

## Contenido

INFORMACIÓN DEL REGULADO .....	5
1. OBJETIVO .....	6
2. ALCANCE .....	6
3. GENERALIDADES .....	6
4. DEFINICIONES .....	6
5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS	7
5.1. DESCRICION DEL PROYECTO.....	7
5.1.1. PROYECTO.....	7
5.1.2. TRANSPORTE POR DUCTOS.....	17
5.1.3. DE LOS POZOS DE EXPLORACIÓN Y EXTRACCIÓN .....	17
5.1.4. TRANSPORTE POR MEDIOS DISTINTOS A DUCTOS.....	17
5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	18
5.3 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO .....	33
<b>Uso potencial de la tierra:</b> .....	37
<b>Bióticos. Vegetación.....</b>	37
5.3.1. PROYECTO .....	55
5.3.2. TRANSPORTE POR DUCTOS .....	56
5.3.3. TRANSPORTE POR MEDIOS DISTINTOS A DUCROS .....	56
5.4. ANÁLISIS Y EVALUACION DE RIESGOS .....	57
5.4.1. IDENTIFICACION DE PELIGROS Y JERARQUIZACION DE ESCENARIOS DE RIESGO .....	57
5.4.1.1. IDENTIFICACION DE PELIGROS Y JERARQUIZACION DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	73
5.4.2. ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGO .....	97
5.5 REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIONES DE CONSECUENCIA (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN) .....	116
5.6 ANALISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO .....	120
5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....	120

Basta que cada una de esas actividades se vean como un proceso, y como tales fijar que prioridades tienen tales procesos. En otras palabras, identificar que prioridades son importantes para el cliente o usuario final de este producto o proceso. Por ejemplo, si el AMEF se aplica a seguridad o riesgos ambientales, entonces se buscaría encontrar “modos de fallas” potenciales que agravan estos aspectos. Por lo anterior, a continuación, veremos a detalle las actividades para realizar un AMEF enfocado a proceso.....

5.6.2 INTERACCIONES DE RIESGO.....	122
5.7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	125
5.8 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.....	126
5.8 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.....	126
5.8.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	126
5.8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.....	126
5.8.3 RECOMENDACIONES TECNICO-OPERATIVAS.....	141
5.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	152
Acontinuacion se hace una descripción de los factores bióticos y socioeconómicos que se podrían ver afectados por posibles afectaciones ocasionadas por la operación de la planta. Partiendo de que el riesgo de mayor radio detectado es de 300 metros, por lo cual se hace una descripción de un radio de 300 mts de los factores bióticos y socioeconómicos del sitio del proyecto.....	
FACTORES BIOTICOS.....	154
<b>Caracterización de la Vegetación</b> .....	154
<b>Caracterización de la fauna</b> .....	157
6.0 ANALISIS DE CAPAS DE PROTECCION (LOPA).....	162

## Contenido de Tablas

Tabla 1. Matriz de principales diferencias en el contenido del ARSH, ER y ERA extraída de la Guía del ARSH publicada el 10 de agosto del 2020.....	6
Tabla 2. Superficies del Proyecto.....	8
Tabla 3. Coordenadas del Proyecto.....	8
Tabla 4. Capacidades de almacenamiento de los Tanques de Energética Carvel, S.A. de C.V. ....	11
Tabla 5. Normas aplicables al Proyecto y cumplimiento.....	17
Tabla 6. Capacidades de los tanques de almacenamiento del Proyecto.....	18
Tabla 7. No. de bombas de Descarga.....	19
Tabla 8. Tipos de bombas del área de Llenaderas.....	19
Tabla 9. capacidad del autotanque.....	19
Tabla 10. No. de posición de Islas de Llenado.....	20
Tabla 11. Capacidad de carga Losa de Cimentación de tanque de agua.....	23
Tabla 12. Capacidad de carga Losa de Cimentación en Área No. 1.....	24
Tabla 13. Capacidad de carga Losa de Cimentación en Área No. 2.....	24
Tabla 14. Módulo de reacción.....	24
Tabla 15. Presiones y temperaturas que se manejarán en el área de Descarga del Proyecto.....	26
Tabla 16. Características de Operación de los Petrolíferos que serán almacenados.....	27
Tabla 17. Resumen de sustancias.....	28

