubescens*), Liendrilla aparejo (*Muhlenbergia repens*), Navajita rastrera (*Bouteloua repens*), Pasto africano rosado (*Melinis repens*), Grama (*Muhlenbergia rigida*), Pajón tallo azul (*Schizachyrium sanguineum*), Tres barbas abierto (*Aristida schiedeana*), (*Bouteloua scorpioides*), Pasto pampa (*Cortaderia selloana*), Navajita simple (*Bouteloua simplex*), Liendrilla antenada (*Muhlenbergia spiciformis*), (*Eragrostis swallenii*), Slender Little Bluestem (*Schizachyrium tenerum*), Zacate espinilla (*Muhlenbergia tenuifolia*), Oneflower Grama (*Bouteloua uniflora*), Salado (*Muhlenbergia utilis*), Cadillo (*Setaria verticillata*), Zacate cangrejo piloso (*Digitaria villosa*), Pasto tornillo (*Muhlenbergia virescens*), Barbas de indio (*Chloris virgata*), Green Bristle Grass (*Setaria viridis*), Contrahierba (*Thymophylla acerosa*), Flor de espuma (*Ageratina adenophora*), Acahual (*Simsia amplexicaulis*), (*Lagascea angustifolia*), Hierba del aire (*Trixis angustifolia*), Cartamillo (*Sanvitalia angustifolia*), Cinia naranja (*Zinnia angustifolia*), Cempaxuchilito (*Bidens angustissima*), Hierbita amarilla (*Heliopsis annua*), Girasol (*Helianthus annuus*), Árnica (*Adenophyllum appendiculatum*), (*Piptothrix areolaris*), (*Roldana aschenborniana*), (*Psilactis asteroides*), Doradilla (*Zaluzania augusta*), Té de milpa (*Bidens aurea*), (*Zexmenia aurea*), Árnica (*Lasianthaea aurea*), (*Tridax balbisoides*), Juanita (*Zinnia bicolor*), Balda (*Flaveria bidentis*), Acetilla (*Bidens bigelovii*), Girasol morado (*Cosmos bipinnatus*), Lechuga de monte (*Conyza bonariensis*), Árnica morada (*Psilactis brevilingulata*), (*Ageratina brevipes*), (*Perymenium buphthalmoides*), (*Ageratina calophylla*), Arrocillo (*Conyza canadensis*), Cimpasúchil (*Adenophyllum cancellatum*), Manzanilla del río (*Pseudognaphalium canescens*), Atanasia amarga (*Brickellia cavanillesii*), *Lasianthaea ceanothifolia* (*Lasianthaea ceanothifolia*), Manzanilla (*Matricaria chamomilla*), Dalia roja (*Dahlia coccinea*), Hierba del ángel (*Chromolaena collina*), Maravilla (*Porophyllum coloratum*), Estafiate (*Ambrosia confertiflora*), Chicurilla (*Ambrosia cordifolia*), Asumiate

(*Mikania cordifolia*), *Coronilla* (*Tridax coronopifolia*), Cielitos (*Ageratum corymbosum*), Coulter's horseweed (*Laennecia coulteri*), Yolochichittle (*Ageratina deltoidea*), (*Stevia deltoidea*), Chamiso (*Viguiera dentata*), (*Picris echioides*), Hierba de la bruja (*Verbesina encelioides*), Cempasúchil (*Tagetes erecta*), Clalpipitza (*Brickellia eupatorioides*), Estrella salada (*Symphotrichum expansum*), Zacatechichi (*Laennecia filaginoides*), Plateada (*Acourtia fruticosa*), Ojo de gallo (*Sanvitalia fruticosa*), *Jaegeria glabra* (*Jaegeria glabra*), Moco de cúcuna (*Melampodium glabrum*), (*Hybridella globosa*), Tatalencho (*Gymnosperma glutinosum*), Ostálka Haageova (*Zinnia haageana*), (*Roldana heracleifolia*), (*Chaptalia hololeuca*), Yerba del zopilote (*Ageratum houstonianum*), Hierba del golpe (*Parthenium hysterophorus*), Mariola (*Parthenium incanum*), Gordolobo (*Pseudognaphalium inornatum*), Achicoria (*Cichorium intybus*), Árnica (*Trixis inula*), Árnica mexicana (*Heterotheca inuloides*), Árnica (*Grindelia inuloides*), Marimonia (*Erigeron karvinskianus*), Girasol alcalino (*Helianthus laciniatus*), (*Brickellia lanata*), Árnica (*Heterotheca leptoglossa*), Talacao (*Montanoa leucantha*), Cola de coyote (*Porophyllum linaria*), Chalchuán (*Erigeron longipes*), Pericón (*Tagetes lucida*), Estafiate (*Artemisia ludoviciana*), Cinco llagas (*Tagetes lunulata*), (*Perymenium mendezii*), Dalia blanca común (*Dahlia merckii*), Hierba de San Nicolás (*Chrysactinia mexicana*), (*Guardiola mexicana*), (*Trixis mexicana*), Cabezona (*Helenium mexicanum*), Annual Candyleaf (*Stevia micrantha*), (*Conyza microcephala*), (*Zinnia microglossa*), (*Brickellia monocephala*), Cola de zorra (*Acourtia moschata*), Diente de león (*Taraxacum officinale*), Caléndula del Mediterráneo (*Calendula officinalis*), Achicoria europea (*Sonchus oleraceus*), (*Stevia organoides*), Roundleaf Candyleaf (*Stevia ovata*), Gordolobo (*Pseudognaphalium oxyphyllum*), Flamenquilla (*Dyssodia papposa*), (*Zaluzania parthenioides*), Hierba de Santa Lucía (*Florestina pedata*), (*Brickellia pedunculosa*), Limoncillo (*Thymophylla pentachaeta*), Margarita común europea (*Bellis perennis*), Ojo de perico (*Melampodium perfoliatum*), Gallito de monte (*Zinnia peruviana*), Acahual blanco (*Bidens pilosa*), Rosilla (*Dyssodia pinnata*), Escobilla (*Schkuhria pinnata*), Dalia (*Dahlia pinnata*), Hierba de la víbora (*Machaeranthera pinnatifida*), Jarilla (*Heterosperma pinnatum*), Alcanfor (*Adenophyllum porophyllum*), Palo loco (*Pittocaulon praecox*), Ojo de gallo (*Sanvitalia procumbens*), Cominillo (*Pectis prostrata*), Carátacua (*Baccharis pteronioides*), (*Jaegeria purpurascens*), Manzanilla cimarrona (*Aphanostephus ramosissimus*), (*Tridax rosea*), Gordolobo rosado (*Pseudognaphalium roseum*), Chipule (*Pinaropappus roseus*), Pápalo (*Porophyllum ruderale*), Jarilla cimarrona (*Pluchea salicifolia*), Batamote (*Baccharis salicifolia*), Chacal (*Stevia salicifolia*), Azomiate (*Barkleyanthus salicifolius*), Jarilla niéspola (*Packera sanguisorbae*), Hoja de pescado (*Alloispermum scabrum*), (*Bidens schaffneri*), Anisillo cimarrón (*Schkuhria schkuhrioides*), Escobilla blanca (*Brickellia scoparia*), (*Pseudognaphalium semilanatum*), Andán chino (*Melampodium sericeum*), Vara blanca (*Verbesina serrata*), Burrillo (*Stevia serrata*), Hierba del carbonero (*Archibaccharis serratifolia*), Escariola mediterránea (*Lactuca serriola*), Cachán (*Roldana sessilifolia*), Parraleña (*Thymophylla setifolia*), Rastrojera (*Laennecia sophiifolia*), Vara de agua (*Verbesina sphaerocephala*), Buena mujer (*Chloracantha spinosa*), Spiny Goldenweed (*Xanthisma spinulosum*), Shaggy blackfoot daisy (*Melampodium strigosum*), Abrojo (*Xanthium strumarium*), (*Grindelia subdecurrens*), Metezurras (*Symphotrichum subulatum*), (*Aster subulatus*), Mirasol amarillo (*Cosmos sulphureus*), Yerba deltaray (*Dyssodia tagetiflora*), Plumeweed (*Carminatia tenuiflora*), Amula (*Calea ternifolia*), (*Verbesina tetraptera*), Texas Snakeweed (*Gutierrezia texana*), Raíz de popote (*Baccharis thesioides*), Cuernillo (*Eremosis tomentosa*), *Critoniopsis tomentosa*

(*Critoniopsis tomentosa*), Zoapatle (*Montanoa tomentosa*), (*Stevia tomentosa*), (*Chaptalia transiliens*), Altarreina (*Piqueria trinervia*), Flor de cuiltacoche (*Bidens triplinervia*), Gigantón (*Tithonia tubaeformis*), Peistó (*Brickellia veronicifolia*), Garañona (*Calyptocarpus vialis*), Ocotillo (*Verbesina virgata*), Hierba de la pulga (*Stevia viscida*), (*Acourtia wislizeni*), Retama (*Parkinsonia aculeata*), (*Desmodium alamanii*), Carretilla (*Trifolium amabile*), Colorín (*Erythrina (Erythrina) americana*), Longleaf cologania (*Cologania angustifolia*), Garbanzo blanco (*Cicer arietinum*), Chorequillo (*Macroptilium atropurpureum*), Engordacabra (*Dalea bicolor*), Tzitziki (*Cologania broussonetii*), Ayocote (*Phaseolus coccineus*), (*Dalea filiciformis*), Almaraduz (*Dalea foliolosa*), Bejuco (*Nissolia fruticosa*), Jícama de monte (*Macroptilium gibbosifolium*), (*Pomaria glandulosa*), Orégano cimarrón (*Dalea greggii*), Bricho pico de cuervo (*Brongniartia intermedia*), Frijol bayo (*Phaseolus leptostachyus*), Jaboncillo (*Brongniartia lupinoides*), Escobilla amarilla (*Dalea lutea*), (*Stylosanthes mexicana*), Yaga-cohui-pichacha (*Indigofera microcarpa*), Chícharo escarlata (*Indigofera miniata*), (*Marina neglecta*), New Mexico Ticktrefoil (*Desmodium neomexicanum*), (*Tephrosia nicaraguensis*), Guajito (*Chamaecrista nictitans*), Hierba de la víbora (*Desmodium orbiculare*), Frijol de Sonora (*Phaseolus pedicellatus*), Frijol (*Phaseolus pluriflorus*), Rompebota (*Senna polyantha*), Carretilla (*Medicago polymorpha*), Palo azul (*Eysenhardtia polystachya*), Escobilla (*Dalea prostrata*), Chipil (*Crotalaria pumila*), Hierba de la víbora (*Zornia reticulata*), Alfalfa asiática (*Medicago sativa*), Texas Snoutbean (*Rhynchosia senna*), Cafecillo (*Senna septemtrionalis*), Corcho (*Diphysa suberosa*), Hierba de la víbora (*Zornia thymifolia*), Oakwoods prairie clover (*Dalea versicolor*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*), (*Hoffmannseggia watsonii*), Needle Spikerush (*Eleocharis acicularis*), (*Cyperus calderoniae*), (*Eleocharis densa*), Deep-Rooted Sedge (*Cyperus entrerianus*), Yellow Flatsedge (*Cyperus flavescens*), Pionia (*Cyperus hermaphroditus*), Zacate (*Bulbostylis juncoides*), Huachuca Mountain Sedge (*Carex leucodonta*), Tul (*Eleocharis macrostachya*), Ctlalesquite (*Cyperus manimae*), (*Karinia mexicana*), Tulillo (*Eleocharis montana*), Sand spikerush (*Eleocharis montevidensis*), Junco negro (*Cyperus niger*), Marsh flatsedge (*Cyperus pseudovegetus*), (*Cyperus sanguineo-ater*), (*Eleocharis schaffneri*), Gallito (*Cyperus semiochraceus*), Zacate de toche (*Cyperus seslerioides*), Rusby's Flatsedge (*Cyperus sphaerolepis*), Zacate cintillo (*Cyperus tenuis*), Junco verde (*Cyperus virens*), (*Eleocharis yecorensis*), Chile (*Capsicum annum*), Toloache de agua (*Datura ceratocaula*), Greenleaf five-eyes (*Chamaesaracha coronopus*), Tabaquillo sudamericano (*Nicotiana glauca*), Toloache (*Datura innoxia*), Copa de oro (*Solandra maxima*), Dama de noche (*Cestrum nocturnum*), Tabaco de coyote (*Nicotiana obtusifolia*), Petunia silvestre (*Calibrachoa parviflora*), Tomate de cáscara (*Physalis (Rydbergis) philadelphica*), Jaltomate (*Jaltomata procumbens*), Nettle Globecherry (*Physalis (Rydbergis) solanacea*), Palma pita (*Yucca filifera*), Polianthes geminiflora (*Polianthes geminiflora*), (*Manfreda jaliscana*), Amole (*Prochnyanthes mexicana*), Nardo de agua (*Polianthes palustris*), Maguey shishi (*Manfreda scabra*), Hierba africana del susto (*Thunbergia alata*), Cola de zorra amarilla (*Justicia aurea*), Sweet Shaggytuff (*Stenandrium dulce*), Wamal (*Ruellia lactea*), (*Dyschoriste microphylla*), Corrimiento (*Tetramerium nervosum*), Hoja de sangre de Madagascar (*Hypoestes phyllostachya*), (*Anisacanthus pumilus*), Flame acanthus (*Anisacanthus quadrifidus*), Muicle (*Justicia spicigera*), Acacia plateada (*Acacia retinodes*), Hierba de zizotes (*Asclepias oenotheroides*), Platanillo (*Canna x generalis*), Espuela de caballero (*Consolida ajacis*), Cutzis grande (*Dichromanthus aurantiacus*), Cutzis blanco (*Dichromanthus michuacanus*), Eucalipto azul (*Eucalyptus globulus*), Higuera (*Ficus carica*), Granjeno

(*Forestiera phillyreoides*), Bracted bedstraw (*Galium microphyllum*), Chayote de aire (*Gomphocarpus physocarpus*), Chilayo (*Lophocereus marginatus*), Té de insomnio (*Passiflora exsudans*), Camambú (*Physalis viscosa*), Bristling Sage (*Salvia hirsuta*), (*Salvia keerlii*), (*Salvia leptostachys*), Moradilla (*Lobelia divaricata*), *Salvia mexicana* escarlata (*Salvia fulgens*), (*Polygala myrtilloides*), Casuarina australiana (*Casuarina equisetifolia*), Pacana (*Carya illinoensis*), African bur-grass (*Tragus berteronianus*), Gordolobo algodonoso (*Pseudognaphalium luteoalbum*), (*Sarcostemma elegans*), Chilillo rojo (*Persicaria punctata*), Red bluet (*Houstonia rubra*), Lobelia de montaña (*Lobelia irasuensis*), Coulter's Wrinklefruit (*Tetraclea coulteri*), Agritos (*Talinopsis frutescens*), Campanilla blanca (*Convolvulus hermanniae*), (*Valeriana laciniata*), Pie de paloma (*Iresine cassiniiformis*), Mirto peninsular (*Salvia clevelandii*), *Salvia púrpura* (*Salvia leucophylla*), Casquete Potosino (*Scutellaria potosina*), Arúgula del Mediterráneo (*Eruca vesicaria*), Chichicaxtle (*Urtica subincisa*), (*Valeriana vaginata*), Hairy False Goldenaster (*Heterotheca villosa*), Rocío africano (*Aptenia cordifolia*), (*Telosiphonia hypoleuca*), Rapistro rugoso (*Rapistrum rugosum*), Confiturilla (*Lantana velutina*), Jarrito (*Loeselia coerulea*), (*Helianthemum argenteum*), Abrojo europeo (*Helminthotheca echioides*), (*Eleocharis tenarum*), (*Schiedeella affinis*), Woollyleaf manzanita (*Arctostaphylos tomentosa*), (*Phemeranthus napiformis*), Chilillo blanco (*Persicaria lapathifolia*), Onagra de olor (*Oenothera suffrutescens*), Texas Beeblossom (*Oenothera calicicola*), Zacate africano (*Cenchrus setaceus*), (*Aldama hispida*), (*Aldama linearis*), (*Aldama pachycephala*), (*Muhlenbergia phleoides*), Orégano brujo (*Coleus amboinicus*), Izote gigante (*Yucca gigantea*), (*Hymenothrix glandulopubescens*), Aceitilla amarilla (*Picradeniopsis absinthifolia*), (*Exhalimolobos polyspermus*), Jabonera (*Lysimachia arvensis*), Orange Flameflower (*Talinum aurantiacum*), (*Scirpoides mexicana*), Hartweg's Sundrops (*Oenothera hartwegii*), Blue Milkwort (*Hebecarpa barbeyana*), Cola de gato (*Dracaena trifasciata*), Orégano (*Condea albida*), (*Orthosia angustifolia*), Cerote (*Aldama buddlejiformis*), Veinte reales (*Electranthera mutica*), Hierba cola de alacrán (*Johnstonella albida*), (*Pseudoeriocoma constricta*), Guapilla (*Hechtia lepidophylla*), (*Asclepias senecionifolia*), (*Aiouea pachypoda*), Pinkweed (*Persicaria pennsylvanica*), Hoja pintada (*Alocasia macrorrhizos*), Biznaga tonel dorada (*Kroenleinia grusonii*), Nispero (*Rhaphiolepis bibas*), Oreja de ratón (*Halerpestes cymbalaria*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que el **SA** se caracteriza por estar inmerso en una zona donde se realizan actividades agrícolas para Maíz (*Zea mays*), por lo que esta desprovista de una cubierta vegetal nativa, aunado a lo anterior hay zonas que ha quedado en desuso por lo que hay presencia de pasto aducido.

Los registros consultados demuestran que el **AI** cuenta con las mismas características, sin embargo, también hay presencia de Acahual Blanco (*Bidens pilosa*), Hierba Carnicera (*Erigeron canadensis*), Aguja del Pastor (*Erodium cicutarium*), así mismo, en el tramo de la carretera federal San Miguel de Allende – Dr. Mora que cruza por el AI se observan Acacias (*Acacia dealbata*) y Mezquites (*Prosopis spp*).

En los registros se observó que no hay presencia de especies de flora con alguna característica de valor ambiental que esté sujeta bajo alguna de las categorías de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** por ser un suelo degradado por las actividades antropogénicas.



Maíz
(Zea mays)



Acahual Blanco
(Bidens pilosa)



Hierba Carnicera
(Erigeron canadensis)



Aguja del Pastor
(Erodium cicutarium)



Acacias
(Acacia dealbata)



Mezquites
(Prosopis spp)

Figura I-20 Especies florísticas localizadas en el Sistema Ambiental y área del proyecto Imágenes de referencia: Obtenidas de la “Guía de dicotiledóneas del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato” generada a través de la plataforma “Enciclovida”³ de la CONABIO.

Fauna

Mamíferos

De acuerdo con los registros de **la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 25 especies de **mamíferos**, Ratón espinoso mexicano (*Heteromys irroratus*), Ardillón de Rocas (*Otospermophilus variegatus*), Ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), Rata de la caña de Jalisco (*Sigmodon mascotensis*), Rata algodónera orejas blancas (*Sigmodon leucotis*), Ratón de las rocas (*Peromyscus difficilis*), Ratón-pigmeo norteño (*Baiomys taylori*), Ratón casero eurasiático (*Mus musculus*), Caballo (*Equus caballus*), Conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), Liebre cola negra (*Lepus californicus*), Miotis mexicano (*Myotis velifer*), Miotis norteamericano (*Myotis lucifugus*), Murciélago amarillo del Oeste (*Lasiurus xanthinus*), Murciélago Cola Suelta Mexicano (*Tadarida brasiliensis*), Lince Americano (*Lynx rufus*), Gato Doméstico (*Felis catus*), Mapache (*Procyon lotor*), Cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*), Zorrillo de espalda blanca norteño (*Conepatus leuconotus*), Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), Coyote (*Canis latrans*), Perro Doméstico (*Canis familiaris*), Ganado vacuno (*Bos Taurus*) y el Tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*).

³ Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). Enciclovida, búsqueda por región del Municipio de San Miguel de Allende Guanajuato, México. Recuperado de <https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&pagina=1#5/25.026/-91.362>.

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que en el **SA** y en el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, únicamente se describen especies domésticas como perros y gatos, así mismo, hay presencia de especies típicas de corral como vacas, borregos, chivos, cerdos y gallinas.