Tabla 18. Coordenadas UTM del Proyecto.....	33
Tabla 19. Temperaturas registradas en los últimos 10 años.....	34
Tabla 20. Edafología .....	44
Tabla 21. Descripción del sismo del 2013 ocurrido en Delicias, Chih. ....	48
Tabla 22. Disponibilidad de aguas subterráneas.....	55
Tabla 23. Tabla 10 Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.....	55
Tabla 24. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.....	56
Tabla 25. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.....	56
Tabla 26. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.....	56
Tabla 27. Formato para HAZID .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 28. Formato para HAZID .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 29. Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros .....	60
<b>Tabla 30. Antecedentes de accidentes e incidentes registrados en instalaciones similares .....</b>	<b>63</b>
Tabla 31. Tabla II.1 de la NOM-028-STPS-2012.....	67
Tabla 32. Aplicación de las metodologías de la NOM-028-STPS-2012, para la identificación de Riesgos .....	68
<b>Tabla 33. Formato para AMEF.....</b>	<b>74</b>
Tabla 34. Valores de Detección .....	76
Tabla 35. Metodologías cualitativas de análisis y evaluación de riesgos.....	76
Tabla 36 Esquema de Formato de Análisis HAZOP .....	77
Tabla 37. Matriz de región de Riesgo.....	77
Tabla 38. Desviaciones analizadas .....	82
<b>Tabla 39. Lista de nodos identificados.....</b>	<b>86</b>
Tabla 40. Clasificación de frecuencias.....	88
Tabla 41. Clasificación de consecuencias para Escenarios de Riesgo .....	89
Tabla 42. Regiones de Riesgo.....	90
Tabla 43. Matrices de riesgo.....	91
Tabla 44. Escenarios de Riesgo identificados.....	95
Tabla 45. Criterio de Evaluación de Severidad sugerido para PFMEA .....	100
Tabla 46. Criterio de evaluación de Ocurrencia sugerido para PFMEA .....	101
Tabla 47. Criterio de Evaluación de Ocurrencia sugerido para PFMEA .....	101
Tabla 48. Condiciones de Operación en las Líneas de Carga y Descarga de ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.....	110
Tabla 49. Datos alimentados al simulador SCRI para las Líneas de Carga y Descarga de Diesel y Gasolina Magna y Premium Regular .....	111
Tabla 50. Datos alimentados al simulador para escenarios en Tanques Horizontales y verticales	111
Tabla 51. Lista de escenarios tipificados como Peor Caso, Más probable y Casos Alternos .....	113
Tabla 52. Estabilidad atmosférica de Pasquill.....	114
Tabla 53. Parámetros a utilizar para la determinación de las zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.....	114
Tabla 54 Resultados de análisis de consecuencias .....	115
Tabla 54 Instalaciones Receptoras de Riesgo .....	121
Tabla 55. Población Receptora de riesgo .....	121
Tabla 56. Lista de equipo de Contraincendios .....	126
Tabla 57. Clasificación de sistema de espuma para cada Tanque Vertical .....	134
<b>Tabla 58. Cantidad de puntos de descarga de rociadores de espuma en cada tanque .....</b>	<b>136</b>
Tabla 59. Tabla de tonos .....	140

Tabla 60. Color de luz del semáforo de acuerdo al tipo de riesgo.....	140
<b>Tabla 61. Recomendaciones Técnico-Operativas.....</b>	<b>147</b>
Tabla 62. Programa de implementación de recomendaciones .....	151
<b>Tabla 63.-</b> Listado de especies localizadas en el AI del proyecto. ....	<b>158</b>
<b>Tabla 64.</b> Población Total del Área de Influencia en un Radio de 500 Metros.....	<b>161</b>
<b>Tabla 65</b> Análisis de Servicios en el Radio de Influencia de 300 metros.....	<b>161</b>