Figura I-21 Animales domésticos y de corral (Imágenes de referencia: Obtenidas por búsqueda en internet)

Aves

De acuerdo con los registros de **la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 320 especies de **aves**, Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), Gavilán Pecho Canela (*Accipiter striatus*), Aguililla aura (*Buteo albonotatus*), Aguililla cola corta (*Buteo brachyurus*), Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), Aguililla pecho rojo (*Buteo lineatus*), Aguililla real (*Buteo regalis*), Aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), Aguililla Negra Menor (*Buteogallus anthracinus*), Milano cola blanca (*Elanus leucurus*), Zopilote aura (*Cathartes aura*), Zopilote común (*Coragyps atratus*), Águila Pescadora (*Pandion haliaetus*), Pato Arcoiris (*Aix sponsa*), Pato golondrino (*Anas acuta*), Cerceta Alas Verdes (*Anas crecca*), Pato norteño (*Anas platyrhynchos*), Ganso Careto Mayor (*Anser albifrons*), Pato Boludo Menor (*Aythya affinis*), Pato cabeza roja (*Aythya americana*), Pato pico anillado (*Aythya collaris*), Pato coacoxtle (*Aythya valisineria*), Pato monja (*Bucephala albeola*), Pijije ala blanca (*Dendrocygna autumnalis*), Pijije canelo (*Dendrocygna bicolor*), Pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), Vencejo pecho blanco (*Aeronautes saxatalis*), Vencejo Negro (*Cypseloides niger*), Colibrí barba negra (*Archilochus alexandri*), Colibrí garganta rubí (*Archilochus colubris*), Colibrí lucifer

(*Calothorax lucifer*), Colibrí orejas violetas (*Colibri thalassinus*), Colibrí pico ancho (*Cynanthus latirostris*), Colibrí Magnífico (*Eugenes fulgens*), Colibrí garganta azul (*Lampornis clemenciae*), Zumbador cola ancha (*Selasphorus platycercus*), Zumbador Canelo (*Selasphorus rufus*), Chotacabras menor (*Chordeiles acutipennis*), Tapacaminos Pandeagua (*Phalaenoptilus nuttallii*), Chorlo de collar (*Charadrius collaris*), Chorlo semipalmeado (*Charadrius semipalmatus*), Chorlo tildío (*Charadrius vociferus*), Chorlo Dorado Americano (*Pluvialis dominica*), Jacana norteña (*Jacana spinosa*), Charrán del Caspio (*Hydroprogne caspia*), Gaviota pico anillado (*Larus delawarensis*), Gaviota reidora (*Leucophaeus atricilla*), Gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), Charrán de Forster (*Sterna forsteri*), Candelerero americano (*Himantopus mexicanus*), Avoceta americana (*Recurvirostra americana*), Playero alzacolita (*Actitis macularius*), Zarapito ganga (*Bartramia longicauda*), Playero de Baird (*Calidris bairdii*), Playero zancón (*Calidris himantopus*), Playero Occidental (*Calidris mauri*), Playero Pectoral (*Calidris melanotos*), Playero Diminuto (*Calidris minutilla*), Playero semipalmeado (*Calidris pusilla*), Agachona Norteamericana (*Gallinago delicata*), Costurero pico largo (*Limnodromus scolopaceus*), Zarapito pico largo (*Numenius americanus*), Zarapito Trinidad (*Numenius phaeopus*), Falaropo pico largo (*Phalaropus tricolor*), Patamarilla menor (*Tringa flavipes*), Patamarilla mayor (*Tringa melanoleuca*), Playero Solitario (*Tringa solitaria*), Cigüeña americana (*Mycteria americana*), Paloma Doméstica (*Columba livia*), Tortolita Cola Larga (*Columbina inca*), Tortolita Pico Rojo (*Columbina passerina*), Paloma arroyera (*Leptotila verreauxi*), Paloma Encinera (*Patagioenas fasciata*), Paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*), Paloma Alas Blancas (*Zenaida asiatica*), Huilota Común (*Zenaida macroura*), Martín pescador verde (*Chloroceryle americana*), Martín pescador norteño (*Megaceryle alcyon*), Cucullillo pico amarillo (*Coccyzus americanus*), Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), Correcaminos norteño (*Geococcyx californianus*), Cucullillo Canelo (*Piaya cayana*), Halcón esmerejón (*Falco columbarius*), Halcón mexicano (*Falco mexicanus*), Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*), Cernícalo americano (*Falco sparverius*), Codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), Codorniz cotuí (*Colinus virginianus*), Codorniz de Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*), Gallareta americana (*Fulica americana*), Gallineta frente roja (*Gallinula galeata*), Gallineta morada (*Porphyrio martinicus*), Polluela sora (*Porzana carolina*), Rascón Cara Gris (*Rallus limicola*), Sastrecillo (*Psaltriparus minimus*), Alondra cornuda (*Eremophila alpestris*), Chinito (*Bombycilla cedrorum*), Cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*), Cardenal Desértico (*Cardinalis sinuatus*), Colorín Pecho Canela (*Passerina amoena*), Picogordo azul (*Passerina caerulea*), Colorín sietecolores (*Passerina ciris*), Colorín azul (*Passerina cyanea*), Colorín morado (*Passerina versicolor*), Picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*), Piranga Encinera (*Piranga flava*), Piranga capucha roja (*Piranga ludoviciana*), Piranga roja (*Piranga rubra*), Arrocero americano (*Spiza americana*), Trepadorcito Americano (*Certhia americana*), Chara pecho gris (*Aphelocoma wollweberi*), Cuervo Común (*Corvus corax*), Cuervo llanero (*Corvus cryptoleucus*), Chara verde (*Cyanocorax yncas*), Zacatonero Canelo (*Aimophila rufescens*), Zacatonero Corona Canela (*Aimophila ruficeps*), Gorrión chapulín (*Ammodramus savannarum*), Zacatonero garganta negra (*Amphispiza bilineata*), Rascador oliváceo (*Arremonops rufivirgatus*), Rascador Gorra Canela (*Atlapetes pileatus*), Gorrión Alas Blancas (*Calamospiza melanocorys*), Gorrión arlequín (*Chondestes grammacus*), Junco Ojos de Lumbre (*Junco phaeonotus*), Gorrión pantanero (*Melospiza georgiana*), Gorrión de Lincoln (*Melospiza lincolni*), Rascador Viejita (*Melospiza fusca*), Rascador Nuca Canela (*Melospiza kieneri*), Zacatonero Serrano (*Oriturus superciliosus*), Gorrión sabanero

(*Passerculus sandwichensis*), Zacatonero de Botteri (*Peucaea botterii*), Zacatonero de Cassin (*Peucaea cassinii*), Rascador Cola Verde (*Pipilo chlorurus*), Rascador Moteado (*Pipilo maculatus*), Rascador de Collar (*Pipilo ocai*), Gorrión cola blanca (*Poocetes gramineus*), Gorrión barba negra (*Spizella atrogularis*), Gorrión de Brewer (*Spizella breweri*), Gorrión pálido (*Spizella pallida*), Gorrión Cejas Blancas (*Spizella passerina*), Semillero de collar (*Sporophila torqueola*), Semillero brincador (*Volatinia jacarina*), Gorrión corona blanca (*Zonotrichia leucophrys*), Picotuerto rojo (*Loxia curvirostra*), Jilguerito Pinero (*Spinus pinus*), Jilguerito Dominicano (*Spinus psaltria*), Trepatroncos Mexicano (*Lepidocolaptes leucogaster*), Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), Golondrina pueblera (*Petrochelidon fulva*), Golondrina risquera (*Petrochelidon pyrrhonota*), Golondrina azulnegra (*Progne subis*), Golondrina ribereña (*Riparia riparia*), Golondrina Alas Aserradas (*Stelgidopteryx serripennis*), Golondrina bicolor (*Tachycineta bicolor*), Golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*), Tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), Tordo Ojos Amarillos (*Euphagus cyanocephalus*), Calandria Flancos Negros (*Icterus abeillei*), Calandria Cejas Naranjas (*Icterus bullockii*), Bolsero encapuchado (*Icterus cucullatus*), Calandria Tunera (*Icterus parisorum*), Calandria Dorso Rayado (*Icterus pustulatus*), Calandria Castaña (*Icterus spurius*), Calandria de Wagler (*Icterus wagleri*), Tordo Ojos Rojos (*Molothrus aeneus*), Tordo cabeza café (*Molothrus ater*), Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), Pradero Tortilla con chile (*Sturnella magna*), Pradero del Oeste (*Sturnella neglecta*), Tordo cabeza amarilla (*Xanthocephalus xanthocephalus*), Verdugo Americano (*Lanius ludovicianus*), Maullador gris (*Dumetella carolinensis*), Mulato azul (*Melanotis caerulescens*), Sinsonte norteño (*Mimus polyglottos*), Cuicacoche crisal (*Toxostoma crissale*), Cuicacoche Pico Curvo (*Toxostoma curvirostre*), Cuicacoche pico largo (*Toxostoma longirostre*), Cuicacoche Moteado (*Toxostoma ocellatum*), Bisbita Norteamericana (*Anthus rubescens*), Bisbita llanera (*Anthus spragueii*), Carbonero embridado (*Baeolophus wollweberi*), Carbonero mexicano (*Poecile sclateri*), Chipe Gorra Canela (*Basileuterus rufifrons*), Chipe corona negra (*Cardellina pusilla*), Mascarita del Lerma (*Geothlypis speciosa*), Chipe de Tolmie (*Geothlypis tolmiei*), Mascarita común (*Geothlypis trichas*), Chipe Grande (*Icteria virens*), Chipe trepador (*Mniotilta varia*), Pavito Alas Negras (*Myioborus miniatus*), Pavito Alas Blancas (*Myioborus pictus*), Chipe Cejas Blancas (*Oreothlypis superciliosa*), Chipe arroyero (*Parkesia motacilla*), Chipe charquero (*Parkesia noveboracensis*), Chipe rabadilla amarilla (*Setophaga coronata*), Chipe de pradera (*Setophaga discolor*), Chipe garganta amarilla (*Setophaga dominica*), Chipe Negrogrís (*Setophaga nigrescens*), Chipe cabeza amarilla (*Setophaga occidentalis*), Chipe amarillo (*Setophaga petechia*), Pavito Migratorio (*Setophaga ruticilla*), Chipe de Townsend (*Setophaga townsendi*), Chipe dorso verde (*Setophaga virens*), Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*), Ocotero enmascarado (*Peucedramus taeniatus*), Perlita Azulgrís (*Poliophtila caerulea*), Perlita del desierto (*Poliophtila melanura*), Capulinero negro (*Phainopepla nitens*), Capulinero gris (*Ptiliogonys cinereus*), Baloncillo (*Auriparus flaviceps*), Bajapalos Pecho Blanco (*Sitta carolinensis*), Estornino pinto eurasiático (*Sturnus vulgaris*), Cabezón Degollado (*Pachyramphus aglaiae*), Matraca del desierto (*Campylorhynchus brunneicapillus*), Matraca serrana (*Campylorhynchus gularis*), Matraca barrada (*Campylorhynchus megalopterus*), Saltapared Barranqueño (*Catherpes mexicanus*), Saltapared Pantanero (*Cistothorus palustris*), Saltapared de Rocas (*Salpinctes obsoletus*), Saltapared cola larga (*Thryomanes bewickii*), Saltapared Común (*Troglodytes aedon*), Zorzal pico naranja (*Catharus aurantirostris*), Zorzal Cola Canela (*Catharus guttatus*), Zorzal mexicano (*Catharus occidentalis*), Zorzal de Anteojos

(*Catharus ustulatus*), Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*), Azulejo garganta azul (*Sialia mexicana*), Azulejo garganta canela (*Sialia sialis*), Mirlo Café (*Turdus grayi*), Mirlo primavera (*Turdus migratorius*), Mirlo dorso canela (*Turdus rufopalliatu*), Mosquerito Chillón (*Camptostoma imberbe*), Papamoscas Boreal (*Contopus cooperi*), Papamoscas José María (*Contopus pertinax*), Pibí occidental (*Contopus sordidulus*), Papamoscas Pinero (*Empidonax affinis*), Papamoscas Garganta Blanca (*Empidonax albigularis*), Papamoscas Pecho Canela (*Empidonax fulvifrons*), Papamoscas de Hammond (*Empidonax hammondi*), Papamoscas Chico (*Empidonax minimus*), Papamoscas Matorralero (*Empidonax oberholseri*), Papamoscas Amarillo Barranqueño (*Empidonax occidentalis*), Mosquero saucero (*Empidonax traillii*), Papamoscas Bajacolina (*Empidonax wrightii*), Papamoscas Copetón (*Mitrephanes phaeocercus*), Papamoscas cenizo (*Myiarchus cinerascens*), Papamoscas de Nutting (*Myiarchus nuttingi*), Papamoscas triste (*Myiarchus tuberculifer*), Papamoscas Rayado Común (*Myiodynastes luteiventris*), Luisito Común (*Myiozetetes similis*), Bienteveo Común (*Pitangus sulphuratus*), Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*), Papamoscas fibí (*Sayornis phoebe*), Papamoscas llanero (*Sayornis saya*), Tirano pico grueso (*Tyrannus crassirostris*), Tirano Pirirí (*Tyrannus melancholicus*), Tirano pálido (*Tyrannus verticalis*), Tirano Chibiú (*Tyrannus vociferans*), Vireo de Bell (*Vireo bellii*), Vireo de Cassin (*Vireo cassinii*), Vireo gorjeador (*Vireo gilvus*), Vireo Ojos Blancos (*Vireo griseus*), Vireo reyezuelo (*Vireo huttoni*), Vireo plumizo (*Vireo plumbeus*), Garza blanca (*Ardea alba*), Garza morena (*Ardea herodias*), Avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), Garza Ganadera (*Bubulcus ibis*), Garcita Verde (*Butorides virescens*), Garceta Azul (*Egretta caerulea*), Garza dedos dorados (*Egretta thula*), Garza Tricolor (*Egretta tricolor*), Garza Nocturna Corona Clara (*Nyctanassa violácea*), Garza Nocturna Corona Negra (*Nycticorax nycticorax*), Pelícano Blanco Americano (*Pelecanus erythrorhynchos*), Ibis Blanco (*Eudocimus albus*), Espátula rosada (*Platalea ajaja*), Ibis Ojos Rojos (*Plegadis chihi*), Carpintero de Pechera Común (*Colaptes auratus*), Carpintero cheje (*Melanerpes aurifrons*), Carpintero enmascarado (*Melanerpes chrysogenys*), Carpintero bellotero (*Melanerpes formicivorus*), Carpintero Nuca Roja (*Sphyrapicus nuchalis*), Carpintero Moteado (*Sphyrapicus varius*), Zambullidor Orejón (*Podiceps nigricollis*), Zambullidor pico grueso (*Podilymbus podiceps*), Zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*), Búho Sabanero (*Asio flammeus*), Tecolote llanero (*Athene cunicularia*), Búho cornudo (*Bubo virginianus*), Tecolote del Oeste (*Megascops kennicottii*), Tecolote enano (*Micrathene whitneyi*), Lechuza de campanario (*Tyto alba*), Tapacamino Cuerporruín (*Antrostomus arizonae*), Tapacamino Tucuchillo (*Antrostomus ridgwayi*), Pinzón Serrano (*Haemorhous cassinii*), Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), Aguililla gris (*Buteo plagiatus*), Tecolote Ojos Oscuros (*Psiloscops flammeolus*), Carancho (*Caracara plancus*), Perico Monje Argentino (*Myiopsitta monachus*), Chara de Collar (*Aphelocoma woodhouseii*), Colibrí orejas blancas (*Basilinna leucotis*), Pato mexicano (*Anas diazi*), Gavilán rastrero (*Circus hudsonius*), Pato chalcuán (*Mareca americana*), Pato friso (*Mareca strepera*), Cerceta canela (*Spatula cyanoptera*), Pato cucharón norteño (*Spatula clypeata*), Cerceta Alas Azules (*Spatula discors*), Carpintero mexicano (*Dryobates scalaris*), Carpintero veloso (*Dryobates villosus*), Chipe Oliváceo (*Leiothlypis celata*), Chipe de coronilla (*Leiothlypis ruficapilla*), Chipe de Virginia (*Leiothlypis virginiae*), Colibrí berilo (*Saucerottia beryllina*), Reyezuelo Matraquita (*Corthylio caléndula*), Eufonia Gorra Azul (*Chlorophonia elegantissima*), Cormorán Neotropical (*Nannopterum brasilianum*) y el Colibrí corona violeta (*Ramosomyia violiceps*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que en el **SA** se reporta

la presencia de las siguientes especies Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*), Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), Tortolita Cola Larga (*Columbina inca*), Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), Rascador Viejita (*Melospiza fusca*), Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*), Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), Semillero de collar (*Sporophila torqueola*), Verdugo Americano (*Lanius ludovicianus*), Picogordo azul (*Passerina caerulea*), Paloma Doméstica (*Columba livia*), Milano cola blanca (*Elanus leucurus*), Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), Tordo Ojos Rojos (*Molothrus aeneus*), Paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*), Pradero Tortillaconchile (*Sturnella magna*), Golondrina pueblera (*Petrochelidon fulva*), de los cuales únicamente el Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) se encuentra identificado dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Así mismo dentro del Área de Influencia se localizan, el Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*), Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), los cuales no se identifican dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura I-22 Especies de aves localizadas dentro del SA y el AI

Imágenes de referencia: Obtenidas de la "Guía de aves del Municipio de San Miguel de Allende,

Guanajuato" generada a través de la plataforma "Enciclovida"⁴ de la CONABIO.

Reptiles

De acuerdo con los registros de **la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 28 especies de **reptiles**, Lagartija caimán norteña (*Gerrhonotus infernalis*), Culebra nocturna del Noreste (*Hypsiglena jani*), Culebra listonada cuello negro (*Thamnophis cyrtopsis*), Culebra parda mexicana (*Storeria storerioides*), Cascabel del Altiplano (*Crotalus scutulatus*), Cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*), Cascabel obscura de Querétaro (*Crotalus aquilus*), Falsa nauyaca mexicana (*Trimorphodon tau*), Culebrita cabeza negra de Bocourt (*Tantilla bocourti*), Culebra chata mexicana (*Salvadora bairdi*), Alicante (*Pituophis deppei*), Culebra chirriadora neotropical (*Masticophis mentovarius*), Falsa coralillo real estadounidense (*Lampropeltis getula*), Culebra terrestre del centro (*Conopsis lineata*), Culebra gris nariz de pala (*Conopsis nasus*), Culebra terrestre dos líneas (*Conopsis biserialis*), Huico manchado de la altiplanicie (*Aspidoscelis scalaris*), Huico moteado gigante de la costa de Jalisco (*Aspidoscelis communis*), Huico pinto del noreste (*Aspidoscelis gularis*), Huico manchado (*Aspidoscelis sackii*), (*Sceloporus melanogaster*), Lagartija espinosa vientre rosado (*Sceloporus variabilis*), Lagartija escamosa barrada (*Sceloporus torquatus*), Lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), Turipache de montaña (*Corytophanes hernandesii*), Geco casero del Mediterráneo (*Hemidactylus turcicus*), Tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*) y la Tortuga casquito de pata rugosa (*Kinosternon hirtipes*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** y el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Anfibios

De acuerdo con los registros de **la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 11 especies de **anfibios**, Sapo montícola de espuela (*Spea multiplicata*), Rana leopardo neovolcánica (*Lithobates neovolcanicus*), Rana leopardo de Moctezuma (*Lithobates montezumae*), Rana leopardo (*Lithobates berlandieri*), Rana arborícola de montaña (*Dryophytes eximius*), Ranita de cañón (*Dryophytes arenicolor*), Rana chirriadora punteada (*Eleutherodactylus guttillatus*), Sapo de los pinos (*Incilius occidentalis*), Sapo chihuahuense (*Incilius mccoysi*), Sapo de puntos rojos (*Anaxyrus punctatus*) y el Sapo de la meseta (*Anaxyrus compactilis*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** y el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

⁴ Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). Enciclovida, búsqueda por región del Municipio de San Miguel de Allende Guanajuato, México. Recuperado de <https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&pagina=1#5/25.026/-91.362>.

Arañas, alacranes, ácaros y parientes

De acuerdo con los registros de la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 33 especies de **arañas, alacranes, ácaros y parientes** (*Nothrus discifer*), (*Eremocosta formidabilis*), Araña escupidora de patas largas (*Scytodes longipes*), Araña violinista de Colima (*Loxosceles colima*), Cellar Spider (*Psilochorus pullulus*), Araña caza cochinillas (*Dysdera crocata*), Araña tejedora de huerto (*Leucauge argyrobapta*), Falsa Viuda Negra Doméstica (*Steatoda grossa*), Viuda café (*Latrodectus geometricus*), Viuda negra norteamericana (*Latrodectus mactans*), Araña tejedora espinosa (*Gasteracantha cancriformis*), Araña de panza espinosa (*Micrathena gracilis*), Araña de jardín bandeada (*Argiope trifasciata*), Araña plateada de jardín (*Argiope argentata*), Araña manchada de monte (*Neoscona orizabensis*), Araña manchada de jardín (*Neoscona oaxacensis*), Araña de cruz (*Neoscona crucífera*), Araña Tejedora de Basílica (*Mecynogea lemniscata*), Araña Tejedora de Siete Lados (*Gea heptagon*), Araña tejedora de una línea (*Eriophora edax*), Araña mariposa (*Araneus pegnia*), Araña línce verde menor (*Peucetia longipalpis*), Araña línce verde (*Peucetia viridans*), Araña saltarina verde dorada (*Paraphidippus aurantius*), Araña saltarina gris de pared (*Menemerus bivittatus*), Araña Saltarina Gris (*Phidippus octopunctatus*), Araña cangrejo norteña (*Mecaphesa asperata*), Alacrán marrón de Pocock (*Vaejovis pococki*), Alacrán del centro (*Vaejovis nigrescens*), Alacrán de corteza del Balsas (*Centruroides limpidus*), Alacrán café esbelto (*Centruroides gracilis*), Sekáč běločárny (*Paranelima albalineata*) y la Araña pastor sin cintura (*Diguetinus raptator*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que en el **SA** se reporta únicamente la presencia del Alacrán del centro (*Vaejovis nigrescens*), el cual no se encuentra identificado en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

De igual manera se informa que en el **AI NO** se localiza ninguna especie de arañas y/o alacranes.



Figura I-23 Alacrán del centro (*Vaejovis nigrescens*)

Imágenes de referencia: obtenida de la "Guía de arañas, alacranes, acaros y parientes del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato" generada a

través de la plataforma "Enciclovida"⁵ de la CONABIO.

Insectos

De acuerdo con los registros de **la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 217 especies de **insectos**, Mosquito americano (*Aedes epactius*), Chinche gigante xamuis (*Thasus gigas*), Mariposa pasionaria (*Dione moneta*), Mariposa cola de golondrina azul (*Battus philenor*), Mariposa Lunita tejana (*Anthanassa texana*), Mariposa monarca (*Danaus plexippus*), Mariposa de parche bordeado (*Chlosyne lacinia*), Globemallow Leaf Beetle (*Calligrapha serpentina*), Chapulín diferencial (*Melanoplus differentialis*), Chapulín de la milpa (*Sphenarium purpurascens*), Hormiga chicatana negra (*Atta mexicana*), Chinche besucona (*Triatoma mexicana*), Mariposa dardo blanco mexicana (*Catantix nimbice*), Mariposa Azul marina (*Leptotes marina*), Mariposa cara de perro sureña (*Zerene cesonia*), Mariposa pasionaria de alas largas (*Dione juno*), Avispa papelera colorada (*Polistes canadensis*), Florida Predatory Stink Bug (*Euthyrhynchus floridanus*), Picudo del Nopal (*Cactophagus spinolae*), Mariposa falso parche ajedrez (*Texola elada*), Mariposa Velo de Duelo (*Nymphalis antiopa*), Willi (*Stenomacra marginella*), Mariposa cometa xochiquetzal (*Pterourus multicaudata*), Mariposa blanca de la Col (*Leptophobia aripa*), Mariposa organillo oscura (*Euptoieta claudia*), Polilla Bruja (*Ascalapha odorata*), Mariposa Azul del mezquite (*Echinargus isola*), Mariposa reina (*Danaus gilippus*), Mayate de la calabaza (*Euphoria basalis*), Hormiga cosechadora roja (*Pogonomyrmex barbatus*), Esfinge de la higuera (*Pachylia ficus*), Polilla esfinge tifón (*Eumorpha typhon*), Chapulín arcoíris (*Dactylotum bicolor*), Mariposa cebrá de alas largas (*Heliconius charithonia*), Escarabajo rinoceronte (*Strategus aloeus*), Rayadora cardenal (*Sympetrum illotum*), Alalarga hegesia (*Euptoieta hegesia*), Mariposa emperatriz Tejana (*Asterocampa clyton*), Florida Leaf-footed Bug (*Acanthocephala femorata*), (*Yersinia mexicana*), Mariposa átomo (*Hemiargus ceraunus*), Polilla Tigre Real (*Chrysocale principales*), Saltamonte perezoso mexicano (*Brachystola mexicana*), Langosta gris norteña (*Schistocerca nitens*), Catarina verde (*Zygogramma signatipennis*), Azulilla de estanque común (*Enallagma civile*), Chinche Crestada Norteamericana (*Arilus cristatus*), Mariposa Azufre Sin Nubes Norteamericana (*Phoebis sennae*), Mariposa parche negra con rayas blancas (*Chlosyne ehrenbergii*), Mariposa almirante (*Limenitis arthemis*), Parda pallida (*Achlyodes pallida*), Saltarina encendida (*Hylephila phyleus*), Esperanza azteca (*Stilpnochlora azteca*), Chapulín Azteca (*Aztecacris laevis*), Catarina sin manchas (*Cycloneda sanguinea*), (*Protomydas rubidapex*), Caballito crucifijo mayor (*Archilestes grandis*), Escarabajo barrenador del mezquite (*Placosternus erythropus*), Cucaracha americana (*Periplaneta americana*), Catarina asiática (*Harmonia axyridis*), (*Ochraethes sommeri*), Mariposa Vanesa americana (*Vanessa virginiensis*), Mariposa blanca con parches negros (*Pontia protodice*), Mariposa Sátira Variable (*Pindis squamistriga*), Mariposa emperador (*Doxocopa laura*), Mariposa sedosa verde (*Callophrys xami*), Avispa-hormiga de terciopelo rojo (*Dasymutilla erythrina*), Mariposa azufre gigante amarilla (*Anteos maerula*), Gran chinche del algodóncillo (*Oncopeltus fasciatus*), Mosca ladrona

⁵ Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). Enciclovida, búsqueda por región del Municipio de San Miguel de Allende Guanajuato, México. Recuperado de <https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&pagina=1#5/25.026/-91.362>.

mexicana (*Archilestris magnificus*), Chapulín rayado (*Schistocerca cohni*), Saltamonte perezoso norteamericano (*Taeniopoda eques*), (*Pentispa melanura*), Catarina convergente (*Hippodamia convergens*), Catarina del nopal (*Chilocorus cacti*), Rayadora abigarrada (*Sympetrum corruptum*), Caballitos del diablo (*Ischnura demorsa*), Mariposa Vanesa occidental (*Vanessa annabella*), Mariposa cometa golondrina Mexicana (*Protographium epidaus*), Hormiga guerrera (*Labidus coecus*), Mariposa cola de golondrina de borde dorado (*Battus polydamas*), Gusano de cuerno del maíz (*Hyles lineata*), Mariposa Ónix de Puntas Blancas (*Melanis acroleuca*), Chinche de la chaya de monte (*Pachycoris klugii*), Mantis del noroeste (*Stagmomantis limbata*), Escarabajo soldado (*Chauliognathus limbicollis*), Mariposa blanca de borde anaranjado (*Mestra amymone*), Polilla de cuatro puntos (*Palpita quadristigmalis*), Langosta de raya blanca (*Schistocerca albolineata*), Doradilla (*Diabrotica undecimpunctata*), Catarinita (*Diabrotica balteata*), Chinche asesina del algodóncillo (*Zelus longipes*), Caballito cola de sangre común (*Telebasis salva*), Zurcidora de ojos azules (*Rhionaeschna multicolor*), Rayadora de filigrana (*Pseudoleon superbus*), Rayadora ambarina pigmea (*Perithemis tenera*), Rayadora flameada (*Libellula saturata*), Caballito crucifijo vivaz (*Lestes alacer*), Azulilla de arroyo de Tezpi (*Argia tezpi*), Azulilla de arroyo celeste (*Argia anceps*), (*Stenaspis verticalis*), (*Tomentgaurotes batesi*), Blue Fungus Beetle (*Gibbifer californicus*), Escarabajo gema verde (*Calomacraspis splendens*), Ten-lined June Beetle (*Polyphylla decemlineata*), Avispa guitarilla (*Polistes instabilis*), Chinche verde africana (*Nezara viridula*), Chinche de hombros rojos (*Jadera haematoloma*), Mariposa luna naranja (*Phyciodes graphica*), Mariposa parche naranja (*Chlosyne theona*), Mariposa blanca de la col (*Pieris rapae*), Mariposa media luna perlada (*Phyciodes tharos*), Mariposa azul con cola (*Cupido comyntas*), Mariposa azufre gigante blanca (*Anteos clorinde*), Saltarina nublada (*Lerema accius*), Chinche Gaucha Manchada (*Leptoglossus zonatus*), Polilla de los amates (*Pachylia syces*), Polilla del cuerno del tabaco (*Manduca sexta*), Gusano de cuerno del jitomate (*Manduca quinquemaculatus*), Esfinge de pintas rosadas (*Agrius cingulata*), Polilla amarilla ojos de venado (*Automeris io*), (*Hammatoderus laceratus*), (*Susuacanga patruelis*), Mariposa cometa quexquémetl (*Pyrrhosticta garamas*), Polilla tigre del algodóncillo (*Euchaetes egle*), Polilla de cava (*Melipotis cellaris*), Pulgón de la adelfa (*Aphis nerii*), Chinche asiática pintada (*Bagrada hilaris*), Soldier beetles (*Chauliognathus hieroglyphicus*), Mariposa azul Mexicana (*Celastrina echo*), Mariposa cometa quexquémetl (*Papilio garamas*), Mosca zángano europea (*Eristalis tenax*), Mountain Mantis (*Stagmomantis montana*), (*Epicauta leoni*), (*Epicauta cinctipennis*), Mariposa hojarasca tropical (*Anaea aidea*), Genista Broom Moth (*Uresiphita reversalis*), Merry Graphic Moth (*Melipotis jucunda*), Polilla indomable (*Melipotis indómíta*), Hübner's Olive (*Sphacelodes vulneraria*), Mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), Mosca abeja (*Hemipenthes jaenickeana*), (*Cyananthrax cyanopterus*), Mosquita de la humedad (*Clogmia albipunctata*), Polilla sátira naranja (*Heterusia atalantata*), (*Dichopetala mexicana*) (*Encoptolophus fuliginosus*), Kidney-spotted Fairy Lady Beetle (*Psyllobora renifer*), Catarina dálmata (*Olla v-nigrum*), Yellow-margined Flower Buprestid (*Acmaeodera flavomarginata*), Abeja de las calabazas (*Peponapis pruinosa*), Libélula planeadora amarilla (*Pantala flavescens*), Rayadora de las rocas rojiza (*Paltothemis lineatipes*), Rayadora rosácea (*Orthemis ferruginea*), Caballito escaflata común (*Hetaerina americana*), Azulilla de estanque de la Nueva España (*Enallagma novaehispaniae*), Rayadora vigilante negra (*Dythemis nigrescens*), Rayadora esbelta (*Brechmorhoga praecox*), Chinche asesina carmesí (*Apiomerus spissipes*), Chinche Asesina de vientre

amarillo (*Apiomerus flaviventris*), Zurcidora migratoria común (*Anax junius*), (*Mannophorus laetus*), Black Cactus Longhorn Beetle (*Moneilema armatum*), (*Enaphalodes hispicornis*), (*Neocrossidius trivittatus*), California Warrior Beetle (*Pasimachus californicus*), (*Ochthebius sharpi*), Escarabajo de hongo (*Megischyrus discipennis*), Escarabajo esbelto del estiércol (*Ataenius cognatus*), Vaisulantiainen (*Aphodius lividus*), Escarabajo estercolero de pastizal (*Canthon humectus*), Xtúthaa mixcuii (*Euphoria leucographa*), (*Euphoria canescens*), Xtúthaa ngidii (*Hologymnetis cinérea*), Southern Masked Chafer (*Cyclocephala lurida*), (*Invreiiella sátrapa*), Avispa melífera de cinturón blanco (*Polybia diguetana*), Avispa mexicana de miel (*Brachygastra mellifica*), Avispa papelera cebra (*Polistes exclamans*), Hormiga africana loca de antenas largas (*Paratrechina longicornis*), Mariposa pavorreal con bandas blancas (*Anartia fatima*), (*Heraclides rogeri*), Mariposa azul con puntos negros (*Zizula cyna*), Mariposa Vanesa pintada (*Vanessa cardui*), Mariposa Sedosa de la Malva (*Strymon istapa*), Mariposa de Puntas Naranjas (*Pyrisitia proterpia*), Avispa-hormiga de terciopelo (*Dasymutilla vestita*), (*Orasema tolteca*), (*Phlegyas annulicrus*), (*Froeschneria piligerus*), Chinche del algodóncillo de seis manchas (*Oncopeltus sexmaculatus*), Chinche de siete manchas (*Catorhintha apicalis*), Mariposa azufre elegante (*Nathalis iole*), Mariposa sedosa gris de manchas naranja (*Ministrymon leda*), Mariposa blanca crema (*Melete lycimnia*), Mariposa alas de daga naranja (*Marpesia petreus*), Mariposa pinocho (*Libytheana carinenta*), Mariposa azul grisáceo (*Lasaia maria*), Mariposa ojo de venado común (*Junonia coenia*), Mariposa Amarilla Barrada (*Eurema daira*), Mariposa marcas de metal fatal (*Calephelis nemesis*), Mariposa de aros rojos (*Biblis hyperia*), Mariposa emperatriz de manchas blancas (*Asterocampa celtis*), Mariposa dormilona naranja (*Abaeis nicippe*), Saltarina de Cola larga de banda blanca (*Chioides albofasciatus*), Saltarina de alas oscuras de manchas pálidas (*Erynnis funeralis*), Saltarina de cola larga manchada (*Chioides zilpa*), Saltarina de ala larga Brasileña (*Calpodus ethlius*), Sheep Skipper (*Atrytonopsis edwardsi*), Saltarina Mínima Tropical (*Ancyloxypha arene*), Polilla Esfinge Tersa (*Xylophanes tersa*), (*Sphinx leucophaeata*), Polilla de seda norteamericana (*Eupackardia calleta*), Polilla florida (*Utetheisa ornatrix*), Polilla blanca de salares (*Estigmene acrea*), Polilla tigre pintada (*Arachnis picta*) y la Polilla tigre pintada (*Arachnis dilecta*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que en el **SA** se reporta la presencia de Zagime (*Aedes epactius*) y Mariposa cometa xochiquetzal (*Pterourus multicaudata*), los cuales **no** se encuentra **identificados** dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, en el **AI** no se encuentra identificada ninguna especie de insectos.



Zagime
(Aedes epactius)



Mariposa cometa xochiquetzal
(Pterourus multicaudata)

Figura I-24 Especies de insectos localizados dentro del SA y el AI

Imágenes de referencia: obtenidas de la "Guía de insectos del Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato" generada a través de la plataforma "Enciclovida"⁶ de la CONABIO.

Caracoles y almejas

De acuerdo con los registros de **la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localizan las siguientes 3 especies de **caracoles y almejas**, Mejillón de río (*Pyganodon grandis*), Caracol europeo de jardín (*Cornu aspersum*) y el Caracol Degollado Europeo (*Rumina decollata*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** y el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Milpiés, ciempiés y parientes

De acuerdo con los registros de **la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**, en el municipio de **San Miguel de Allende** se localiza la siguiente especie de **milpiés, ciempiés y parientes** Escolopendra tigre (*Scolopendra polymorpha*).

Con base en el análisis de los registros consultados se concluye que dentro del **SA** y el **AI** no se reportan especies de valor ambiental o que se encuentren en alguna de las categorías de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

⁶ Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2022). Enciclovida, búsqueda por región del Municipio de San Miguel de Allende Guanajuato, México. Recuperado de <https://enciclovida.mx/explora-por-region?utf8=%E2%9C%93&pagina=1#5/25.026/-91.362>.

I.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

I.4.1. Histórico de accidentes e incidentes en instalaciones similares

El histórico de accidentes es una base de datos de los accidentes que han ocurrido en instalaciones similares a la que se está analizando, con ayuda de ella se puede llevar a cabo un Análisis Frecuencia de la periodicidad con la presentan los distintos tipos de accidentes, así como la búsqueda de los agentes que pudieron cuásar dichos eventos, revisando las condiciones de seguridad y operación en las instalaciones existentes, lo que nos lleva a mejorar sustancialmente los diseños y procedimientos de operación y seguridad.

El Análisis Histórico de Accidentes es una herramienta de identificación de riesgos que hace uso de los datos recogidos del pasado de accidentes ocurridos en instalaciones similares y permite vislumbrar el potencial riesgo que tiene el Proyecto **"EDRM Chada Farms"**.

Sin embargo, en México la cultura de previsión de accidentes no ha alcanzado mecanismos que permitan tener trazabilidad sobre los distintos accidentes que ocurren, incluso la búsqueda de las causales no se realiza o se obvia, dificultando el Análisis del Histórico de Accidentes, sin embargo, hay estadísticas que indican que el mayor número de emergencias relacionadas con la liberación de sustancias altamente riesgosas, tienen que ver con el uso inadecuado del gas a nivel doméstico y se deben en mayor medida por la falta de mantenimiento en instalaciones y aparatos; en segunda instancia se tiene a la distribución del gas por parte de compañías quienes transportan el hidrocarburo por medio de autotanques (pipas) a domicilio.

Consultando bases datos de diversas fuentes, se ha detectado que es muy poca la información disponible respecto a accidentes ocurridos durante operaciones de suministro y/o manipulación de gas natural en Estaciones de Servicio. De acuerdo con ello, se presenta a en la Tabla I-24 se muestra el detalle de un accidente ocurrido en una estación de llenado de contenedores, el cual, a pesar de no haber ocurrido en una estación de servicio, guarda cierta relación con el proyecto en evaluación. De igual manera se reafirma el compromiso por parte del promovente de reportar y asentar en bitácora de operación, la ocurrencia de estos eventos.

Tabla I-24. Detalle de accidente en una estación de llenado de contenedores

Año	Ciudad o País	Instalación	Sustancias involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales dañados)	Acciones realizadas para su atención
2012	San Miguel Xoxtla.	Contenedores con Cilindros de GNC	Gas Natural	Estallido/e Incendio	Falla en sistema de carga de tanques para transporte.	Emisión de partículas derivadas de la combustión de los contenedores.	Cierre de Válvulas de control, Extinción de Incendio, Evacuación y ventilación.

Fuente: (Sánchez, Andrés; Agencia Reforma, 2012) Sánchez, Andrés; Agencia Reforma. (13 de noviembre de 2012). Explora Gasera en Puebla y deja 3 personas heridas... El Sur. periódico de Guerrero. Recuperado el 05 de Septiembre de 2017, de <http://suracapulco.mx/6/explora-gasera-en-puebla-y-deja-tres-personas-heridas/>

El análisis de este accidente ha sido tomado como referencia para el diseño del proyecto en evaluación, especialmente la adopción de sistemas de control y detección de desviaciones en el suministro de gas natural.

Estadísticamente, este tipo de sistemas de transportación de gas natural cuenta con un buen nivel de seguridad. La posibilidad de ocurrencia de un accidente en este tipo de actividades se puede considerar relativamente mínima si se toma en cuenta la experiencia de la empresa, las condiciones de operación del proceso, y las medidas de seguridad que se adoptarán.

Sin embargo, el manejo de gas natural, y de hidrocarburos en general en cantidades por arriba de la cantidad de reporte, entrañan un alto riesgo de accidentes potenciales.

El manejo y distribución de gas natural se considera una actividad de alto riesgo, de acuerdo con lo señalado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (Diario Oficial de la Federación del 4 de mayo de 1992), cuya cantidad de reporte es de 500 kilogramos.

Es necesario tener siempre presente que muchos accidentes se han producido en empresas que manejan todo tipo de productos, ocasionados generalmente por falta de conciencia, exceso de confianza o por descuido.

En la Tabla I-25 se presenta los antecedentes de accidentes e incidentes involucrados con el uso del gas natural

Tabla I-25. Antecedentes de accidentes e incidentes involucrados con el uso del gas natural

No.	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	2021	Benito Juárez: Ciudad de México	Viviendas	Gas Natural	Explosión e incendio	Acumulación de gas	lesionados y viviendas destruidas	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.	https://www.capital21.cdmx.gob.mx/noticias/?p=25958
2	2021	Bolivia	Taller Mecánico	Gas Natural Vehicular	Explosión e incendio	fuga de ags en cilindro	lesionados en un coche particular	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.	https://www.anh.gob.bo/w2019/contenido.php?s=5&O=2463
3	2021	Cali, Colombia	Estación de gas Vehicular	Gas Natural Vehicular	Explosión e incendio	error en la manipulación de las mangueras de suministro	Lesionados y viviendas afectadas	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.	https://m.facebook.com/RedMasNoticias/videos/%C3%BAltimominuto-se-reportan-al-menos-dos-heridos-por-una-explosi%C3%B3n-en-estaci%C3%B3n-de-s/2611034352531040/?so=permalink&rv=relatedvideos
4	2021	Texas, EUA	Gasoducto Distribución	Gas Natural	Explosión e incendio	Golpe con maquinaria al gasoducto	Lesionados y viviendas afectadas	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.	https://abcnews.go.com/US/wireStory/officials-killed-gas-line-explosion-texas-78550131
5	2020	Col. Morelos; Del Venustiano Carranza; Ciudad de México	Vivienda	Gas Natural	Explosión	Acumulación de gas	Colapso de 3 viviendas, pérdidas humanas	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.	https://www.capital21.cdmx.gob.mx/noticias/?p=5318

Tabla I-25. Antecedentes de accidentes e incidentes involucrados con el uso del gas natural

No.	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
6	2020	China; Nuevo León, México	Gasoducto	Gas Natural	Explosión e incendio	fuga	Afectación de los terrenos aledaños al gasoducto/humo	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.	https://www.capital21.cdmx.gob.mx/noticias/?p=4944
7	2015	Coyoacán; Ciudad de México	Vivienda	Gas Natural	Explosión e incendio	Mala ejecución de maniobras de trabajadores	daños a viviendas, personal herido	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.	El Universal en Línea
8	2015	Tlapango, Tlaxcala, México	Gasoducto	Gas Natural	Explosión e incendio	Fuga	Afectación de los terrenos aledaños al gasoducto/humo	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.	http://www.lapolilla.com.mx/2015/10/29/fuga-de-gas-natural-en-tlapanca/cotlaxca/a-desatofuerte-movilizacion/
9	2014	México, ZMMTY	Ducto de gas natural	Gas Natural	Incendio	Ocurrió una fuga en la zona hotelera del municipio de San Pedro Garza García, debido a tierra reblandecida por una fuga de agua que origino un colapso de la tubería por el paso constante de vehículos.	Afectación a instalaciones hoteleras, y generación de humos.	Respuesta emergencias y protección civil.	El Universal en Línea

Tabla I-25. Antecedentes de accidentes e incidentes involucrados con el uso del gas natural

No.	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
10	2013	México	Ducto de gas natural	Gas Natural	Explosión	Accidente causado al perforar un ducto de 10 pulgadas de diámetro por trabajadores de la construcción del puente vehicular del circuito exterior mexiquense.	Afectación alrededor, humo y fuego	Respuesta emergencias, bomberos, protección civil y servicios médicos.	https://www.elcolombiano.com/cronologia/noticias/met/gas-natural

I.4.2. Identificación de peligros y de escenarios de riesgo

I.4.2.1. Justificación técnica de la metodología de riesgos empleada

A fin de identificar los potenciales peligros y/o riesgos asociados proyecto “**EDRM Chada Farms**” consideraremos los equipos, procesos, herramientas, y la sustancias que se manejan para llevar a cabo la distribución de gas natural revisando los puntos en los que se considera se pueda presentar una liberación de sustancia o la potencial ocurrencia de incidentes que puedan generar escenarios de riesgo en: maquinaria o equipos, procesos, operaciones, instalaciones, equipos de seguridad, etc.

Para el tipo de instalación que nos ocupa realizaremos la identificación de riesgos potenciales por equipos y sustancias que se manejan en el Proyecto (Tabla I-26 y Tabla I-27).

Los riesgos pueden ser generados por su ubicación, operación, falla del equipo o mantenimiento.

Tabla I-26. Características Identificación de riesgos asociados a sustancias y materiales peligrosos

Sustancias y materiales peligrosos	Incendio	Explosión	Derrame	Inflamabilidad, Nube tóxica o asfixiante
Gas natural	√	√	X	√

√: Existe la posibilidad de riesgo; X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos están asociados a la liberación del combustible líquidos forma continua o masiva, dando paso a la formación de albercas de fuego (pool fire), incendio y/o atmósferas inflamables.

Tabla I-27. Identificación de riesgos asociados al proceso

Actividad	Incendio	Explosión	Derrame	Inflamabilidad, Nube tóxica o asfixiante
Gas Natural Estación de descompresión de GNC	√	√	X	√

√: Existe la posibilidad de riesgo; X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos están asociados a la liberación de gas de forma continua o súbita, por potenciales fallas durante la operación.

En la Tabla I-28 se muestra el manejo de Sustancias clasificadas como peligrosas en general presentan características que pueden desarrollar sucesos no deseados por su transporte y almacenamiento, los sucesos iniciadores, propagación, mitigación y medidas de prevención generales pueden ser *(Información adaptada del libro "BATTELLE COLUMBUS DIVISION-AICHE/CCPS": Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, American Institute of Chemical Engineers. Nueva York (1985)" y tomada del libro "Análisis y reducción de riesgos en la industria química, fundación MAPFRE, J.M. Santamaría Ramiro y P.A. Braña Aísa):*

Tabla I-28. Identificación de riesgos por manejo de sustancias peligrosas

Características Peligrosas	Sucesos Iniciadores	Circunstancias Propagadoras	Circunstancias Mitigantes	Consecuencias del Accidente
Manejo de cantidades de sustancias peligrosas (materiales inflamables, combustibles, inestables o tóxicos, gases inertizantes materiales a muy alta o baja temperatura, etc.).	Fallos de contención (tuberías, juntas, soldaduras etc.) Errores humanos (Operación mantenimiento, revisiones). Pérdida de servicios Agentes de externos (Inundaciones, terremotos, tormentas, vientos fuertes, impactos, sabotajes, etc.). Errores de método o información.	Fallos de contención (Tuberías, recipientes, tanques juntas, fuelles, entrada o salida de venteo, etc.). Ignición, explosión. - Errores del operador (Comisión, omisión, diagnóstico, toma de decisiones). - Agentes externos. - Errores de método o de información	Respuestas de control, respuestas de los operadores. Operaciones de emergencia (alarmas, procedimientos de Emergencia, equipos de protección personal, evaluación, etc.). Agentes externos. Flujo adecuado de información	- Fuegos - Explosiones - Impactos - Dispersión de materiales tóxicos.

La mayor concentración de material peligroso, corresponden a los puntos de alto riesgo que se enlistan a continuación.

1. Postes de descarga (suministro de GNC).
2. Descompresión (Regulación, Filtración y Medición)

I.4.2.2. Selección de técnica de identificación de riesgos

La selección de la metodología para la identificación de riesgos se basó en la guía sugerida por el Centro de Seguridad en Procesos Químicos (CCPs) del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) publicada bajo el título de Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, segunda edición con ejemplos desarrollados, 1995.