## Contenido de Figuras

Figura 1 Diagrama de Flujo de actividades operativas del Proyecto. ....	10
Figura 2 Esquema del Arreglo general del Proyecto. ....	12
Figura 3 Digrama de flujo de Diesel de los Tanques TV-01 al TV-02.....	29
Figura 4 Digrama de flujo de Gasolina Regular de los Tanques TV-03 al TV-04.....	30
Figura 5 Digrama de flujo de Gasolina Premium de los Tanques TV-05 al TV-06 .....	31
Figura 6 Digrama de flujo de Diesel de los Tanques TV-07 al TV-08.....	32
Figura 7 Ubicación de ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.....	33
Figura 8 Temperaturas por hora en Chihuahua .....	34
Figura 9 Dirección del Viento .....	35
Figura 10 Niveles de Humedad .....	35
Figura 11 Dirección del Viento .....	36
Figura 12 Geología del sitio del Proyecto.....	42
Figura 13 Edafología.....	45
Figura 14 Regionalización Sísmica de la República Mexicana.....	48
Figura 15 Mapa de Inundaciones.....	49
Figura 16 Hidrología Superficial en el sitio del Proyecto.....	53
Figura 17 Pasos del APR. ....	58
Figura 18 Diagrama utilizado en la identificación de Peligros y Análisis de Riesgos.....	71
Figura 19 Gráfica LOPA.....	78
Figura 20 Diagrama de la metodología de análisis de riesgos y consecuencias HAZOP .....	80
Figura 26 Pantalla de Selección de Condiciones Meteorológicas del SCRI .....	104
Figura 27 Extracto de Ejemplo de Reporte del SCRI.....	105
<b>Figura 28.-</b> Se observa que el área donde se localiza CARVEL S.A de C: V: corresponde en el uso de suelo y vegetación del INEGI denominada área urbana (polígono gris) perteneciente a la ciudad de Chihuahua. ...	<b>156</b>
<b>Figura 29.-</b> Con base a su ubicación geográfica (punto rojo), el área del proyecto (AP) se localiza en la Provincia Biogeográfica Altiplano Norte (CONABIO 2012). ....	<b>158</b>
Figura 30. Carta de edafología H13-10 y H13-11 del INEGI .....	159
<b>Figura 31.</b> Radio de Influencia a 300 metros .....	<b>160</b>

## INFORMACIÓN DEL REGULADO

**ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.**, es una empresa constituida de conformidad con lo dispuesto en las Leyes mexicanas, en el **Anexo 1**. Se puede consultar el Acta Constitutiva de la integración legal de la empresa.

### Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa Promovente

ECA131022SLA, Ver **Anexo 2**

### Nombre y cargo del representante legal

Representante legal C. Carlos Alberto Velázquez Nieto, en el Anexo 1, se puede localizar su nombramiento y su identificación oficial se localiza en el Anexo 3.

### Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

C [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

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

### Responsable del Estudio de Riesgo

#### Nombre o razón social.

Ambientalistas CALE S.A. de C.V.

#### Registro Federal de Contribuyentes.

ACA170201AB2

Ing. Sandra Liliana Ortega Villagrán

[REDACTED]  
[REDACTED]

Se anexa INE, CURP (Ver anexo 4 mismo que MIA-P)

#### Profesión y Número de Cédula Profesional

Carrera Ing. En ciencias Ambientales

No. Cédula 3059135

Domicilio, Teléfono, Correo Electrónico, Registro Federal de Contribuyentes y Clave Única de Registro Poblacional del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

### Dirección del responsable del estudio, que incluirá lo siguiente:

[REDACTED]

## 1. OBJETIVO

Este documento tiene como finalidad la Identificación, evaluación y jerarquización de los riesgos potenciales en la operación y mantenimiento de **ENERGÉTICA CARVEL, S.A. DE C.V.**, basado en el análisis de las posibles causas de un impacto y la estimación de las consecuencias del evento no deseado, de acuerdo a la guía para la elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos, aplicables para ER.

## 2. ALCANCE

El estudio Identificara peligros, evaluara y analizara los riesgos basados en los procesos metodológicos, sistemáticos y consistentes, documentando la existencia de sistemas y dispositivos de Seguridad, y/o medidas de reducción de Riesgos para eliminar, prevenir, controlar, minimizar o mitigar los Escenarios de Riesgo a un nivel de Riesgo Tolerable, utilizando las metodologías **HAZOP**, Jerarquización del riesgo usando tablas de frecuencia y de consecuencia en las actividades de Almacenamiento y Distribución de **GASOLINA REGULAR, GASOLINA PREMIUM, y DIESEL** en la **“Planta de Distribución de Hidrocarburos Energética Carvel S.A. de C.V.”**, para posteriormente definir el tipo o nivel de riesgo con las tablas del análisis de Capas de Protección (LOPA), lo anterior basado en las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso de la ASEA y el sustento legal vigente en materia de hidrocarburos.

## 3. GENERALIDADES

De acuerdo con el contenido de la Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos publicada en el diario oficial de la federación el 10 de agosto del 2020, la Figura 1. Matriz de principales diferencias en el contenido del ARSH, ER y ERA de la citada guía, con el Anexo 1 y debido a que nuestro establecimiento se encuentra en la etapa de diseño, nos corresponde incluir los siguientes apartados sombreados.