También se consideró el procedimiento DG-SASIPA-SI-02741 Rev. 3 “Guía para Realizar Análisis De Riesgos” que señala que la identificación de riesgos se puede llevar a cabo mediante las siguientes metodologías de acuerdo con criterios que se indican en la Tabla I-29:

Tabla I-29. Típico de las metodologías de acuerdo con la etapa del Proyecto

Método de análisis de riesgos								
Etapa de desarrollo del Proyecto	Lista de verificación	¿Qué pasa sí?	¿Qué pasa sí? / Lista de verificación	FMEA	HAZOP	AAE	AAF	AC
Investigación y desarrollo		√	√					
Diseño conceptual	√	√	√					
Operación Suministro de GNC Descompresión de Gas Natural (Regulación, filtración y medición)	√	√	√	√	√	√	√	√
Ingeniería de detalle	√	√	√	√	√	√	√	√
Construcción y arranque	√	√	√		√			
Operación rutinaria	√	√	√	√	√	√	√	√
Expansión o modificación	√	√	√	√	√	√	√	√
Desmantelamiento	√	√	√					
Investigación de accidentes	√			√	√	√	√	√

FMEA: Failure Mode and Effect Analysis (AMEF: Análisis de modos de fallas y efectos) **HAZOP:** Hazard and Operability Analysis (Análisis de peligros y Operabilidad) **AAE:** Análisis de Árbol de eventos **AAF:** Análisis de Árbol de Fallas **AC:** Análisis de Consecuencias.

Con base a los criterios antes mencionados y el tipo de operaciones que se llevan a cabo aplicaremos la metodología ¿Qué pasa sí...? considerando que es la técnica adecuada para la identificación, evaluación y jerarquización de Riesgos Potenciales que podría presentar el Proyecto.

1.4.2.2.1. Metodología ¿Qué pasa sí...?

La técnica ¿Qué pasa sí...? es un enfoque en el que un grupo de personas (equipo multidisciplinario) con experiencia y familiaridad con el proceso en cuestión, hacen preguntas y comparten sus preocupaciones acerca del potencial de eventos no deseados. Esta técnica no es tan estructurada como el Hazop y FMEA, y requiere que el analista adapte el concepto básico del análisis a la aplicación específica. A pesar de que existe muy poca información acerca de la técnica ¿Qué pasa sí...? o de sus aplicaciones, esta se utiliza frecuentemente en la industria del proceso de hidrocarburos en casi todas las etapas de la vida del proceso y ofrece muy buenos resultados.

El concepto de la técnica ¿Qué pasa sí...? promueve tormentas de ideas que animan al equipo a pensar en preguntas del tipo ¿Qué pasa sí? Es decir, esta técnica promueve las tormentas de ideas acerca de escenarios hipotéticos con el potencial de causar consecuencias de interés (eventos no deseados con impactos negativos). Sin embargo, cualquier preocupación acerca de la seguridad del proceso puede ser compartida con el equipo de análisis, aunque quizá esta no esté estructurada en forma de una pregunta.

El propósito de esta técnica es identificar y evaluar los peligros inherentes durante el suministro de GNC (postes de descarga), descompresión (regulación, filtración y medición) y entrega de Gas Natural a usuario final Chada Farms. El equipo de análisis de riesgos en los procesos identifica situaciones potenciales de accidentes, sus consecuencias y las salvaguardas, para luego sugerir las alternativas para la reducción de riesgo. La técnica ¿Qué pasa sí...?, puede involucrar el análisis de las desviaciones posibles del diseño, construcción, modificación u operación; además requiere un entendimiento básico de la intención del proceso, así como la habilidad de combinar las desviaciones con el potencial de causar un accidente. Este puede ser un procedimiento poderoso si los miembros del equipo son realmente experimentados, de lo contrario, los resultados tenderán a ser incompletos, debido a su esencia no estructurada.

En la Figura I-25 se muestra el diagrama de flujo típico para la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí...?

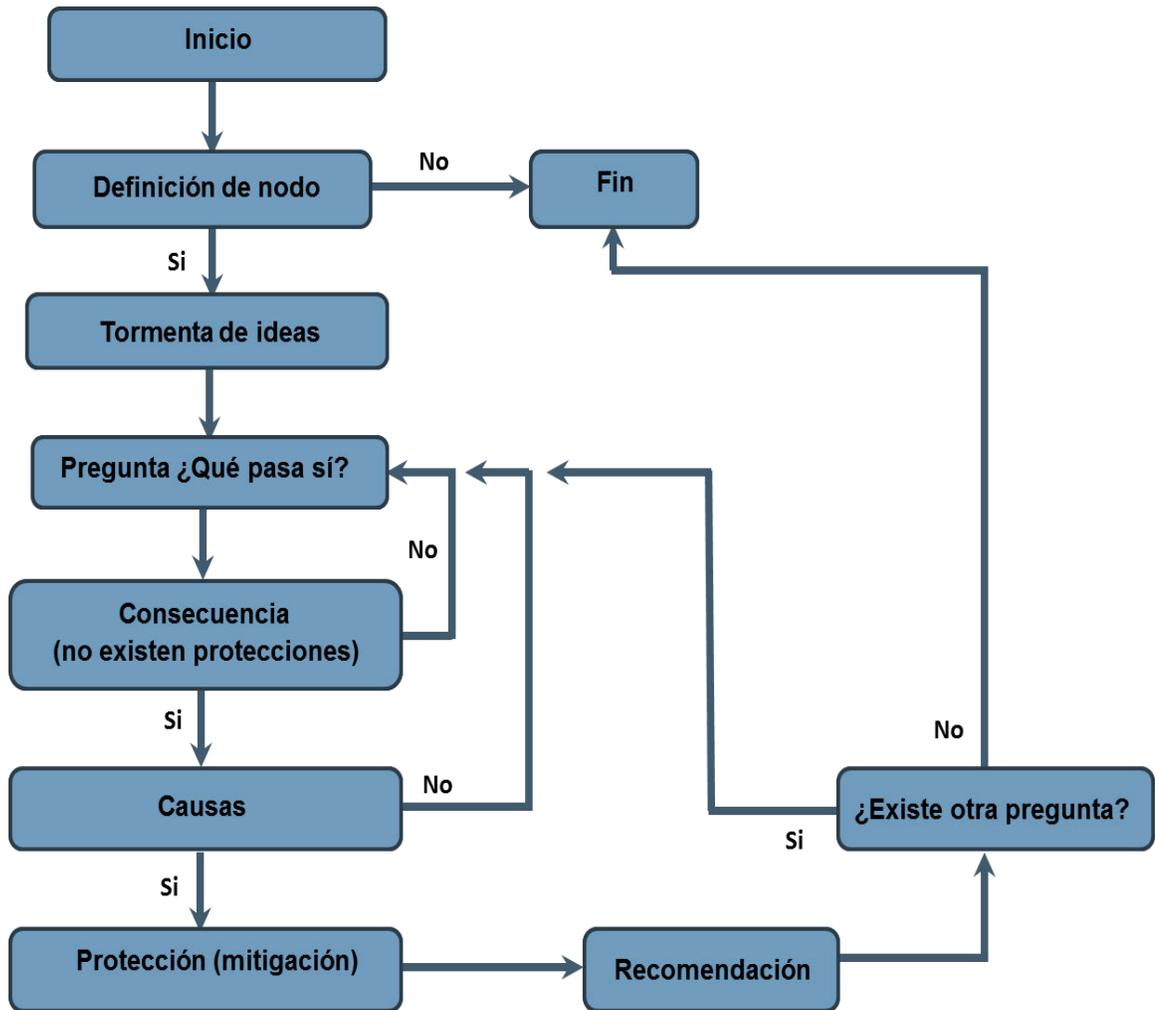


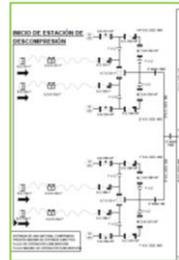
Figura I-25. Diagrama de flujo para aplicación de Metodología ¿Qué pasa sí...?

I.4.3. Desarrollo y resultados de la metodología de riesgos

Derivado de la inducción a las metodologías ¿Qué pasa sí...? el grupo dividió las instalaciones en secciones (Ver figura I-26):

Sección 1 que inicia con la operación de recepción de GNC a través de los dos (2) postes de descarga, hasta la válvula d globo la cual inicia la conexión con los Filtros de alta presión.

$P_{descargaEDRM} = 3,600 \text{ psig.}$

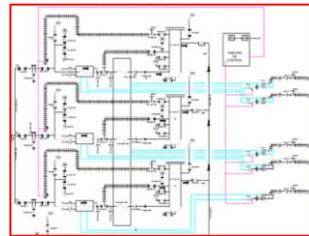


Sección 1

Sección 2: Tren de Entrada que inicia con las válvulas tipo bola que conectan a los filtros de alta presión, así como los intercambiadores de calor y los filtros coalescentes.

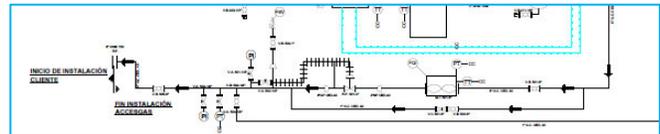
Precibida= 3,600 psig.

Pregulada= 180 psig



Sección 2

Sección 3: que inicia a la salida de los filtros, siguiendo por el medidor Rotatorio hasta el regulador de baja presión (180 psig a 60 psig). De igual forma como en otros seccionamientos se tiene una válvula de seguridad, un manómetro y una válvula tipo esfera, para proteger el sistema y verificar la presión.



Sección 3

Sección 4 Almacenamiento Temporal: MAT (contenedor tipo semirremolque o skid)



Sección 4

MAT

Figura I-26. Secciones del Proyecto “EDRM Chada Farms” analizadas por ¿Qué pasa sí?

Las hojas de trabajo del desarrollo de la metodología ¿Qué pasa sí...? se incluyen en el **Anexo RSG-04**.

I.4.4. Evaluación y jerarquización de escenarios de riesgo

Durante la aplicación de las metodologías 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 proseguirá el Análisis de Consecuencias, así como para definir aquellos que, estando en una situación de riesgo intermedia, deben ser cuestionados sobre la justificación o no de la implementación de las recomendaciones.

I.4.4.1. Matriz de jerarquización de riesgos

Para la ponderación de riesgos se utilizaron las categorías de consecuencia y de frecuencia listadas en las Guías técnicas para realizar Análisis de Riesgos de proceso, 800-16400-DCO-GT-75, Ago./2012, Rev. 1 de PEMEX, ya que pertenecen al sector hidrocarburos, mismas que se indican en las Tablas siguientes:

Tabla I-30. Criterios de índice de frecuencia

Clasificación	Tipo	Descripción de la frecuencia de ocurrencia
6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces por año
5	Frecuente	Ocurre una vez en un período entre 1 y 3 años
4	Poco frecuente	Ocurre una vez en un período entre 3 y 5 años
3	Raro	Ocurre una vez en un período entre 5 y 10 años
2	Muy raro	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta
1	Extremadamente raro	Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro

Tabla I-31. Criterios Categorías de consecuencia

Categoría	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto Ambiental	Pérdida de producción (MM USD)	Daños a la instalación (MM USD)	Daños a bienes de terceros o de la Nación (MM USD)
6	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 15 fatalidades	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que no se puede controlar en una semana	Mayor de 50	Mayor de 50	Mayor de 50

Tabla I-31. Criterios Categorías de consecuencia

Categoría	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto Ambiental	Pérdida de producción (MM USD)	Daños a la instalación (MM USD)	Daños a bienes de terceros o de la Nación (MM USD)
5	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 15 a 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que se puede controlar en una semana	De 15 a 50	De 15 a 50	De 15 a 50
4	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades	Fuga o derrame externo que se puede controlar en un día	De 5 a 15	De 5 a 15	De 5 a 15
3	Heridas o daños físicos que generan incapacidad médica	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades. Evento que requiere hospitalización en gran escala	Fuga o derrame externo que se puede controlar en algunas horas	De 0.500 a 5	De 0.500 a 5	De 0.500 a 5
2	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios. Evento que requiere de evacuación. Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar	Fuga o derrame externo que se puede controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)	De 0.250 a 0.500	De 0.250 a 0.500	De 0.250 a 0.500
1	No se esperan heridas o daños físicos	No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles	No hay fuga o derrame externo	Hasta 0.250	Hasta 0.250	Hasta 0.250

Para este estudio, las matrices de riesgo utilizadas se indican a continuación, en la cual se muestran las diferentes categorías de consecuencias para daños al personal, a la población, impacto ambiental, pérdida de producción, daño a la instalación y daño a bienes a terceros o de la Nación. La matriz identifica de acuerdo con su color, el tipo de riesgo de cada uno de los escenarios.

Matrices de riesgo
**(personal, población, impacto ambiental, instalación/producción/
bienes a terceros/bienes de la Nación)**

Matriz de consecuencias por Daños al personal								Matriz de consecuencias por Daños a la población								
		CONSECUENCIAS								CONSECUENCIAS						
FRECUENCIA		1	2	3	4	5	6	FRECUENCIA		1	2	3	4	5	6	
	6	C	B	A	A	A	A		6	C	B	A	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A		5	C	B	A	A	A	A	A
	4	C	C	B	A	A	A		4	C	B	A	A	A	A	A
	3	C	C	B	A	A	A		3	C	B	A	A	A	A	A
	2	C	C	C	B	B	A		2	C	B	A	A	A	A	A
1	C	C	C	C	B	B	1	C	C	B	A	A	A	A		

Matriz de consecuencias por Impacto Ambiental								Matriz de consecuencias por Daños a la instalación/producción/bienes de terceros/bienes de la Nación								
		CONSECUENCIAS								CONSECUENCIAS						
FRECUENCIA		1	2	3	4	5	6	FRECUENCIA		1	2	3	4	5	6	
	6	C	B	A	A	A	A		6	B	B	A	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A		5	C	B	B	A	A	A	A
	4	C	B	B	B	A	A		4	C	C	B	B	A	A	A
	3	C	C	C	B	A	A		3	C	C	C	B	B	A	A
	2	C	C	C	C	B	A		2	C	C	C	C	B	B	A
1	C	C	C	C	C	B	1	C	C	C	C	C	C	B		

Región de Riesgo	Descripción
No Tolerable "A"	Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.
ALARP "B" (As Low As Reasonably Practicable - Tan bajo como sea razonablemente práctico)	Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.
Tolerable "C"	El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

I.4.4.2. Identificación de escenarios más probables y peor caso

Con la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí...? se identificaron 22 escenarios con de Riesgo Tipo "A" No Tolerable; 26 escenarios de Riesgo del Tipo "B" Aceptable con controles y 344 de riesgo "Tipo "C" Tolerable para el Proyecto (Ver Tabla I-32).

Tabla I-32. Distribución de escenarios de riesgo para el Proyecto "EDRM Chada Farms"

Matriz de consecuencias por Daños al personal							
FRECUENCIA		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
6	C	B	A	A	A	A	
5	C	B	B	A	A	A	
4	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	C	B	A	A	A	
3	C	C (1) 2.3.1.5	B	A	A	A	
2	C (24) 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.1.3, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.1, 3.3.1.2, 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.3.1.1	C (17) 1.1.1.3, 2.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.2.4, 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.1.3 2.4.2.1, 2.4.2.3,	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4	B	B	A	
1	C (1) 1.2.1.1	C	C	C	B	B	

Matriz de consecuencias por Daños a la población						
FRECUENCIA		CONSECUENCIAS				
		1	2	3	4	5
6	C	B	A	A	A	A
5	C	B	A	A	A	A
4	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	B	A	A	A	A
3	C (1) 2.3.1.5	B	A	A	A	A
2	C (16) 1.1.1.1, 2.1.1.1, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.3, 2.4.1.1, 2.4.2.1, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.1, 3.3.1.2, 4.2.1.2, 4.3.1.1	B (14) 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.2.4, 2.3.3.1, 2.3.3.4, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 4.2.1.1	A (11) 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.3.2, 2.4.1.3, 2.4.2.3	A (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.4.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4,	A	A
1	C (1) 1.2.1.1	C	B	A	A	A

Matriz de consecuencias por Impacto Ambiental						
FRECUENCIA		CONSECUENCIAS				
		1	2	3	4	5
6	C	B	A	A	A	A
5	C	B	B	A	A	A
4	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	B	B	B	A	A
3	C (1) 2.3.1.5	C	C	B	A	A
2	C (17) 1.1.1.1, 2.1.1.1, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.3, 2.3.2.4, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.2.1, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.1, 3.3.1.2, 4.3.1.1	C (11) 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.2, 2.4.2.2	C (13) 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.3.2, 2.4.1.3, 2.4.2.3, 4.2.1.1, 4.2.1.2	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4	B	A
1	C (1) 1.2.1.1	C	C	C	C	B

Matriz de consecuencias por Daños a la producción						
---	--	--	--	--	--	--

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C (1) 4.1.1.1,	C (1) 4.1.1.2,	B	B	A	A
	3	C	C (1) 2.3.1.5	C	B	B	A
	2	C	C (22) 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.2, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.1, 2.3.1.3, 2.3.2.1, 2.3.2.4, 2.3.3.1, 2.3.3.4, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.3.1.1, 3.3.1.2, 4.2.1.1, 4.3.1.1	C (17) 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.1, 2.1.1.3, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.3.2, 2.4.1.3, 2.4.2.3, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 4.2.1.3	C (13) 1.1.1.4, 1.3.1.4, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.1, 2.4.1.4, 2.4.2.1, 2.4.2.4.	B	A
	1	C	C (1) 1.2.1.1	C	C	C	C

Matriz de consecuencias por Daños a la instalación							
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	C	B	B	A	A
	3	C	C (1) 2.3.1.5	C	B	B	A
	2	C (7) 2.2.1.1, 2.2.1.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.2.1.1, 4.3.1.1	C (4) 2.3.1.3, 2.3.2.4, 2.3.3.4, 3.3.1.2	C (19) 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.1, 2.4.1.2, 2.4.2.1, 2.4.2.2, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 4.2.1.1, 4.2.1.2,	C (11) 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.3.2, 2.4.1.3, 2.4.2.3,	B (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.5, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4	A
	1	C (1) 1.2.1.1	C	C	C	C	C

Matriz de consecuencias por Daños a bienes de terceros

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2,	C	B	B	A	A
	3	C (1) 2.3.1.5	C (1) 2.3.1.5	C	B	B	A
	2	C (17) 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.3.1.1, 4.2.1.1, 4.3.1.1	C (24) 1.1.1.1, 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.1, 2.1.1.3, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.2, 2.3.1.3, 2.3.2.2, 2.3.2.4, 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.1.3, 2.4.2.1, 2.4.2.3, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.2, 4.2.1.2,	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4	C	B	A
	1	C (1) 1.2.1.1	C (1) 1.2.1.1	C	C	C	B

		Matriz de consecuencias por Daños a bienes a la Nación					
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	C	B	B	A	A
	3	C (1) 2.3.1.5	C (1) 2.3.1.5	C	B	B	A
	2	C (19) 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.3.1.1, 4.2.1.1, 4.3.1.1	C (22) 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.2, 2.3.1.3, 2.3.2.2, 2.3.2.4, 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.1.3, 2.4.2.1, 2.4.2.3, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.2, 4.2.1.2	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4.	C	B	A
	1	C (1) 1.2.1.1	C (1) 1.2.1.1	C	C	C	B

De acuerdo a lo anterior tenemos que el nivel de riesgo del Proyecto es aceptable con controles, los escenarios de riesgos están asociados al suministro de GNC, descompresión, regulación y medición de gas natural para entrega al usuario final

Chada Farms.

En la Tabla I-33. se muestra de forma condensada los resultados de la jerarquización de riesgos de las operaciones de recepción de GNC (Postes de descarga), descompresión, regulación y medición de GN para entrega a usuario final Chada Farms.

Tabla I-33. Resumen de jerarquización de escenarios de riesgo para el Proyecto “EDRM Chada Farms”

Rubro	Región de Riesgo						Total	
	No Tolerable		Aceptable con controles		Tolerable			
	A		B		C		Cantidad	%
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%		
Daños al personal	0	0	0	0	56	100	56	100
Daños a la población	22	39	15	27	19	34	56	100
Impacto Ambiental	0	0	0	0	56	100	56	100
Daños a la producción	0	0	0	0	56	100	56	100
Daños a la instalación	0	0	11	20	45	80	56	100
Daños a Bienes de Terceros	0	0	0	0	56	100	56	100
Daños a Bienes de la Nación	0	0	0	0	56	100	56	100
	22	6	26	7	344	88	392	100

I.4.4.3. Potenciales escenarios de riesgos identificados.

Derivado de la metodología aplicada se identificó que los escenarios potenciales de riesgo están asociados a la liberación de Gas Natural y que por la cantidad que se libere sus potenciales afectaciones pueden generar daños a otros equipos o áreas del predio en donde se ubica el Proyecto “EDRM Chada Farms” y/o a las instalaciones que se encuentran colindantes.

Para el fin de este estudio, se contemplaron los riesgos que pudieran causar afectaciones al entorno de las instalaciones y aquellos riesgos que solamente representen problemas operacionales, que afecten la continuidad o eficiencia de los procesos, como es el paro de equipos o alguna actividad similar.

Como puede observarse, los riesgos que pudieran presentarse van desde fugas por rotura en tuberías, fugas por aumento de presión y temperatura, hasta incendio y explosión y, en todos los casos, ocasionados posiblemente por:

1. falta de procedimientos
2. no seguir los procedimientos de manejo del gas natural
3. falta de capacitación
4. programa de mantenimiento incompleto
5. fallas en la ejecución del programa de mantenimiento
6. negligencia.
7. Daño por terceros

La falta de programas de mantenimiento, el incumplimiento de estos o la deficiencia en su aplicación por falta de capacitación de los trabajadores se refleja en un posible riesgo que puede llegar a ser grave si su insuficiencia es recurrente. Es importante disponer de un programa que contemple actividades preventivas y acciones que preserven la correcta operación y mantenimiento de tanques, tuberías, accesorios y equipos auxiliares. Estos riesgos son fácilmente evitables con procedimientos de seguridad y prevención, programas de monitoreo y detección, pruebas periódicas, procedimientos operativos, capacitación, inspección y mantenimiento adecuados.

Como único evento de riesgo no controlable se presenta el caso de accidente por agentes externos. Si bien el proyecto **“EDRM Chada Farms”** se encontrará ubicado en un área segura (zona asísmica), recientemente se han tenido eventos notorios.

Esto, considerando que históricamente se han tenido en la región terremotos denominados interplaca, los cuales son terremotos relativamente de baja intensidad que se presentan en el interior de las placas, o lejanas a las zonas.

Además, no puede descartarse la posibilidad de un accidente ocurrido por agentes externos, como es el caso de un incendio externo o una lluvia extraordinaria ocasionada por una tormenta tropical, ciclón e inclusive un huracán.

Derivado del oficio ASEA/UGI/DGGP/1475/2023 de fecha de 19 de junio de 2023, en donde se solicitó el requerimiento de información adicional emitido por la ASEA; se realizó la validación y actualización de las hojas de trabajo de la metodología empleada, a fin de complementar y enriquecer la descripción de los escenarios hipotéticos planteados en el ER. Ver **Anexo RSG-04**

La validación de las sesiones de Identificación de peligros y evaluación de riesgos para el ER del proyecto se registró en la minuta de trabajo de reunión del grupo multidisciplinario. Se considero a su vez, la incorporación de identificación de riesgos de 2 MAT para CNG (almacenamiento móvil) con capacidad al 80% en bahía de descarga. Ver **Anexo RSG-05 y Anexo RSG-03**.

Dichos escenarios, contemplarán los efectos por radiación térmica y sobrepresión detallados en la tabla siguiente:

Tabla I-34 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
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m	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)

Evaluación de consecuencias

Derivado de ello, los escenarios resultantes que se ubican dentro de las regiones de Riesgo No tolerable y As Low as Reasonably Practicable (ALARP), serán evaluados en sus consecuencias mediante el software SCRI versión 1.1 elaborado por Dinámica Heurística. En la Tabla I-35 se muestran los escenarios de riesgos validados, así como su referencia de acuerdo con las hojas de trabajo de la metodología ¿Qué pasa sí...?

Tabla I-35 Escenarios de riesgo considerados para simulación de consecuencias para el Proyecto “EDRM Chada Farms”

Escenario a simular	Tipo	Referencia en ¿Qué pasas sí?	Región de riesgo
Escenario 1 Fuga de GNC en un cilindro del MAT que puede ocasionar incendio y explosión, debido a daño mecánico en la estructura por golpe externo en maniobra de descarga, con las siguientes condiciones: daño en un (1) cilindro, eficiencia de llenado 80%, masa contenida 323.9625 kg.	Caso más probable	1.1.1.2, 1.1.1.3, 1.1.1.4	A
Escenario 1A Fuga de GNC en MAT que puede ocasionar incendio y explosión, debido a daño mecánico en la estructura por golpe externo en maniobra de descarga de este (se contemplan la fuga de GNC de los 12 cilindros que conforman el MAT), con las siguientes condiciones: daño MAT (12 cilindros), eficiencia de llenado 80%, masa	Peor caso	1.1.1.2, 1.1.1.3, 1.1.1.4	A

Tabla I-35 Escenarios de riesgo considerados para simulación de consecuencias para el Proyecto “EDRM Chada Farms”

Escenario a simular	Tipo	Referencia en ¿Qué pasas sí?	Región de riesgo
contenida 3,887.55 kg			
Escenario 2 Fuga de GNC en la válvula brake away que puede ocasionar explosión e incendio debido a falla en diseño de fabricación. Condiciones: flujo de operación 2,600 m ³ /hr, presión de operación=3,600 psi (24,821.13 kPa).	Caso más probable	1.3.1.1, 1.3.1.2, 1.3.1.3, 1.3.2.1, 1.3.2.2, 1.3.2.3	A
Escenario 3 Fuga de GNC en poste de descarga en bridas, uniones, cople, que puede ocasionar explosión e incendio, debido a falla en el sello de las uniones / los elementos no son herméticos / se originan fugas por falta de mantenimiento. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 20% del diámetro de la tubería (0.01016 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m ³ /hr.	Caso más probable	1.4.1.1, 1.4.1.2, 1.4.1.3	A
Escenario 3A Fuga de GNC en poste de descarga en bridas, uniones, coplees, que puede ocasionar explosión e incendio, debido a falla en el sello de las uniones / los elementos no son herméticos / se originan fugas por falta de mantenimiento. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0508 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m ³ /hr.	Caso más probable	1.4.1.1, 1.4.1.2, 1.4.1.3	A
Escenario 4 Fuga de GNC en regulador de alta presión, que puede ocasionar incendio y explosión, debido a falla de válvula de regulación / error humano al golpear la válvula. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 20% del diámetro de la tubería (0.00508 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m ³ /hr.	Caso alterno	2.1.1.2, 2.1.1.3, 2.1.1.4	A
Escenario 4A Fuga de GNC en regulador de alta presión, que puede ocasionar incendio y explosión, debido a falla de válvula de regulación / error humano al golpear la válvula.	Caso alterno	2.1.1.2, 2.1.1.3, 2.1.1.4	A

Tabla I-35 Escenarios de riesgo considerados para simulación de consecuencias para el Proyecto “EDRM Chada Farms”

Escenario a simular	Tipo	Referencia en ¿Qué pasas sí?	Región de riesgo
Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0254 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m³/hr.			
<p>Escenario 5 Fuga de GNC en válvula de bola con actuador que puede ocasionar incendio y explosión, debido a error con la señal neumática / falta de mantenimiento / error humano.</p> <p>Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 20% del diámetro de la tubería (0.00508 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m³/hr</p>	Caso alterno	2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.3.1.4	B
<p>Escenario 5A Fuga de GNC en válvula de bola con actuador que puede ocasionar incendio y explosión, debido a error con la señal neumática / falta de mantenimiento / error humano.</p> <p>Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0254 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m³/hr.</p>	Caso alterno	2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.3.1.4	B
<p>Escenario 6 Fuga de GNC por daño en la línea de salida del regulador de alta presión debido falla en intercambiador de calor que produce congelamiento externo de las líneas de GNC que puede debilitar las condiciones del material / falta de mantenimiento en intercambiadores.</p> <p>Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 20% del diámetro de la tubería (0.00508 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m³/hr.</p>	Caso alterno	2.4.1.2, 2.4.1.3, 2.4.1.4	B
<p>Escenario 6A Fuga de GNC por daño en la línea de salida del regulador de alta presión debido falla en intercambiador de calor que produce congelamiento externo de las líneas de GNC que puede debilitar las condiciones del material / falta de mantenimiento en</p>	Caso alterno	2.4.1.2, 2.4.1.3, 2.4.1.4	B

Tabla I-35 Escenarios de riesgo considerados para simulación de consecuencias para el Proyecto “EDRM Chada Farms”

Escenario a simular	Tipo	Referencia en ¿Qué pasas sí?	Región de riesgo
intercambiadores. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0254 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m³/hr			

II. DETERMINACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

La modelación matemática del comportamiento de los potenciales escenarios de riesgos permite evaluar la magnitud de los efectos negativos potenciales del Proyecto y la propagación de un incidente que generalmente involucra modelos de liberación accidental de sustancias peligrosas, desarrollándose una variedad de escenarios y cuyo análisis determina el impacto potencial al personal, el Proyecto y la población circundante.

En la Tabla I-38 se listan los Escenarios de riesgo considerados para simulación de consecuencias. Para la determinación de radios se utilizó el software SCRI © (Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias) de Dinámica Heurística, S.A. de C.V.

Para la estimación de los radios de afectación se utiliza el software de Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias “SCRI” versión 2.2, en sus dos paquetes SCRI-Modelos y SCRI-Fuego. El SCRI-Modelos se enfoca en el análisis de accidentes por fuego, explosión, fuga o derrame de una sustancia peligrosa, adicionalmente permite la identificación de áreas expuestas a contaminación por actividades productivas. SCRI-Fuego, ha sido utilizado para la elaboración de análisis de consecuencias por emisiones tóxicas y/o contaminantes, incluyendo modelos de radiación térmica o aspectos relevantes para consecuencias por fuego y/o explosiones. Este modelo, se basa en metodologías de la Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA), del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) y de la Agencia de Administración Federal de Emergencias de EUA (FEMA).

En general, estos métodos son un conjunto de herramientas, para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y daños por nubes explosivas, de manera que se puedan estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones industriales, apoyar en la capacitación y/o entrenamiento de personal, y en el manejo de situaciones de emergencia.

Los radios de afectación se obtuvieron mediante la modelación de los peores escenarios considerados para el análisis de consecuencias. El software SCRI, específicamente el relacionado a modelos de simulación ha sido utilizado extensivamente en México para la realización de estudios de riesgo e impacto ambiental por más de 15 años y el Instituto de Ecología de México lo menciona como uno de los modelos que actualmente se utilizan para evaluación de riesgos.

Los riesgos potenciales con posibilidad de afectar al entorno ambiental (atmósfera, suelo, agua), están asociados al manejo y uso del Gas Natural).

Con la finalidad de determinar las posibles consecuencias a las que se vería expuesta la población, es de gran utilidad contar con información, al menos estimada, del número de habitantes del área, incluyendo las horas en que se presenta la mayor concentración, por ejemplo, en las escuelas, hospitales, centros comerciales, templos o centros de reunión social. Cuando se lleva a cabo el análisis de accidentes, resulta útil contar con el registro de accidentes que han ocurrido con anterioridad en la zona, las causas y consecuencias de ellos (Zagal, 1996)

II.1 POTENCIALES ESCENARIOS DE RIESGOS IDENTIFICADOS Y SUS EFECTOS

La clase de eventos más comunes que pueden ocurrir como resultado de los escenarios de riesgo por la pérdida de contención de sustancias peligrosas en forma de líquido presurizado, líquido no presurizado y de un vapor o gas presurizado, para el Proyecto son los siguientes:

II.1.1 Radiación térmica

Flash fire (Flamazo)

Cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, se forma una nube de gas y se dispersa. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de que la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo. Las consecuencias primarias de un flamazo son las radiaciones térmicas generadas durante el proceso de combustión. Este proceso de combustión tiene una corta duración, los daños son de baja intensidad y en ocasiones provocan un chorro de fuego en el punto de fuga.

Jet fire (Incendio de antorcha o chorro de fuego)

Si un gas inflamable licuado o comprimido es descargado de un tanque de almacenamiento o de una tubería, el material descargado a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre

un chorro de fuego.

Fireball (Bola de Fuego)

El evento de bola de fuego resulta de la ignición de una mezcla líquido/vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición (BLEVE).

A continuación, en la Tabla II-1 se describen los efectos de acuerdo con el nivel de radiación térmica.

Tabla II-1. Efectos de la Radiación Térmica de acuerdo con la intensidad de energía

Intensidad de Radiación Kw/m ²	Descripción
1.4	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/m ² (mínimo necesario para causar dolor).
3	Zona de alerta.
5	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	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. La madera puede prender después de una larga exposición. 100 % de letalidad.
25	El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

La Tabla II-2 muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla II-2. 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

II.1.2 Sobrepresión

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 sobre presión, 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 II-3 muestra los efectos derivados de la sobrepresión.

Tabla II-3. Efectos derivados de la sobrepresión

Variable Física Peligrosa Ondas de presión (kg/cm ²)	Efecto observado (Clancy)
0.703	Probable destrucción de edificios; máquinas herramientas pesadas (3,175 kg) desplazadas y dañadas seriamente, herramientas para maquinaria muy pesadas (5,443 kg) sin daños.
0.351 – 0.492	Destrucción casi completa de casas.
0.210 – 0.281	Demolición de edificio sin marcos o de paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.070	Demolición parcial de casas, las vuelve inhabitables.
0.035 – 0.070	Ventanas grandes y pequeñas se hacen añicos; daño ocasional a marcos de ventanas.

BLEVE Boiling liquid expanding vapor explosión (explosión del vapor en expansión de un líquido hirviendo)

Las explosiones de tipo **BLEVE** son uno de los peores accidentes que pueden ocurrir en la industria química o en el transporte de mercancías peligrosas. Desde un punto de vista riguroso, como se verá más adelante, estas explosiones no siempre tienen efectos térmicos. No obstante, en la mayoría de los casos reales la sustancia involucrada es combustible; esto provoca que la explosión sea seguida por la formación de una bola de fuego, de efectos muy graves.

Cuando se habla de **BLEVE**, en general a lo que se hace referencia realmente es a la combinación de los fenómenos **BLEVE**-bola de fuego, esto es, a un accidente que involucra simultáneamente efectos térmicos y mecánicos.

El **BLEVE** es un accidente que puede ocurrir las sustancias que lo pueden producir (butano, propano, cloruro de vinilo, cloro, etc.) son relativamente comunes en la industria, y abundan las instalaciones susceptibles de sufrirlo (depósitos, cisternas). Por otra parte, de vez en cuando sucede durante el transporte, ya sea por carretera o por tren, con las connotaciones especiales que esto conlleva. El origen puede ser diverso (reacción fuera de control, colisión, etc.), pero una de las causas más frecuentes es la acción del fuego sobre un recipiente.

Se deben dar tres condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

1. Tiene que tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
2. Que se produzca una súbita baja de presión en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.
3. También es necesario que se den condiciones de presión y temperatura a los efectos que se pueda producir el fenómeno de nucleación espontánea, con esta condición se origina una evaporación de toda la masa del líquido en forma de flash rapidísima, generada por la rotura del equilibrio del líquido como consecuencia del sobrecalentamiento del líquido o gas licuado.

Líquido sobrecalentado y bajo presión.

Los gases licuados se deben encontrar a una temperatura "bastante superior" a la que se encontraba si estuviese a presión atmosférica normal (1 Atm) no es suficiente que se encuentre a unos pocos grados por encima de su temperatura ya que esta es una condición bastante común en la mayoría de los gases licuados (GLP, Amoniaco, Cloro), algunos criogénicos (CO₂, Nitrógeno, etc.).

También ocurre con los líquidos que se encuentran por encima de su temperatura de ebullición, cuando los recipientes que los contienen entran en contacto con fuentes de calor y estando bien cerrados aumentan su presión, este es un caso muy común en ciertos incendios donde la intensidad de este involucra recipientes que se encuentren en el lugar.

Por tales motivos dos grandes categorías de productos pueden ocasionar **BLEVES** como:

- I) Todos los gases licuados almacenados a temperatura ambiente inflamables o no.
- II) Los líquidos que accidentalmente entran en contacto con fuentes de calor.

Conforme a lo desarrollado para que exista una **BLEVE** la primera condición esencial pero no suficiente es el sobrecalentamiento de los gases licuados o los líquidos, pero también es necesario que se encuentren a presión y en el caso de los líquidos que no se almacenan presurizados, esta condición de presión es debido a su aumento cuando accidentalmente se calienta.

Súbita baja de presión.

La segunda condición necesaria pero no suficiente es que dentro del recipiente que contiene el líquido se produzca un súbito descenso de la presión.

Cualquier problema de colapso estructural del recipiente, fisura u oquedad que pueden ser producidas por causas mecánicas, grietas en las chapas del tanque, impactos, choque o vuelcos de la cisterna bajo presión en su transporte.

Es importante aclarar que esto no ocurriría con los líquidos inflamables y combustibles que no están presurizados, luego del colapso por fallas mecánicas, choques o impactos a lo sumo se produciría el derrame del producto.

También puede producirse una BLEVE por causas térmicas, la resistencia del acero al carbono disminuye gradualmente al aumentar la temperatura por encima de los 204°C, los datos se basan en aceros con bajo contenido de carbono no obstante las curvas varían en el caso de otros aceros, pero el efecto de pérdida de resistencia es relativamente similar con el aumento de temperatura en los metales comunes inclusive a temperaturas no tan críticas como las que desarrolla un incendio, en el caso de los aceros utilizados comúnmente en la construcción de tanques pueden colapsar a presiones de 14 a 20 Kg/cm², por calentamiento de la chapa entre los 650 a 700 °C, debido a que la resistencia se reduce un 30% comparativamente a temperaturas normales.

Nucleación espontánea.

Es importante resaltar que referente a la teoría de R.C. REID y KING sobre la nucleación espontánea, aunque todavía se continúan las experimentaciones parece confirmar dichas hipótesis.

Esta es la tercera y más específica condición para que ocurra una explosión BLEVE, una evaporación en masa tipo flash en milésimas de segundo que haga de desencadenante para el fenómeno.

Este podría ser el evento catastrófico mayor que puede presentarse es un evento por EXPLOSIVIDAD donde participa la máxima cantidad de GNC que maneja la “EDRM Chada Farms”.

II.2 ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS

Se entiende por análisis de consecuencias la evaluación cuantitativa de la evolución espacial y temporal de las variables físicas representativas de los fenómenos peligrosos en los que intervienen sustancias peligrosas, y sus posibles efectos sobre las personas, el medio ambiente y los bienes, con el fin de estimar la naturaleza y magnitud del daño.

El Análisis de Consecuencias (**AC**) de incendios, explosiones y nubes tóxicas es una metodología de Análisis de Riesgos que permite estimar la medida de los efectos esperados de la ocurrencia de un evento potencialmente peligroso.

Mediante el **AC** permite estimar los posibles daños debido a la pérdida de control sobre sustancias peligrosas.

Los diversos tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones en las que haya sustancias peligrosas pueden producir determinados fenómenos peligrosos para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales:

- Fenómenos de tipo mecánico: ondas de presión y proyectiles
- Fenómenos de tipo térmico: radiación térmica
- Fenómenos de tipo químico: fugas o derrames incontrolados de sustancias tóxicas o contaminantes.

II.2.1. Criterios para determinar la duración de una fuga

Esencialmente, podemos decir que los daños o efectos antes citados pueden ser mayores o menores dependiendo del tiempo al que se exponga a este nivel de energía, principalmente en lo que se refiere a la radiación térmica; y en el caso de la

explosión (sobrepresión) la duración de una fuga determina la cantidad de masa que se libera de la sustancia y por tanto las dimensiones de la explosión y sus ondas de sobrepresión.

Existe otro parámetro que determina la cantidad de masa que se libera en una fuga, el diámetro del orificio o poro, o falla de instrumento o accesorio de seguridad, y para el cual también se han establecido rangos que están en función de equipo o dispositivo de seguridad con que cuenta del Proyecto que se analiza.

A continuación, se citan los criterios para estos dos parámetros.

II.2.1.1 Criterios de tiempos de duración de las fugas

Se tomaron los criterios de tiempo recomendados por el "Guidelines for Quantitative Risk Assessment" CPR18E (Purple book ed. 1999) de TNO y se indican en la Tabla II-4.

Tabla II-4. Efectos Criterios para Asignar Tiempos de Duración de las Fugas

Situación	Duración de la fuga de escape	
	Ruptura total	Ruptura parcial
Válvula operada remotamente y existencia de detectores.	2 minutos	5 minutos
Válvula manual y existencia de detectores.	5 minutos	10 minutos
Válvula operada remotamente sin detectores.	5 minutos	10 minutos
Válvula manual sin detectores.	10 minutos	20 minutos

Se seleccionó un tiempo de fuga de 4 min (240 segundos), de acuerdo con la capacidad máxima de almacenamiento de los MAT. Simulando un escenario real de ruptura total en el cual el tiempo máximo de fuga no podría rebasar los 4 min ya que no habría hidrocarburo que liberar a la atmósfera.

II.2.1.2 Determinación de los orificios equivalentes de fuga

Para la selección de los diámetros equivalentes de fuga se tomarán en cuenta los puntos establecidos en la sección 5.4.2.2. de la *Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos*, emitida por la ASEA el pasado mes de julio de 2020, que a la letra cita:

- ..."
- a) *El Peor Caso para cada Sustancia Peligrosa manejada (para recipientes, considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en un solo recipiente, por ejemplo, el tanque de almacenamiento con mayor cantidad almacenada, y para tuberías considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en una tubería, por ejemplo, la tubería con mayor diámetro y*

mayor longitud entre válvulas de seccionamiento), independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen;

- b) El Caso Más Probable para cada Sustancia Peligrosa manejada, independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen, considerando una fuga del 20% del diámetro equivalente de la tubería, y*
- c) Los Casos Alternos: Escenarios que se ubiquen dentro de la región de Riesgo No tolerable y además aquellos ubicados en la región ALARP que sean de interés particular para la evaluación de consecuencias identificados en el desarrollo del apartado 5.4.1.4. de la presente Guía. En caso de que se haya demostrado metodológica y sistemáticamente en dicho apartado, que todos los Escenarios de Riesgo se localizan únicamente dentro de los niveles de tolerabilidad o aceptabilidad, se simularán aquellos Escenarios de Riesgo que sean de interés particular. Los Regulados realizarán las simulaciones para un orificio de fuga del 20% y del 100% del diámetro equivalente de la tubería, y ruptura total en caso de recipiente." ...*

II.2.2 Condiciones atmosféricas

De acuerdo con la ubicación del Proyecto las variables atmosféricas a considerar son:

- Velocidad del viento: 3.66 m/s
- Temperatura: 18 °C
- Humedad relativa: 53%
- Hora: Se considerará que los eventos ocurrirán durante la noche, a las 20 hrs.
- Rugosidad del terreno: Se utilizó la opción urbano o bosque, aunque por el tipo de sustancia no tiene efecto significativo en el resultado.
- Estabilidad atmosférica Tipo F

II.2.3 Estabilidad Atmosférica

La estabilidad atmosférica describe la tendencia de la mezcla en la atmosfera entre aire y un contaminante debido a la generación de turbulencia por fuerzas naturales (Woodward, 1998), indica la tendencia de que un paquete de aire se mueva hacia arriba o hacia abajo verticalmente después de haber sido desplazado por una pequeña cantidad de aire o algún contaminante (Hanna, 1982 visto en Woodward, 1998). El esquema más reconocido y utilizado para cuantificar la estabilidad atmosférica es el propuesto por Pasquill y Gifford. Dicho esquema, mostrado en la Tabla II-6, clasifica la estabilidad ambiente utilizando letras de la A la G, cada letra resume el comportamiento de la mezcla en la atmosfera bajo distintas condiciones.

Tabla II-5. Efectos Estabilidad atmosférica

Estabilidad Atmosférica según el esquema Pasquill Gifford			
Estabilidad Pasquill-Gifford	Descripción	Tiempo y clima	Velocidad del viento [m/s]
F	Muy Estable	Noche	< 3
E	Estable	↓	2 a 4
D	Neutral	Nublado o con viento	Cualquiera
B o C	Inestable	↓	2 a 6
A	Muy inestable	Soleado	< 3

Fuente: Center of Chemical Process Safety, 1996, p. 16, tabla 3

De acuerdo con lo anterior y en base a las condiciones climáticas del sitio en donde se ubica el Proyecto, la estabilidad atmosférica se considerará Tipo F, este nos permitirá agregar al modelo de simulación valores bajo los cuales se generen escenarios en condiciones que favorezcan la acumulación del gas.

II.2.4 Zonas de afectación por los modelos a emplear.

A fin de determinar los radios de afectación, se considerarán los siguientes parámetros:

Nube de gas:

- Valor umbral para zona de Riesgo: 30,000 ppm (60% del Límite Inferior de Explosividad)
- Valor umbral para zona de Amortiguamiento: 5,000 ppm (10% del Límite Inferior de Explosividad)

Radiación térmica (Incendio):

- Valor umbral para zona de Alto Riesgo por daño a equipos: 37.5 kW/m² (daños a equipos de proceso, colapso de estructuras. Efecto domino)
- Valor umbral para zona de Riesgo: 5 kW/m² (Quemaduras de 2° en 60 min)
- Valor umbral para zona de Amortiguamiento: 1.4 kW/m² (Deshidratación de la madera)

Sobrepresión (Explosión):

- Valor umbral para zona de Alto Riesgo por daño a equipos: 3 PSI (Daños a edificios con estructura metálica, equipo pesado sufre poco daño. / Ruptura de tanques de almacenamiento. Efecto domino)
- Valor umbral para zona de Riesgo: 1 PSI (Derribo de personas, demolición parcial de casas que quedan inhabitables)
- Valor umbral para zona de Amortiguamiento: 0.5 PSI (Destrucción de

ventanas con daño a los marcos).