	ARSH	ER	ERA
Análisis Preliminar de Peligros	x		x
Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo	x		x
Análisis de vulnerabilidad	x	x	x
Receptores de riesgo: población y medio ambiente	x	x	x
Afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas		x	
Receptores de riesgo: personal e Instalaciones/producción	x		
<b>Etapa del Proyecto en el que se elabora</b>	Desde el Diseño	Diseño	Operación

**Tabla 1. Matriz de principales diferencias en el contenido del ARSH, ER y ERA extraída de la Guía del ARSH publicada el 10 de agosto del 2020.**

## 4. DEFINICIONES.

Ver glosario de términos al final

## 5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

Para el desarrollo del presente ARSH, fue necesario realizar la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos por un grupo de profesionistas conformado por las siguientes especialidades:

- a) Ingeniería de procesos.
- b) Ingeniería de instrumentación y control.
- c) Ingeniería de seguridad y contra incendios.
- d) Ingeniería de tuberías.
- e) Ingeniería de corrosión.
- f) Ingeniería mecánica.
- g) Ingeniería civil.
- h) Ingeniería eléctrica.

Adicionalmente se utilizó la información de la tecnología del proceso (Ingeniería básica extendida, ingeniería de detalle, APC t), tales como: Diagramas de flujo de proceso (DFP), diagramas de tubería e instrumentación (DTI), conforme a la instalación (Diseño, operación), y a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas o disposiciones administrativas de carácter general emitidas o que en su momento emitió la Agencia.

Para el caso de **ENERGÉTICA CARVEL, S.A. DE C.V.**, no aplica las actividades de exploración, ductos y perforación de pozos.

### Fecha de Inicio de Operaciones

No se han iniciado operación ya que el proyecto aun no es ejecutado.

## 5.1. DESCRICION DEL PROYECTO

### 5.1.1. PROYECTO

**ENERGÉTICA CARVEL, S.A. DE C.V.**, será una Planta de Distribución de Hidrocarburos como Gasolina Magna, Premium y Diesel, con pretendida ubicación Calle privada II Numero 7600, Sector Robinson, Chihuahua, Chih., cuenta con Constancia de Zonificación emitida por la Subdirección de Programación Urbana de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del municipio de Chihuahua, en el Estado de Chihuahua. mediante Oficio No. AUA 15054/2021, ver **Anexo 5**.

El terreno en el que se desea realizar nuestro proyecto, es un terreno arrendado en el Anexo 6 se ubica la situación legal del predio, comprende una superficie de 46,584.0003 m<sup>2</sup>, las obras y actividades que se construirán comprenderán una superficie de 24,883.86 m<sup>2</sup> y se distribuirán de la siguiente manera

Superficies	Cantidad	Unidad	Porcentaje
Cobertizo de residuos peligrosos	100	m <sup>2</sup>	<b>0.26</b>
Cobertizo de almacén de materiales	115	m <sup>2</sup>	<b>0.30</b>
Caseta de revisión	13.3	m <sup>2</sup>	<b>0.03</b>
Subestación eléctrica	60	m <sup>2</sup>	<b>0.16</b>
Cuarto de baterías y control	110	m <sup>2</sup>	<b>0.29</b>
Cobertizo de cargas	1,271.82	m <sup>2</sup>	<b>3.34</b>
Cobertizo de Descargas	868	m <sup>2</sup>	<b>2.28</b>
Edificio de cuarto de bombas y sistema contra incendio	120	m <sup>2</sup>	<b>0.32</b>
Unidad recuperadora de vapores	49.6	m <sup>2</sup>	<b>0.13</b>
Dique de tanques TV-01 al 04	1,320.22	m <sup>2</sup>	<b>3.47</b>
Dique de tanques TV-05 al 08	3,600.51	m <sup>2</sup>	<b>9.46</b>
Fosa API	81.13	m <sup>2</sup>	<b>0.21</b>
Tanque del sistema contraincendios	329.89	m <sup>2</sup>	<b>0.87</b>
Vialidades internas	14,114.89	m <sup>2</sup>	<b>37.09</b>
Banquetas	2729.7	m <sup>2</sup>	<b>7.17</b>
Área tipo glorieta vial sin construcción (delimitada por guarnición)	11,152.14	m <sup>2</sup>	<b>29.31</b>
Áreas verdes	1,136.72	m <sup>2</sup>	<b>2.99</b>
Estructuras existentes (oficinas, sala capacitación, laboratorios, etc.)	880.37	m <sup>2</sup>	<b>2.31</b>
<b>Superficie total por construir</b>	<b>38,053.29</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>100.00</b>

Tabla 2. Superficies del Proyecto.