II.2.5. Resultados de la modelación de eventos

La masa inflamable para cada uno de los escenarios será calculada tomando en cuenta las tasas de descarga arrojadas por el simulador SCRI, así como el tiempo de fuga de acuerdo con los criterios establecidos en la tabla 14-4.

Ahora bien, para los escenarios 1 y 1A, se sabe que la cantidad de masa de GNC contenida en un módulo de cilindros tipo uno para CNG es de 3,887.55 Kg con una eficiencia de llenado del 80%, sabiendo que el modulo esta conformado por 12 cilindros la masa en un cilindro será de:

$$\text{Masa de GNC (1 cilindro)} = \frac{3,887.55 \text{ kg}}{12} = \mathbf{323.9625 \text{ kg}}$$

En la Tabla II-6 se resumen los resultados de los radios de afectación para los escenarios simulados:

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
Escenario 1	Fuga de GNC en un cilindro del MAT que puede ocasionar incendio y explosión, debido a daño mecánico en la estructura por golpe externo en maniobra de descarga, con las siguientes condiciones: daño en un (1) cilindro, eficiencia de llenado 80%, masa contenida 323.9625 kg. <u>Caso más probable</u>	MAT	Jet Fire / masa de nube explosiva	71.02	186.26	342.51	37.19	84.89	144.29
Escenario 1A	Fuga de GNC en MAT que puede ocasionar incendio y explosión, debido a daño mecánico en la estructura por golpe externo en maniobra de descarga de este (se contemplan la fuga de GNC de los 12 cilindros que conforman el MAT), con las siguientes condiciones: daño MAT (12 cilindros), eficiencia de llenado 80%, masa contenida 3,887.55 kg	MAT	Jet Fire / masa de nube explosiva	233.24	611.69	1124.80	85.14	194.34	330.35

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
	Peor caso								
Escenario 2	Fuga de GNC en la válvula brake away que puede ocasionar explosión e incendio debido a falla en diseño de fabricación. Condiciones flujo de operación 2,600 m ³ /hr, presión de operación=3,600 psi (24,821.13 kPa), tiempo de fuga= 4 minutos (240 segundos), Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0254 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), masa inflamable = 3,887.55 kg (tomando una tasa de descarga de 16.67 kg/s calculados por el simulador SCRI y siendo que es la masa total que pueden contener los 12 cilindros de un MAT). <u>Caso más probable</u>	válvula VDR 101-1"	Jet Fire / masa de nube explosiva	16.77	44.88	82.72	85.14	194.34	330.35
Escenario 3	Fuga de GNC en poste de descarga en bridas, uniones,	Poste de descarga	Jet Fire / masa de	3.34	9.53	17.68	29.40	67.10	114.07

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
	<p>coples, que puede ocasionar explosión e incendio, debido a falla en el sello de las uniones / los elementos no son herméticos / se originan fugas por falta de mantenimiento.</p> <p>Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 20% del diámetro de la tubería (0.00508 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m³/hr, tiempo de fuga= 4 minutos (240 segundos), masa inflamable = 160.08 kg (tomando una tasa de descarga de 0.667 kg/s calculados por el simulador SCRI)</p> <p>Caso más probable</p>		nube explosiva						

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
Escenario 3A	<p>Fuga de GNC en poste de descarga en bridas, uniones, coplees, que puede ocasionar explosión e incendio, debido a falla en el sello de las uniones / los elementos no son herméticos / se originan fugas por falta de mantenimiento.</p> <p>Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0254 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m³/hr, tiempo de fuga= 4 minutos (240 segundos), masa inflamable = 3,887.55 kg (tomando una tasa de descarga de 16.67 kg/s calculados por el simulador SCRI y siendo que es la masa total que pueden contener los 12</p>	Poste de descarga	Jet Fire / masa de nube explosiva	16.77	44.88	82.72	85.14	194.34	330.35

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
	cilindros de un MAT). <u>Caso más probable</u>								
Escenario 4	Fuga de GNC en regulador de alta presión, que puede ocasionar incendio y explosión, debido a falla de válvula de regulación / error humano al golpear la válvula. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 20% del diámetro de la tubería (0.00508 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m ³ /hr, tiempo de fuga= 4 minutos (240 segundos), masa inflamable = 160.08 kg (tomando una tasa de descarga de 0.667 kg/s calculados por el	Regulador de alta presión R.P. 201-1"	Jet Fire / masa de nube explosiva	3.34	9.53	17.68	29.40	67.10	114.07

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
	simulador SCRI) <u>Caso alterno</u>								
Escenario 4A	Fuga de GNC en regulador de alta presión, que puede ocasionar incendio y explosión, debido a falla de válvula de regulación / error humano al golpear la válvula. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0254 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m ³ /hr, tiempo de fuga= 4 minutos (2400 segundos), masa inflamable = 3,887.55 kg (tomando una tasa de descarga de 16.67 kg/s calculados por el simulador SCRI y siendo que es la masa total que pueden contener los 12 cilindros de un MAT). <u>Caso alterno</u>	Regulador de alta presión R.P. 201-1"	Jet Fire / masa de nube explosiva	16.77	44.88	82.72	85.14	194.34	330.35

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
Escenario 5	Fuga de GNC en válvula de bola con actuador que puede ocasionar incendio y explosión, debido a error con la señal neumática / falta de mantenimiento / error humano. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 20% del diámetro de la tubería (0.00508 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m ³ /hr, tiempo de fuga= 4 minutos (240 segundos), masa inflamable = 160.08 kg (tomando una tasa de descarga de 0.667 kg/s calculados por el simulador SCRI) <u>Caso alterno</u>	válvula de bola con actuador V.B.A. 201-1"	Jet Fire / masa de nube explosiva	3.34	9.53	17.68	29.40	67.10	114.07
Escenario 5A	Fuga de GNC en válvula de bola con actuador	válvula de bola con	Jet Fire / masa	16.77	44.88	82.72	85.14	194.34	330.35

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
	que puede ocasionar incendio y explosión, debido a error con la señal neumática / falta de mantenimiento / error humano. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0254 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m ³ /hr, tiempo de fuga= 4 minutos (240 segundos), masa inflamable = 3,887.55 kg (tomando una tasa de descarga de 16.67 kg/s calculados por el simulador SCRI y siendo que es la masa total que pueden contener los 12 cilindros de un MAT). <u>Caso alterno</u>	actuador V.B.A. 201-1"	de nube explosiva						
Escenario 6	Fuga de GNC por daño en la línea de salida del	Salida del regulador	Jet Fire / masa	3.34	9.53	17.68	29.40	67.10	114.07

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
	<p>regulador de alta presión debido falla en intercambiador de calor que produce congelamiento externo de las líneas de GNC que puede debilitar las condiciones del material / falta de mantenimiento en intercambiadores.</p> <p>Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 20% del diámetro de la tubería (0.00508 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m³/hr, tiempo de fuga= 4 minutos (240 segundos), masa inflamable = 160.08 kg (tomando una tasa de descarga de 0.667 kg/s calculados por el simulador SCRI)</p>	R.P.201-1"	de nube explosiva						

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
	Caso alterno								
Escenario 6A	Fuga de GNC por daño en la línea de salida del regulador de alta presión debido falla en intercambiador de calor que produce congelamiento externo de las líneas de GNC que puede debilitar las condiciones del material / falta de mantenimiento en intercambiadores. Condiciones: Diámetro equivalente de fuga = 100% del diámetro de la tubería (0.0254 m), temperatura max. Operación= 40°C (313.15 K), Presión de operación = 3600 psi (24,821.13 kPa), flujo de operación 2,600 m ³ /hr, tiempo de fuga= 44 minutos (240 segundos), masa inflamable = 3,887.55 kg (tomando una tasa de descarga de 16.67 kg/s calculados	Salida del regulador R.P.201-1"	Jet Fire / masa de nube explosiva	16.77	44.88	82.72	85.14	194.34	330.35

Tabla II-6 Radios de afectación de escenarios simulados para la EDRM Chada Farms

Escenario			Radiación Térmica			Sobrepresión			
			Tipo	37.5 Kw/m ²	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	3 psi	1 psi	0.5 psi
Clave	Descripción	Línea o equipo donde se ubica la fuga de gas		Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)	Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (m)	Radio de Alto Riesgo (m)	Radio de Amortiguamiento (m)
	por el simulador SCRI y siendo que es la masa total que pueden contener los 12 cilindros de un MAT). <u>Caso alterno</u>								

Los diagramas de pétalos se muestran en el **Anexo RSG-06** y los reportes entregados por el simulador dentro del **Anexo RSG-07**.

En atención al oficio ASEA/UGI/DGGPI/1465/2320 se realiza el reposicionamiento de los escenarios de riesgo identificados se incluye el análisis de frecuencias (análisis cuantitativo), mismo que permitirá precisar las suposiciones realizadas durante la categorización de riesgos en las sesiones ¿Qué pasa sí? para para la “**EDRM Chada Farms**”, es decir, determinar si se requieren ajustes en las frecuencias asignadas a los diversos escenarios de riesgo identificados.

El análisis detallado de frecuencias de los escenarios de riesgo clasificados como Riesgo Región de Riesgo No tolerable (A) y Región ALARP (B) (Tan bajo como sea razonablemente práctico), determinados por la ponderación realizada durante el ¿Qué pasa sí...?, se realizó cuantitativamente mediante la metodología Análisis de Árboles de Eventos (AAE), considerando las propiedades de independencia, especificidad y efectividad de salvaguardas para ser consideradas funciones de seguridad efectivas y los resultados del análisis (simulación) de consecuencias.

15.1 Análisis de frecuencias

La metodología AAE, evalúa el potencial de un accidente en términos de algún tipo de falla en general de equipo, trastorno del proceso, o errores humanos, al cual se le denomina evento iniciador. Esto es, considera la respuesta de las funciones de seguridad y los operadores cuando se presenta un determinado evento iniciador para determinar las consecuencias potenciales de un accidente. Dichas consecuencias se muestran en forma gráfica plasmando la secuencia del desarrollo de un accidente, esto es la secuencia de eventos considerando el éxito o falla de las funciones de seguridad que precedan a un evento iniciador.

Un Árbol de Eventos es un proceso inductivo que comienza con el evento iniciador y continúa con el desarrollo de las posibles secuencias de eventos que desencadenen un accidente potencial, tomando en cuenta o calificando el éxito o falla de las funciones de seguridad asociada con el progreso de un accidente. De esta forma, proporciona una manera sistemática de registrar las secuencias de un accidente y logra definir las relaciones entre el evento iniciador y los eventos subsecuentes que ocasionen un accidente.

En forma general, el procedimiento para realizar este tipo de análisis es el siguiente:

- 1) Identificación del evento iniciador. Este puede ser una falla del sistema, falla del equipo o error humano que podría resultar en uno de varios efectos. Estos efectos dependen de la respuesta de los operadores o el sistema.
- 2) Identificación de las funciones de seguridad y acciones de los operadores que tienen que ver con el evento iniciador. Estas funciones de seguridad pueden incluir sistemas que respondan automáticamente al evento; alarmas para alertar a los operadores; y acciones que los operadores tomen para responder a las alarmas que tengan la intención de prevenir

los efectos del evento iniciador. Se identifican estas funciones de seguridad en el orden cronológico en que se espera que respondan.

- 3) Construcción del Árbol de Eventos. Primeramente, se comienza con la descripción del evento iniciador en el lado izquierdo del formato, entonces se listan las funciones de seguridad a lo largo de la parte superior del formato en orden cronológico. El siguiente paso consiste en evaluar dichas funciones una por una. Normalmente sólo se consideran dos posibilidades: el éxito o falla de la función de seguridad y se decide si dicha determinación afecta el curso del accidente. En caso afirmativo, el árbol se ramifica y en la trayectoria superior se denotará el éxito de la función y en la inferior la falla de la función. Si la función de seguridad no afecta el curso del accidente se continúa en línea recta hasta la siguiente función de seguridad.
- 4) Descripción de las secuencias de accidente. Las secuencias de accidente son una variedad de diversos resultados que siguen al evento iniciador. Algunas de estas secuencias pueden representar una recuperación de la seguridad y un retorno a las condiciones normales de operación o un paro ordenado.

Aquellas que resulten en falla deben ser analizadas para determinar cómo mejorar las respuestas para el evento en orden para minimizar la probabilidad de falla. Se utiliza la notación de literales con línea cruzada ABC, por ejemplo, para la secuencia de fallas de las funciones de seguridad y literales simples ABC para la secuencia de éxito.

Para determinar las frecuencias de ocurrencia de eventos iniciadores y probabilidades de fallas de las funciones de seguridad se consideran los valores indicados a continuación, toda vez que son una recopilación de diversas fuentes de datos de falla a nivel mundial. Dichos valores han sido utilizados en el presente análisis en combinación o complemento con las categorías de frecuencia asignadas durante el ¿Qué pasa sí...? realizado.

En la Tabla II-7 se muestran los valores reportados de bibliografía especializada para la frecuencia de ocurrencia de algunos eventos iniciadores.

Tabla II-7 Frecuencias de ocurrencia de eventos iniciadores

Evento iniciador	Frecuencia (eventos/año)
Falla residual de tubería-100m-Ruptura	1×10^{-5}
Fuga de tubería (sección 10%)	1×10^{-3}
Falla de tanque atmosférico	1×10^{-3}
Juntas/Empaques	1×10^{-2}
Falla del operador (ejecutando un procedimiento de rutina, asumiendo que está bien entrenado, sin estrés y sin fatiga).	1×10^{-2} por oportunidad
Error durante condición de operación manual	1×10^{-1}

Evento iniciador	Frecuencia (eventos/año)
Válvula de bloqueo manual cerrada	1×10^{-1}
Falla de válvula cerrando	1×10^{-1}
Impacto externo	1×10^{-2}
Dren abierto (error humano)	1×10^{-1}
Fuga: dren abierto (error humano)	1×10^{-1}
Taponamiento de filtro	1×10^{-1}
Corrosión	1×10^{-1}
Rayo	1×10^{-3}

Fuente: Layer of Protection Analysis. Simplified Process Risk Assessment, AICHE, CCPs, New York, 2001.

En la Tabla II-8 se muestran los valores reportados de bibliografía especializada para Probabilidades de Falla de las funciones de seguridad.

Tabla II-8 Probabilidades de falla de funciones de seguridad

Función de seguridad	Frecuencia (eventos/año)
Falla de lazo de control (SBCP)	1×10^{-1}
Falla de válvula de alivio	1×10^{-2}
Disco de ruptura	1×10^{-2}
Arrestador / Detonador de flama	1×10^{-2}
Alarmas con intervención humana	1×10^{-1}
Dique	1×10^{-2}
Sistema de drenaje subterráneo	1×10^{-2}
Ventilador abierto (no válvula)	1×10^{-2}
Diseño a prueba de fuego (fireproofing)	1×10^{-2}
Muro contra explosión / Bunker	1×10^{-3}
Diseño inherentemente seguro	1×10^{-2}

Fuente: Layer of Protection Analysis. Simplified Process Risk Assessment, AICHE, CCPs, New York, 2001.

Los árboles de eventos desarrollados se encuentran en el **Anexo RSG-08**.

Re-jerarquización de los escenarios de riesgos.

Con base a los resultados de los análisis detallados de frecuencias y de la simulación de consecuencias, se procedió con la Re-jerarquización de los escenarios de riesgos, para reposicionarlos y actualizar las matrices de riesgos indicadas, a parámetros de riesgo tolerable.

Las premisas para realizar el reposicionamiento toman en cuenta la infraestructura cercana detallada en la Tabla II-9 e interacciones de riesgo (ver Tabla II-10 y **Anexo RSG-06**), con el objetivo de bajar en un orden de magnitud la categoría de consecuencia vs la identificada mediante ¿Qué pasa si...? (Ver **Anexo RSG-04**).

Para bajar en un orden de magnitud la categoría de frecuencia, se toma en consideración los resultados del árbol de fallas a fin de reposicionar vs ¿Qué pasa si...? Lo anterior nos permite verificar si los valores asignados para categoría de frecuencia y consecuencia durante las sesiones que pasa se subestimaron o sobre estimaron en el riesgo para cada uno de los escenarios.

Tabla II-9 Reposicionamiento de Escenarios de riesgo No Tolerable "A" y ALARP B para la "EDRM Chada Farms"

No.	¿Qué pasa si...	Respuesta (s)	Consecuencia	F	Sin reposicionamiento													Con reposicionamiento															
					C													C															
					P e	N R	P o	N R	A m	N R	P r	N R	I n	N R	B T	N R	B N	N R	P e	N R	P o	N R	A m	N R	P r	N R	I n	N R	B T	N R	B N	N R	
1.1	¿Los MAT, sufren algún daño?	1. Daño mecánico en la estructura por golpe externo en maniobra de descarga de MAT.	1. Daño a los equipos	2	1	C	1	C	1	C	3	C	3	C	2	C	1	C	1	C	1	C	2	C	2	C	1	C	1	C			
			2. Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C			
			3. Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	C	1	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	
			4. Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	C	1	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2
1.2	¿Falla la válvula Break Away?	1. Se corta el flujo de GNC	1. No existe suministro de gas	1	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	2	C	2	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C			
1.3	¿La válvula break away no corta del flujo de GNC?	1. Falla de diseño de fabricación	1. Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C			
			2. Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	C	1	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	
			3. Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	C	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2
		2. Mal funcionamiento	1. Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	
			2. Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	C	1	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	
			3. Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	C	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2
1.4	¿Los elementos del	1. Fuga de GNC	1. Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C			

No.	¿Qué pasa si...	Respuesta (s)	Consecuencia	Sin reposicionamiento													Con reposicionamiento																
				C													C																
				P	N	P	N	A	N	P	N	I	N	B	N	B	N	P	N	P	N	A	N	P	N	I	N	B	N	B	N		
	poste de descarga (coples bridas, uniones) no son herméticos?		2. Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	1	C	2	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C
			3. Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C
1.5	¿Hay Fuga en los componentes del sistema 1 postes de descarga (bridas, uniones, coples, etc.)?	1.Los elementos no son herméticos, se originan fugas, falta de mantenimiento.	1. Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C
			2. Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	1	C	2	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C
			3. Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C
2.1	¿Existe falla en regulador de alta presión?	1. Oxidación por falta de mantenimiento.	1.Daño a los equipos	2	1	C	1	C	1	C	3	C	3	C	2	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	2	C	2	C	1	C	1	C
			2.Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C
			3.Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	1	C	2	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C
			4. Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C
2.2	¿Existe Fallo del Filtro de alto flujo?	Falta de mantenimiento	1. Arrastre de condensados	2	2	C	1	C	1	C	2	C	1	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C
			2. daño a elementos de regulación	2	2	C	1	C	1	C	2	C	1	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C
2.3	¿Falla la Válvula de bola con actuador?	1.Error con la señal neumática	1.Fuga de gas natural	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C
			2.Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	1	C	2	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C
			3.Explosión	2	1	C	1	C	1	C	2	C	2	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C
			4.Sobrepresión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	2	C	3	B	2	C	3	C	4	C	2	C	2	C
			5.Activación de sistema de desfogue	3	2	C	2	B	1	C	2	C	2	C	2	C	2	C	2	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C
		2.Falta de mantenimiento	1.Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	2	C	1	C	2	C	1	C	1	C
			2.Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	1	C	2	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C

No.	¿Qué pasa si...	Respuesta (s)	Consecuencia	Sin reposicionamiento													Con reposicionamiento																	
				F	C												F	C																
					P	N	P	N	A	N	P	N	I	N	B	N		B	N	P	N	P	N	A	N	P	N	I	N	B	N	B	N	
			3.Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	
			4.Activación de sistema de desfogue	2	2	C	2	B	1	C	2	C	2	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	
		3. Error humano	1.Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	
			2.Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	1	C	2	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	
			3.Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	
			4.Activación de sistema de desfogue	2	2	C	2	B	1	C	2	C	2	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	
			1.falta de mantenimiento.	1.Mal funcionamiento del equipo	2	2	C	1	C	1	C	4	C	3	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	3	C	2	C	1	C	1	C
				2.Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C
		3.Incendio		2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	1	C	2	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	
		4.Explosión		2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	
		2.Congelamiento externo de las líneas de GN	1.Mal funcionamiento del equipo	2	2	C	1	C	1	C	4	C	3	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	3	C	2	C	1	C	1	C	
			2.Fuga	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	
			3.Incendio	2	2	C	3	A	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	1	1	C	2	C	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	
			4.Explosión	2	3	C	4	A	4	C	4	C	5	B	3	C	3	C	1	2	C	3	B	3	C	3	C	4	C	2	C	2	C	
		1.Falta de mantenimiento	1.Daño a los equipos	2	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	
			2.Impurezas a la entrega del GN	2	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	
		2.Descompresión de GN en la planta	1.Daño a los equipos	2	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	
		1.Falta de mantenimiento	1.Mala facturación	2	1	C	1	C	1	C	3	C	3	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	2	C	2	C	1	C	1	C	
			2.Medición errónea	2	1	C	1	C	1	C	3	C	3	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	2	C	2	C	1	C	1	C	
		1.Falta de mantenimiento	1.Descompresión de GN de	2	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	

No.	¿Qué pasa si...	Respuesta (s)	Consecuencia	Sin reposicionamiento												Con reposicionamiento															
				C												C															
				Pe	Nr	Po	Nr	Am	Nr	Pr	Nr	In	Nr	BT	Nr	BN	Nr	Pe	Nr	Po	Nr	Am	Nr	Pr	Nr	In	Nr	BT	Nr	BN	Nr
	baja presión?		entrega final																												
			2.paro de operaciones no programada	2	1	C	1	C	1	C	1	C	2	C	2	C	2	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C			
4.1	¿Colisión con estructura al momento de estacionar semirremolque que porta los cilindros de GNC?	1.Maniobra errada del operador del vehículo que transporta los cilindros de GNC en el semirremolque, al momento de estacionarlo	1.Daños a estructuras	4	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	3	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C		
			2.Radios de giro adecuados de acuerdo con el tamaño de la unidad de transporte	4	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	1	C	1	C	2	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C
4.2	¿Ruptura o deformación en el o-ring o empaque de conexión?	1.Deterioro del equipo	1.Fuga de gas en conexiones del contenedor (cilindros en remolque)	2	1	C	2	B	2	C	2	C	3	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C
			2.Parada de emergencia	2	1	C	1	C	1	C	3	C	3	C	2	C	2	C	1	1	C	1	C	1	C	2	C	2	C	1	C
4.3	¿Si la presión en el contenedor es menor a 250 kg/cm²?	1.El semirremolque no se llenó completamente - error en el llenado (Esta operación no es realizada por Accesgas, S.A.P.I. de C.V.)	1.No se realizan las conexiones con los postes de descarga de la ERM.	2	1	C	1	C	1	C	2	C	1	C	1	C	1	C	1	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C

F= Frecuencia; C= Consecuencia (Pe = Daño a las Personas; Po= Daño a la Población; Am= Impacto Ambiental; Pr= Pérdida de Producción, In= Daño a la Instalación; BT= Daño a Bienes de Terceros; BN= Daño a Bienes de la Nación); N.R.= Nivel de riesgo

Distribución de Escenarios de Riesgo reposicionados para el Proyecto "EDRM Chada Farms"

Matriz de consecuencias por Daños al personal							
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	C	B	A	A	A
	3	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	C	B	A	A	A
	2	C (1) 2.3.1.5	C	C	B	B	A
	1	C (42) 1.2.1.1,1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 14.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.1.3, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.1, 3.3.1.2, 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.3.1.1, 1.1.1.3, 2.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.2.4, 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.1.3 2.4.2.1, 2.4.2.3,	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4	C	C	B	B

Matriz de consecuencias por Daños a la población							
FRECUENCIA		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
6	C	B	A	A	A	A	
5	C	B	A	A	A	A	
4	C	B	A	A	A	A	
3	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	B	A	A	A	A	
2	C (1) 2.3.1.5	B	A	A	A	A	
1	C (31) 1.2.1.1, 1.1.1.1, 2.1.1.1, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.3, 2.4.1.1, 2.4.2.1, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.1, 3.3.1.2, 4.2.1.2, 4.3.1.1, .1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.2.4, 2.3.3.1, 2.3.3.4, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 4.2.1.1	C (11) 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.3.2, 2.4.1.3, 2.4.2.3	B (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4,	A	A	A	

Matriz de consecuencias por Impacto Ambiental							
FRECUENCIA		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
6	C	B	A	A	A	A	
5	C	B	B	A	A	A	
4	C	B	B	B	A	A	
3	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	C	C	B	A	A	
2	C (1) 2.3.1.5	C	C	C	B	A	
1	C (29) 1.2.1.1, 1.1.1.1, 2.1.1.1, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.3, 2.3.2.4, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.2.1, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.1, 3.3.1.2, 4.3.1.1, 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.2, 2.4.2.2	C (13) 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.3.2, 2.4.1.3, 2.4.2.3, 4.2.1.1, 4.2.1.2	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3,	C	C	B	

				2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4			
--	--	--	--	---------------------------------	--	--	--

Matriz de consecuencias por Daños a la producción							
CONSECUENCIAS							
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	C	B	B	A	A
	3	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2,	C	C	B	B	A
	2	C (1) 2.3.1.5	C	C	C	B	A
	1	C (23) 1.2.1.1, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.2, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.1, 2.3.1.3, 2.3.2.1, 2.3.2.4, 2.3.3.1, 2.3.3.4, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.3.1.1, 3.3.1.2, 4.2.1.1, 4.3.1.1	C (17) 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.1, 2.1.1.3, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.3.2, 2.4.1.3, 2.4.2.3, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 4.2.1.3	C (13) 1.1.1.4, 1.3.1.4, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.1, 2.4.1.4, 2.4.2.1, 2.4.2.4.	C	C	B

Matriz de consecuencias por Daños a la instalación							
CONSECUENCIAS							
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIA	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	C	B	B	A	A
	3	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	C	C	B	B	A
	2	C (1) 2.3.1.5	C	C	C	B	A
	1	C (12) 1.2.1.1, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.2.1.1, 2.3.1.3, 2.3.2.4, 2.3.3.4, 3.3.1.24, 3.1.1	C (19) 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.1,	C (11) 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.3.1.2, 2.3.2.2, 2.3.3.2, 2.4.1.3, 2.4.2.3,	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.5, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.5	C	B

			2.4.1.2, 2.4.2.1, 2.4.2.2, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 4.2.1.1, 4.2.1.2,				
--	--	--	---	--	--	--	--

Matriz de consecuencias por Daños a bienes de terceros							
FRECUENCIA		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
6	B	B	B	A	A	A	A
5	C	C	B	B	A	A	A
4	C	C	C	B	B	A	A
3	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2,	C	C	C	B	B	A
2	C (1) 2.3.1.5	C	C	C	C	B	A
1	C (42) 1.2.1.1, 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.3.1.1, 4.2.1.1, 4.3.1.1, 1.1.1.1, 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.1, 2.1.1.3, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.2, 2.3.1.3, 2.3.2.2, 2.3.2.4, 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.1.3, 2.4.2.1, 2.4.2.3, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.2, 4.2.1.2, 1.1.1.1, 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.1, 2.1.1.3, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.2, 2.3.1.3, 2.3.2.2, 2.3.2.4, 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.1.3, 2.4.2.1, 2.4.2.3, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.2, 4.2.1.2,	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4	C	C	C	B	

Matriz de consecuencias por Daños a bienes a la Nación						
FRECUENCIA	CONSECUENCIAS					
	1	2	3	4	5	6
6	B	B	A	A	A	A
5	C	B	B	A	A	A
4	C	C	B	B	A	A
3	C (2) 4.1.1.1, 4.1.1.2	C	C	B	B	A
2	C (1) 2.3.1.5	C	C	C	B	A
1	C (42) 1.2.1.1, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.3.1.1, 1.3.2.1, 1.4.1.1, 1.5.1.1, 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.3.1.1, 2.3.2.1, 2.3.3.1, 2.4.1.2, 2.4.2.2, 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1, 3.3.1.1, 4.2.1.1, 4.3.1.1, 1.1.1.3, 1.3.1.2, 1.3.2.2, 1.4.1.2, 1.5.1.2, 2.1.1.3, 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.3.1.2, 2.3.1.3, 2.3.2.2, 2.3.2.4, 2.3.3.2, 2.3.3.4, 2.4.1.1, 2.4.1.3, 2.4.2.1, 2.4.2.3, 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.3.1.2, 4.2.1.2	C (11) 1.1.1.4, 1.3.1.3, 1.3.2.3, 1.4.1.3, 1.5.1.3, 2.1.1.4, 2.3.1.4, 2.3.2.3, 2.3.3.3, 2.4.1.4, 2.4.2.4.	C	C	C	B

De acuerdo con lo observado en las Tablas II-15 y II-16 los escenarios reposicionados quedan como se muestra a continuación:

Tabla II-10 Resumen de rejerarquización de escenarios de riesgo reposicionados para las operaciones de la “EDRM Chada Farms”

Rubro	Región de Riesgo						Total	
	No Tolerable		ALARP “B” (Tan bajo como sea razonablemente práctico)		Tolerable			
	A		B		C		Cantidad	%
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%		
Daños al personal	0	0	0	0	56	100	56	100
Daños a la población	0	0	11	20	45	80	56	100
Impacto Ambiental	0	0	0	0	56	100	56	100
Daños a la producción	0	0	0	0	56	100	56	100
Daños a la instalación	0	0	0	0	56	100	56	100
Bienes de terceros	0	0	0	0	56	100	56	100
Bienes nacionales	0	0	0	0	56	100	56	100
Total	0	0	11	3	381	97	392	100



Figura II-1 Gráficos de la Re-jerarquización de riesgos para la “Estación de Compresión de Gas Natural Bajío”

III. INTERACCIONES DE RIESGOS AL INTERIOR Y AL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El análisis de interacciones se realizará realizando un matriz para cada tipo de escenarios, identificando para cada radio de afectación la infraestructura o zona que se vería afectada del Proyecto y de los puntos o sitios de interés.

III.1 Sitios de interés cercanos al proyecto

En la Tabla III-1 y Figura III-1 se indican los giros o actividades desarrolladas por terceros, en torno al Proyecto “**EDRM Chada Farms**” son los siguientes:

Tabla III-1. Giros y/o actividades que se desarrollan en torno al Proyecto “EDRM Chada Farms” en un radio de 500m.

Razón social	Giro	Distancia* (m)
Naves industriales	Invernaderos	279.11
Naves industriales	Invernaderos	18.5
Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora	Carretera federal	259.34
Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca	Camino rural	435.42
San Benito	Comunidad	368.79

* Tomada desde la ubicación de la descompresora de gas natural EDRM Chada Farm.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Figura III-1. Radio entorno de 500 m a la “EDRM Chada Farms”

Los radios de afectación no alcanzan áreas naturales protegidas, cruces con ríos, alguna escorrentía o cause, sin embargo, algunos radios de afectación simulados si alcanzan vías de comunicación, zonas industriales para la zona de amortiguamiento en donde no habría daños mayores.

Después de realizar el análisis de riesgo y seleccionar el evento catastrófico más crítico (NUBE INFLAMABLE) que puede presentarse, se señalan las áreas y/o instalaciones próximas al proyecto que se encuentran dentro de la zona de alto riesgo= 1 psi (radio de afectación: 142.26 m), donde se puede observar que todas las instalaciones circundantes al Proyecto serían afectadas por el evento no deseado que pudiera ocurrir, llegando a dañar aún más instalaciones cercanas y el medio ambiente que a estas rodea.

La posibilidad de que se produzca un incendio grave se puede reducir al mínimo por medio de un diseño y una disposición adecuada de los servicios de la estación de descompresión, la ingeniería correcta con la que fue construida nos permitirá administrar los riesgos que esta actividad conlleva, además la adopción de buenas prácticas de funcionamiento e instrucción y capacitación adecuada del personal en actividades y medidas de rutina que se han de aplicar en casos de emergencia. El diseño de la “**EDRM Chada Farms**” considera los servicios de suministro de agua, equipo de protección contra incendios como barrera contra cualquier evento ocasionado por la fuga y derivando a un incendio.

Con base a los resultados obtenidos de las simulaciones para determinar la vulnerabilidad de las instalaciones y alrededores, se cruzó la información de los radios de afectación resultado de los modelos con el inventario de equipos y sitios sensibles o estratégicos de interés. Mediante la comparación de las distancias de estos puntos a la zona caliente o zero de los eventos modelados, se construyó un sistema de semáforo que indica su susceptibilidad a ser afectado, identificando para cada radio de afectación la infraestructura o zona que se vería afectada por el Proyecto “**EDRM Chada Farms**” de los puntos o sitios de interés cercanos

Los efectos observados para los niveles de radiación térmica y sobrepresión son los siguientes:

- **Radiación térmica**

- **Zona de amortiguamiento a 1.4 Kw/m²:** 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).
- **Zona de alto riesgo a 5 Kw/m²:** 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.
- **Zona de alto riesgo por daño a equipos a 37.5 Kw/m²:** Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras. 100 % de letalidad. **Efecto domino**

- **Sobrepresión**
 - **Zona de amortiguamiento a 0.5 psi:** Daño a ventanas pequeñas y grandes.
 - **Zona de alto riesgo a 1 psi:** Demolición parcial de casas (tal que son inhabitables).
 - **Zona de alto riesgo por daño a equipos a 3 psi:** Daños a edificios con estructura metálica, equipo pesado sufre poco daño. / Ruptura de tanques de almacenamiento. **Efecto domino.**

La identificación de los puntos de interés que puedan presentar alguna vulnerabilidad se realizó bajo la siguiente metodología:

- En el caso de NUBE INFLAMABLE considerados los potenciales radios de afectación por sobrepresión que este caso los resultados obtenidos por un NUBE INFLAMABLE, los radios son los siguientes:
 - Radio de Alto Riesgo por daño a equipos (3 psi) = 62.32m.
 - Radio de Alto Riesgo (1 psi) = 142.26 m.
 - Radio de amortiguamiento (0.5 psi) = 241.82 m
 -
- Se procedió a georreferenciar los potenciales de afectación a fin de identificar los puntos de interés que se encontraran dentro de dichos radios.
 - De dentro de los radios de afectación los ecosistemas presentes corresponden a zonas urbanizadas por lo que no se tiene presencia de puntos de interés con relevancia ambiental dentro de los radios de afectación por NUBE INFLAMABLE.
 - Con respecto a infraestructura urbana como resultado se tiene que como zonas vulnerables o de interés Naves industriales en las inmediaciones del Proyecto, que se encuentra dentro del radio de alto riesgo por sobrepresión derivado de un NUBE INFLAMABLE.

III.2. Análisis de interacciones de riesgo

En atención al oficio ASEA/UGI/DGGPI/14752023 de fecha 9 de junio de 2023 y una vez conociendo los radios de afectación de los escenarios hipotéticos planteados, se describirán las interacciones de riesgo al interior y exterior de la instalación, identificando para cada radio de afectación la infraestructura o zona que se vería afectada del Proyecto y de los puntos o sitios de interés. En la Tabla III-3 y Figura III-2 se indican los giros o actividades desarrolladas por terceros en torno al Proyecto “**EDRM Chada Farms**”:

Tabla III-2 Giros y/o actividades que se desarrollan en torno al Proyecto “EDRM Chada Farms” en

un radio de 500m.

Razón social	Giro	Distancia* (m)
Naves industriales	Invernaderos	279.11
Naves industriales	Invernaderos	18.5
Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora	Carretera federal	259.34
Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca	Camino rural	435.42
San Benito	Comunidad	368.79

* Tomada desde la ubicación de la descompresora de gas natural EDRM Chada Farm.

UBICACIÓN DEL PROYECTO (INFORMACIÓN RESERVADA) ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

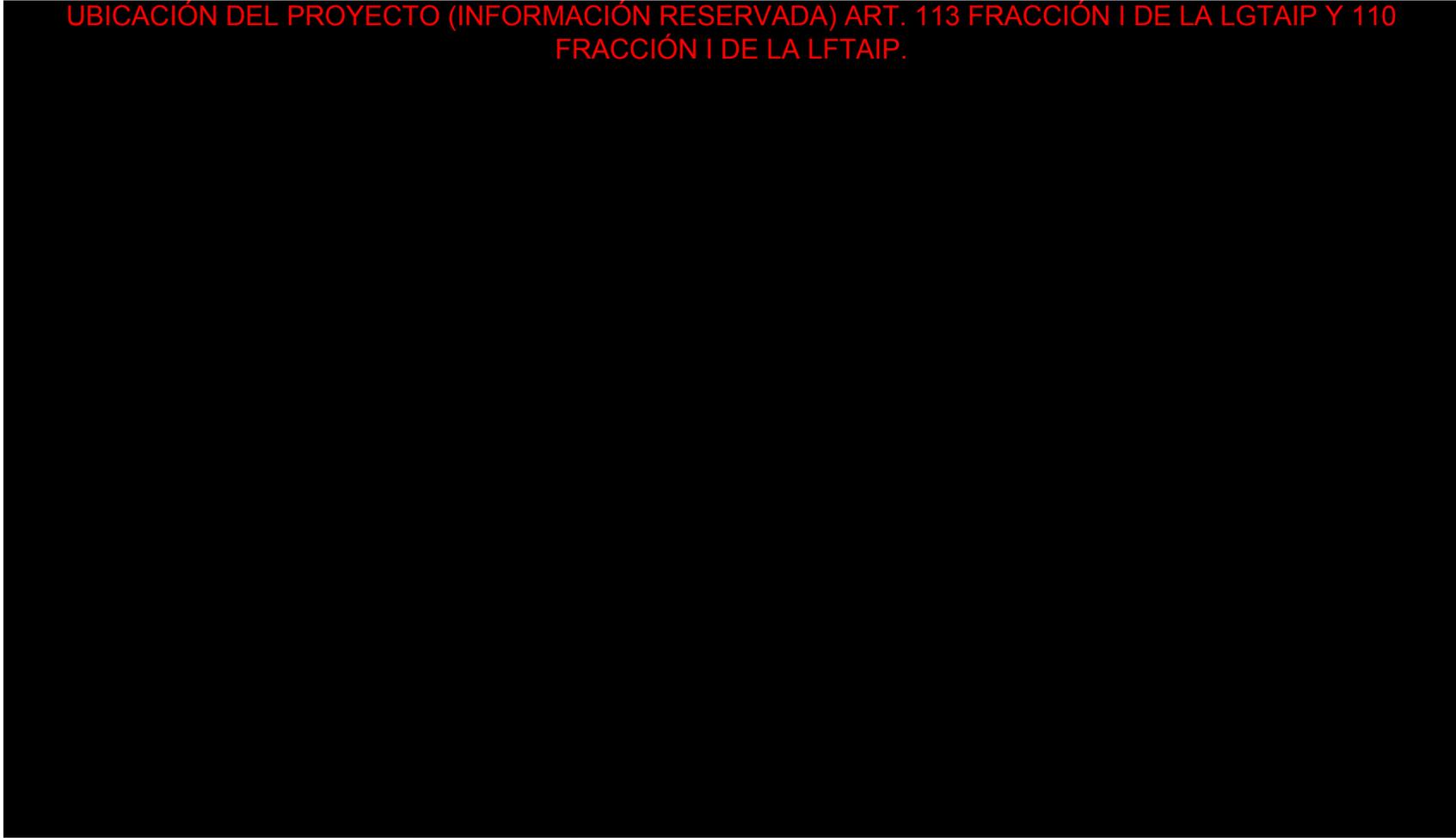


Figura III-2. Radio entorno de 500 m a la “EDRM Chada Farms”

En la Tabla III-4, se presenta la Matriz de interacciones entre los escenarios de riesgo y los puntos de interés identificados:

Tabla III-3 Matriz de interacciones entre los escenarios de riesgo y los puntos de interés al exterior identificados con respecto de los escenarios de riesgo identificados para el Proyecto "EDRM Chada Farms"

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
1	71.02	186.26	342.51	37.19	84.89	144.29	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final y parte de la Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
1A	233.24	611.69	1124.80	85.14	194.34	330.35	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición)
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final y parte de la Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
	Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos.	Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora, y el Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca	afectando: Predio usuario final, localidad Jesús María La Petaca, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora	Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en EDRM Chada Farms, invernaderos.	Farms", afectando: invernaderos, predio usuario final.	Farms", afectando: invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - localidad Jesús María La Petaca

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
2	16.77	44.88	82.72	85.14	194.34	330.35	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos)
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final y parte de la Carretera San	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
	polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos.		Miguel de Allende-Dr. Mora	predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos.			

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
3	3.34	9.53	17.68	29.40	67.10	114.07	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora - Camino entre Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Predio usuario final, y el Camino entre Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora, Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en EDRM Chada Farms e invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Camino entre Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca, Predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende-Dr. Mora.	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
3A	16.77	44.88	82.72	85.14	194.34	330.35	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - localidad Jesús María La Petaca
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en los invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: los invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Predio usuario final, invernaderos propiedad del usuario final.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en EDRM Chada Farms e invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca, Predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
4	3.34	9.53	17.68	29.40	67.10	114.07	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición)
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms",	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Predio	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms",	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms",	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
	embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, se prevén afectaciones en: parte de la EDRM Chada Farms	afectando: parte de la EDRM Chada Farms, predio usuario final	usuario final, invernaderos. parte de la EDRM Chada Farms.	embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en EDRM Chada Farms e invernaderos.	afectando: invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	afectando: Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca, Predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - localidad Jesús María La Petaca

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
4A	16.77 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, se prevén	44.88 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: parte de la EDRM Chada Farms, predio usuario final	82.72 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Predio usuario final, invernaderos. parte de la EDRM Chada Farms.	85.14 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en	194.34 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	330.35 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca, Predio	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - Camino entre Carretera San

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
	afectaciones en: la EDRM Chada Farms			EDRM Chada Farms e invernaderos.		usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	Miguel de Allende- Dr. Mora - localidad Jesús María La Petaca

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
5	3.34	9.53	17.68	29.40	67.10	114.07	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - localidad Jesús María La Petaca
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, se prevén afectaciones en: parte de la EDRM Chada Farms	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: parte de la EDRM Chada Farms, predio usuario final	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Predio usuario final, invernaderos, parte de la EDRM Chada Farms.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en EDRM Chada Farms e invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca, Predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
5A	16.77	44.88	82.72	85.14	194.34	330.35	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) Exterior EDRM: - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - localidad Jesús María La Petaca
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, se prevén afectaciones en: la EDRM Chada Farms	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: parte de la EDRM Chada Farms, predio usuario final	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Predio usuario final, invernaderos. parte de la EDRM Chada Farms.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en EDRM Chada Farms e invernaderos.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca, Predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
6	3.34	9.53	17.68	29.40	67.10	114.07	Interior EDRM: - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) Exterior EDRM:
	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo,	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: parte	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Predio usuario final,	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando:	El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando:	

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
	queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, se prevén afectaciones en: parte de la EDRM Chada Farms	de la EDRM Chada Farms, predio usuario final	invernaderos. parte de la EDRM Chada Farms.	contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en EDRM Chada Farms e invernaderos.	invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca, Predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	<ul style="list-style-type: none"> - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - localidad Jesús María La Petaca

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
6A	16.77 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, se prevén afectaciones	44.88 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: parte de la EDRM Chada Farms, predio usuario final	82.72 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Predio usuario final, invernaderos. parte de la EDRM Chada Farms.	85.14 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", sin embargo, queda contenido dentro del polígono del predio del usuario final, previendo afectaciones en EDRM Chada	194.34 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: invernaderos, predio usuario final, Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora.	330.35 El radio de afectación sale del área donde se ubicará la "EDRM Chada Farms", afectando: Camino entre Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora y la localidad Jesús María La Petaca, Predio usuario final,	<p>Interior EDRM:</p> <ul style="list-style-type: none"> - "EDRM Chada Farms" (MAT, Postes de carga, regulación, filtración, medición) <p>Exterior EDRM:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Naves industriales (invernaderos) - Carretera San Miguel de Allende- Dr. Mora - Camino entre Carretera San Miguel de Allende-

No. de Esc.	Radiación Térmica			Sobrepresión			Infraestructura más cercana
	37.5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	5 kW/m ² Radio de Alto Riesgo:	1.4 kW/m ² Radio de Amortiguamiento:	3 psi Radio de Alto Riesgo por daño a equipos:	1 psi Radio de Alto Riesgo:	0.5 psi Radio de Amortiguamiento:	
	en: la EDRM Chada Farms			Farms e invernaderos.		Carretera San Miguel de Allende- Mora. Dr.	Dr. Mora - localidad Jesús María La Petaca

Derivado del análisis de interacciones entre los escenarios de riesgo y los puntos de interés identificados, el Proyecto “**EDRM Chada Farms**” no compromete la funcionalidad natural y social que se desarrolla en el área donde se encontrará establecida, ya que está urbanizada.

III.3. Efectos sobre el sistema ambiental

El Proyecto “**EDRM Chada Farms**” no compromete la funcionalidad natural y social que se desarrolla en el área donde se encontrará establecida, ya que está urbanizada.

IV. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

El Proyecto “**EDRM Chada Farms**” contará con los siguientes sistemas de seguridad y medidas Preventivas:

IV.1 Especificación de Válvulas y Sistema de Seguridad

El sistema de seguridad de la Estación de Descompresión de gas natural cuenta con los siguientes elementos principales:

- válvulas de corte por cada poste de descarga
- válvulas de corte al inicio de cada tren
- válvulas con actuador neumático
- reguladores de alta presión (primera etapa)
- reguladores de baja presión (Segunda etapa)
- válvulas de desfogue por alta presión.
- 1 alarma sonora
- 1 botón de paro de emergencia

La descarga de los contenedores es conectada a la descompresora por medio de mangueras flexibles. La entrada de gas de la descompresora cuenta con válvulas de corte las cuales cortan el flujo de los contenedores si son activadas las botoneras de paro por emergencia.

Se contará con 3 válvulas de venteo en las 3 presiones del sistema, alta, media y baja presión.

Cada línea de regulación consta de una válvula reguladora y una válvula de corte, esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión. Aunado a esto, previo a la regulación, se cuenta con una válvula operada de forma neumática.

IV.2 Sistema de alarmas

A un costado del tablero de control se coloca una alarma sonora, como, la finalidad de esta alarma es notificar dos factores, principalmente falta de agua en el nivel de las tinajas o temperatura demasiado baja en el sistema.

Al activarse la alarma hacer lo siguiente:

- Si la alarma se activa por que el nivel del agua está por debajo de lo permisible:
 - o Silenciar la alarma en el panel de control y acto seguido rellenar el agua en las tinajas hasta obtener el nivel deseado, el indicador nivel bajo debe de desaparecer (apagarse) y normalizara el sistema.
- Si la alarma se activa por temperatura baja:
 - o Revisar la temperatura del agua con ayuda de un termómetro externo y corroborar que efectivamente el agua tenga una temperatura baja, y descartar un mal funcionamiento de los sensores.
 - o Verificar que los calentadores estén funcionando o no se haya apagado alguno de los mismos.
 - o Verificar la circulación del agua en el sistema, que las válvulas estén abiertas.
 - o Si después de lo anterior no se soluciona el problema llamar a servicio técnico y pedir le comuniquen con el departamento correspondiente para recibir atención de personal altamente calificado para atender averías o fallas más complejas.

IV.3 Sistemas contra incendio

La estación de descompresión no cuenta con un sistema contra incendios debido al tipo de infraestructura que lo conforma, y de que la misma puede ser solo un equipo puntual parte del proceso de una planta industrial. Sin embargo, se contarán con dos extintores, uno de polvo químico seco de mínimo 6 kg y otro de CO₂ de igual capacidad, ambos se encontrarán de fácil acceso y formarán parte de la inspección y mantenimiento de la descompresora.

Otros dispositivos de seguridad que son de gran importancia para minimizar los riesgos y los cuales se pronostica cuenta la estación son:

- Cono de viento
- Estructuras aterrizadas a tierra
- Gabinete
- Postes de contención
- Detectores de metano

IV.4 Señales, señalización de seguridad e higiene y rotulaciones.

El Proyecto “**EDRM Chada Farms**” contará con la Instalación de señalética para la localización de extintores. Todas las señaléticas seguirán las especificaciones según las Normas NOM-003-SEGOB-2011 (Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar) y la norma NOM-026-STPS-2008 (Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías).

En la Figura IV-1, se muestra el sistema de señalética con el que contará la “**EDRM Chada Farms**”.

IV.5 Sistemas eléctricos de potencia e iluminación, primario y de emergencia.

Las obras eléctricas consisten en la instalación de una línea de energía eléctrica habilitada bajo un circuito independiente, la toma debe de ser de 110 CA monofásica (1 fase, 1 neutro), con interruptor de 32 Amp. El calibre recomendado es 8 AWG.

La línea eléctrica estará colocada en un registro a prueba de explosión, con salida para condulet flexible de 1" D.N., la instalación de este circuito deberá ser con tubo de pared galvanizada de 1" y sellos EYS a prueba de explosión en los dos extremos.

Contará con la Instalación dos contactos a pie de EDRM de 110 V CA en registro para exteriores, línea de puesta a tierra, mediante una varilla de 1.5 metros de cobre, la acometida será de cable desnudo cal. 6 AWG, se debe aterrizarse la EDRM y el poste de descarga

En la Figura IV-1, se muestra el sistema de señalética con el que contará la “EDRM Chada Farms”.

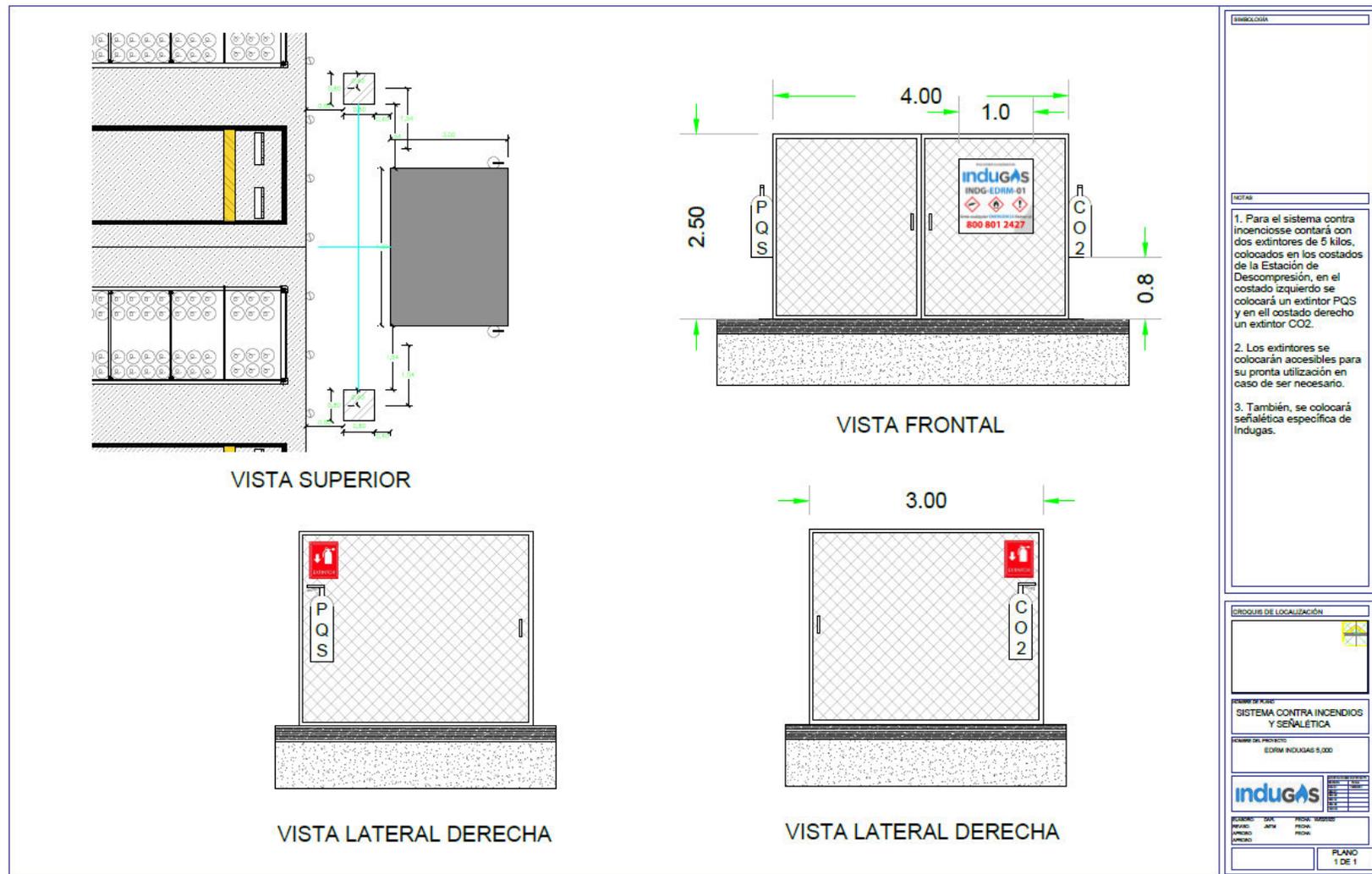


Figura IV-1. Señalética de la “EDRM Chada Farms”

V. RECOMENDACIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE RIESGO

A continuación, en la Tabla V-1, se presentan las recomendaciones resultantes de las técnicas para identificación, jerarquización y cuantificación de riesgos aplicadas en el presente Análisis.

Tabla V-1 Recomendaciones ¿Qué pasa sí...? “EDRM Chada Farms”

No	Recomendación	Responsable	Región de riesgo	Referencia	
R1.	Elaborar programas de inspección a instalaciones, verificación física mediante check list del estado actual de cada componente de salvaguarda o seguridad	Seguridad	A	C	1.1.1.1
				B	1.1.1.2
				A	1.1.1.3
				A	1.1.1.4
				C	2.1.1.1
				B	2.1.1.2
				A	2.1.1.3
				A	2.1.1.4
				C	3.1.1.1
				C	3.1.1.2
				C	3.1.2.1
				C	3.1.2.2
				R2.	Capacitación al personal operativo de la estación de descompresión
B	1.3.1.1				
A	1.3.1.2				
A	1.3.1.3				
B	1.3.2.1				
A	1.3.2.2				
A	1.3.2.3				
B	1.4.1.1				
A	1.4.1.2				
B	1.5.1.1				
B	2.3.1.1				
C	2.3.1.2				

Tabla V-1 Recomendaciones ¿Qué pasa sí...? “EDRM Chada Farms”

No	Recomendación	Responsable	Región de riesgo	Referencia
			A	B 2.3.1.3
				B 2.3.1.4
				B 2.3.2.1
				C 2.3.2.2
				B 2.3.2.3
				B 2.3.2.4
				B 2.3.3.1
				C 2.3.3.2
				B 2.3.3.3
				B 2.3.3.4
				B 2.4.1.1
				B 2.4.1.2
				B 2.4.1.3
				B 2.5.1.1
				C 2.5.1.2
				B 2.5.1.3
				C 3.3.1.1
			C 3.3.1.2	
R3.	Cumplimiento al Programa de Mantenimiento	Mantenimiento / Operación / Seguridad	A	C 1.2.1.1
				B 1.3.1.1
				A 1.3.1.2
				A 1.3.1.3
				B 1.3.2.1
				A 1.3.2.2
				A 1.3.2.3
				B 1.4.1.1
				A 1.4.1.2
				B 1.5.1.1
				C 2.2.1.1
			C 2.2.1.2	

Tabla V-1 Recomendaciones ¿Qué pasa sí...? “EDRM Chada Farms”

No	Recomendación	Responsable	Región de riesgo	Referencia	
			B	B	2.3.1.1
				C	2.3.1.2
				B	2.3.1.3
				B	2.3.1.4
				B	2.3.2.1
				C	2.3.2.2
				B	2.3.2.3
				B	2.3.2.4
				B	2.3.3.1
				C	2.3.3.2
				B	2.3.3.3
				B	2.3.3.4
				B	2.4.1.1
				B	2.4.1.2
				B	2.4.1.3
				B	2.5.1.1
				C	2.5.1.2
				B	2.5.1.3
				C	3.2.1.1
				C	3.2.1.2
C	3.3.1.1				
C	3.3.1.2				
R4.	Elaborar Programa anual de Capacitación (teórico-práctico) de personal	Mantenimiento / Operación / Seguridad	B	B	2.3.1.1
				C	2.3.1.2
				B	2.3.1.3
				B	2.3.1.4
				B	2.3.2.1

Tabla V-1 Recomendaciones ¿Qué pasa sí...? “EDRM Chada Farms”

No	Recomendación	Responsable	Región de riesgo	Referencia
			C	C 2.3.2.2
				B 2.3.2.3
				B 2.3.2.4
				B 2.3.3.1
				C 2.3.3.2
				B 2.3.3.3
				B 2.3.3.4
				B 2.4.1.1
				B 2.4.1.2
				B 2.4.1.3
				B 2.5.1.1
				C 2.5.1.2
				B 2.5.1.3
				C 3.3.1.1
				C 3.3.1.2
R5.	Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias	Mantenimiento / Seguridad	B	B 2.5.1.1
				C 2.5.1.2
				B 2.5.1.3
				C 3.1.1.1
				C 3.1.1.2
				C 3.1.2.1
				C 3.1.2.2

Nota: 1.1.1.1, El primer dígito corresponde al sistema de distribución de gas, el segundo dígito a la pregunta ¿Qué pasa sí...? Y el tercer dígito a la consecuencia

Adicionalmente a las recomendaciones de la metodología ¿Qué pasa sí...?, de manera general se recomienda lo siguiente:

- Elaborar Programa de Mantenimiento y calibración de válvulas
- Verificación, considerar revisión de válvulas e instrumentos para garantizar su adecuado funcionamiento
- Elaborar un Procedimiento de Pruebas de válvulas de seguridad y pruebas en sitio de válvulas de alivio
- Elaborar lista de verificación de instrumentos y accesorios en las instalaciones que deberán ser supervisadas periódicamente.
- Se recomienda que, de manera posterior a la instalación EDRM, se realizarán pruebas de hermeticidad en toda la línea, con el objetivo de detectar deficiencias en las conexiones y prevenir fugas en la operación.
- Elaborar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo.
- Elaborar un programa de inspección del bien estado de bardas, cercas y señalamientos.
- Garantizar el cumplimiento de Programa de mantenimiento
- Garantizar la calidad de gas suministrado

Aunado a lo anterior como resultado de los ajustes provenientes de la solicitud de requerimiento de información del oficio antes mencionado se derivan las siguientes recomendaciones.

Tabla V-2 Recomendaciones para el Proyecto “EDRM Chada Farms”

No	Recomendación	Responsable	Región de riesgo	Referencia	
R6.	Elaborar programas de inspección a instalaciones, verificación física mediante check list del estado actual de cada componente de salvaguarda o seguridad	Seguridad	A	C	1.1.1.1
				B	1.1.1.2
				A	1.1.1.3
				A	1.1.1.4
				B	2.1.1.2
				A	2.1.1.3
				A	2.1.1.4
				C	3.1.1.1
				C	3.1.1.2
				C	3.1.2.1
				C	3.1.2.2
R7.	Capacitación al personal operativo de la estación de descompresión	Operación / Seguridad	A	C	1.2.1.1
				B	1.3.1.1
				A	1.3.1.2
				A	1.3.1.3
				B	1.3.2.1

No	Recomendación	Responsable	Región de riesgo	Referencia	
			A	A 1.3.2.2	
				A 1.3.2.3	
				B 1.4.1.1	
				A 1.4.1.2	
				A 1.4.1.3	
				B 1.5.1.1	
				B 1.5.1.2	
				A 1.5.1.3	
				B 2.3.1.1	
				A 2.3.1.2	
				C 2.3.1.3	
				A 2.3.1.4	
				B 2.3.1.5	
				B 2.3.2.1	
				A 2.3.2.2	
				A 2.3.2.3	
				B 2.3.2.4	
				B 2.3.3.1	
				A 2.3.3.2	
				A 2.3.3.3	
				B 2.3.3.4	
				B 2.4.1.1	
				B 2.4.1.2	
				A 2.4.1.3	
				A 2.4.1.4	
				C 3.3.1.1	
				C 3.3.1.2	
R8.	Cumplimiento al Programa de Mantenimiento	Mantenimiento / Operación / Seguridad		A	C 1.2.1.1
					B 1.3.1.1
					A 1.3.1.2
				A 1.3.1.3	
				B 1.3.2.1	
				A 1.3.2.2	
				A 1.3.2.3	
				B 1.4.1.1	
				A 1.4.1.2	
				A 1.4.1.2	
				C 2.2.1.1	
				C 2.2.1.2	
				A 2.2.1.3	
				A 2.2.1.4	
				B 2.3.1.1	

No	Recomendación	Responsable	Región de riesgo	Referencia
			A	A 2.3.1.2
				C 2.3.1.3
				A 2.3.1.4
				B 2.3.1.5
				B 2.3.2.1
				A 2.3.2.2
				A 2.3.2.3
				B 2.3.2.4
				B 2.3.3.1
				A 2.3.3.2
				A 2.3.3.3
				B 2.3.3.4
				B 2.4.1.1
				B 2.4.1.2
				A 2.4.1.3
				A 2.4.1.4
				B 2.5.1.1
				C 2.5.1.2
				B 2.5.1.3
				C 3.2.1.1
			C 3.2.1.2	
			C 3.3.1.1	
			C 3.3.1.2	
R9.	Elaborar Programa anual de Capacitación (teórico-práctico) de personal	Mantenimiento / Operación / Seguridad	B	B 2.3.1.1
			A 2.3.1.2	
			C 2.3.1.3	
			A 2.3.1.4	
			B 2.3.1.5	
			B 2.3.2.1	
			A 2.3.2.2	
			A 2.3.2.3	
			B 2.3.2.4	
			B 2.3.3.1	
			A 2.3.3.2	
			A 2.3.3.3	
			B 2.3.3.4	
			B 2.4.1.1	
			B 2.4.1.2	
			A 2.4.1.3	
			A 2.4.1.4	

No	Recomendación	Responsable	Región de riesgo		Referencia
			C	C	3.3.1.1
				C	3.3.1.2
R10	Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias	Mantenimiento / Seguridad	C	C	3.1.1.1
				C	3.1.1.2
				C	3.1.2.1
				C	3.1.2.2
R6	Desarrollar y ejecutar un procedimiento de inspección visual de los semirremolques y MAT, a fin de detectar daños en la estructura.	Mantenimiento/ Operación/Seguridad	C	C	4.1.1.1
				C	4.1.1.2
				C	4.3.1.1
R7	Supervisar las maniobras de estacionamiento a fin de evitar posibles golpes entre los semirremolques.	Mantenimiento/ Operación/Seguridad	C	C	4.1.1.1
				C	4.1.1.2
R8	Desarrollar y estandarizar un procedimiento para la conexión de los MAT a los postes de descarga, que incluya la colocación de cuñas y aterrizaje de las unidades.	Mantenimiento/ Operación/Seguridad	B	B	4.2.1.1
				C	4.2.1.2

VI. CONCLUSIONES

El Proyecto “EDRM Chada Farms”, propiedad de **Accesgas, S.A.P.I de C.V.**, supone el uso de **Gas Natural (Metano, 96% mol)** siendo éste el insumo de mayor interés en materia de riesgo ambiental, mismo que está considerado como sustancia peligrosa conforme al Artículo 4º, Fracción I, Inciso “a” del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, siendo la **cantidad de reporte** específica de dicha sustancia (gas natural) de 500 kg.

Se realizó el Estudio de Riesgo, mismo que inició con análisis de las características propias de la operación de la “EDRM Chada Farms” para la descompresión de GNC y entrega al usuario final, permitiendo identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a la actividad. Para determinar y jerarquizar los riesgos de la instalación, se consideraron factores de riesgo como: Características fisicoquímicas de las sustancias manejadas, cantidades de las sustancias peligrosas manejadas y condiciones de operación en el proceso.

La metodología que se utilizó para la identificación de peligros involucrados en el manejo de la sustancia de interés a manejar en “EDRM Chada Farms” fue ¿Qué pasa si...? Para la Jerarquización de los riesgos, se utilizó la Matriz de interacciones, asignando un índice de frecuencia y un índice de consecuencias, obteniendo 274 escenarios con de Riesgo Bajo “C”; 32 escenarios de Riesgo Medio “B” y 3 de Riesgo Alto “A”.

Del análisis realizado, se determina que los eventos más probables a ocurrir

corresponden a las fugas de gas natural, debido a daños en la estructura de la estación, causados en mayor medida por la falta de mantenimiento o en su caso, por los efectos de la corrosión.

Dado ello, el accidente mayor relacionado al uso de Gas Natural se refiere a un incendio y/o explosión generada por material fugado causado por ruptura del MAT, considerando éste como la situación más adversa posible.

La evaluación de riesgos considera las características de diseño del Proyecto "**EDRM Chada Farms**", ubicación, condiciones meteorológicas, la cantidad de gas natural utilizado y sistemas de seguridad instalados; así mismo, se considera que la inflamabilidad de gas natural es un punto importante en los riesgos ya que estas dependerán de la cantidad de hidrocarburo fugado y de las condiciones meteorológicas, así como también fuentes de puntos calientes para iniciar un incendio.

El evento catastrófico más crítico está relacionado con la Fuga de GNC en MAT que puede ocasionar incendio y explosión, debido a daño mecánico en la estructura por golpe externo en maniobra de descarga de este (se contemplan la fuga de GNC de los 12 cilindros que conforman el MAT), se señalan las áreas próximas al proyecto que se encuentran dentro de la zona de alto riesgo: 233.24 m para radiación térmica de 37.5 kW/m² y 85.14 para sobrepresión de 3 psi (el radio de afectación arrojado por el sistema SCRI v. 1.1).

Una vez realizado el estudio de Riesgo para el Proyecto "**EDRM Chada Farms**", se considera que las prácticas relacionadas con la descompresión de gas natural están apegadas a los criterios establecidos en normatividades aplicables. Los resultados que la identificación de riesgos probables determinados concuerda con aquellos que generalmente resultan de esta práctica.

La afectación al medio ambiente derivado del de las actividades del proyecto es irrelevante durante la operación normal y las posibles afectaciones al ambiente están presentes en la ocurrencia de un evento que involucre un escape de gas y su consecuente incendio y/o explosión, sin embargo, los radios de afectación no dañarían componentes ambientales ya que la construcción y operación de la "**EDRM Chada Farms**" se encuentra en terrenos agrícolas y caminos de terracería existentes.

Después del reposicionamiento (que resultó con 7 escenarios en riesgo Medio "B" y 242 escenarios en región de riesgo bajo "C"), podemos observar que la situación general por la construcción y operación de la "**EDRM Chada Farms**" tiene un RIESGO MEDIO, ya que se cuenta con procedimientos operativos documentados, así como personal con experiencia que lleve a cabo dichas operaciones, una vez instalada la estación y su inició de operaciones se mantendrá el mantenimiento preventivo, para garantizar la operación adecuada y confiable de esta, para que la probabilidad de que los escenarios de consecuencias considerados, sea de un orden menos a la estimada durante la categorización.

Se sugiere y recalca la capacitación continua de su personal ya que ellos son la clave principal de la respuesta inicial a un evento, es por eso por lo que se recomienda que se tenga un programa de capacitación continua conforme a su puesto de trabajo.

Ahora bien, con base en lo anterior y tomando en cuenta los resultados del análisis de riesgo practicado al Proyecto "**EDRM Chada Farms**", se determina que este se ajusta a las disposiciones legales aplicables, además cuenta con los aspectos técnicos necesarios para su operación segura, por lo que es viable su ejecución. No se omite mencionar que el apego a recomendaciones emitidas y medidas de seguridad establecidas es imprescindible.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Memoria Técnico-Descriptiva de Estación de Descompresión de Gas Natural para el Usuario Chada Farms, en el Municipio de San Miguel de Allende, Estado de Guanajuato.
- Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos publicada en la página de la Agencia Nacional de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA)
- Center for Chemical Process Safety, 2000, Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis 2nd edition. American Institute of Chemical Engineers. New York, N.Y.; U.S.A.
- Center for Chemical Process Safety, 2008, Guidelines for Hazard Evaluation Procedures third edition. American Institute of Chemical Engineers. New York, N.Y.; U.S.A.
- Kletz T. A., 1994, What Went Wrong? Case Histories of Process Disasters. Gulf Publishing Company. Houston, Texas; U.S.A.
- Process Safety Institute, JBF Associates Inc., 1998, Hazard Evaluation Consequence Analysis Handbook. JBF Associates Inc. Knoxville, TN.; U.S.A.