El proyecto se ubicará en las coordenadas siguientes:

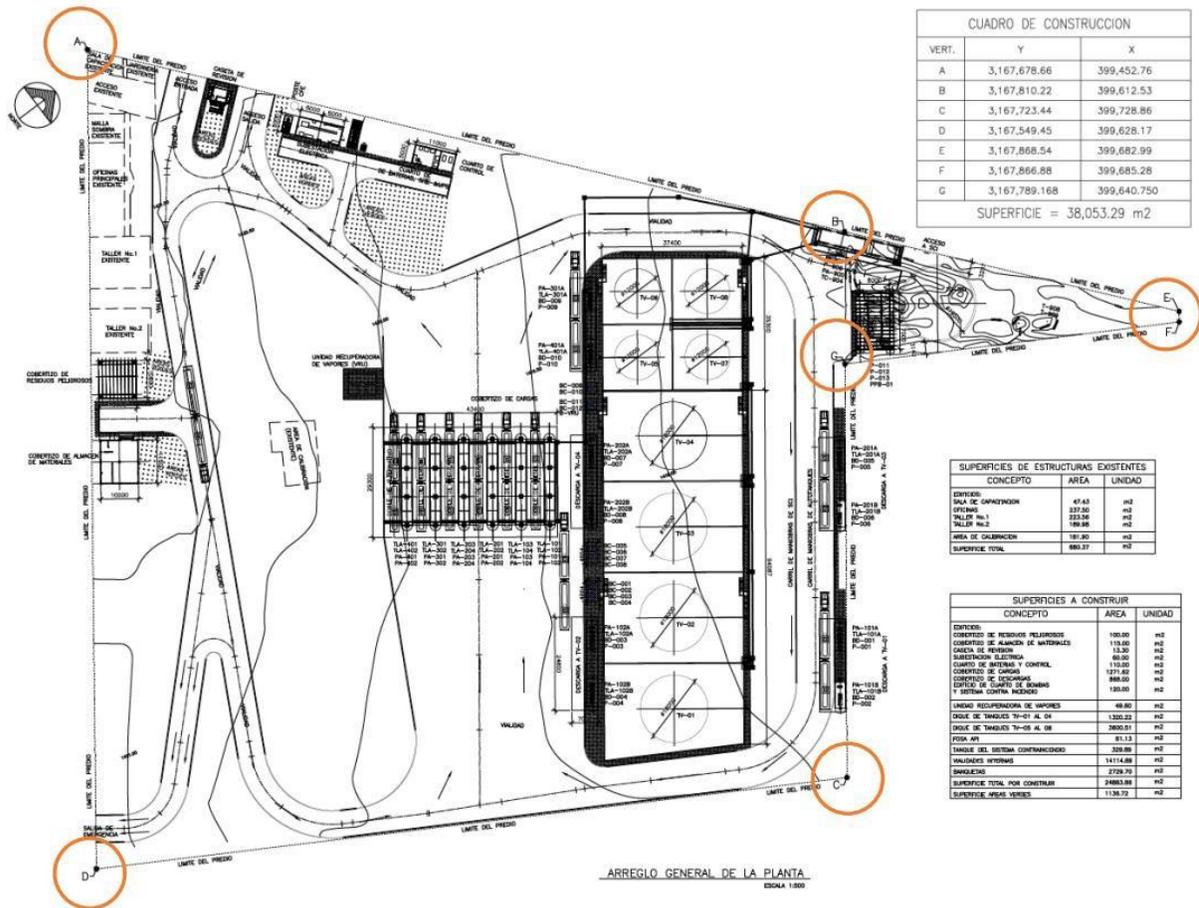
VERTICE	X	Y
<b>A</b>	399452.76	<b>3167678.66</b>
<b>B</b>	399612.53	<b>3167810.22</b>
<b>C</b>	399728.86	<b>3167723.44</b>
<b>D</b>	399628.17	<b>3167549.45</b>
<b>E</b>	399682.99	<b>3167868.54</b>
<b>F</b>	399685.28	<b>3167866.88</b>
<b>G</b>	399640.75	3167789.168

Tabla 3. Coordenadas del Proyecto.

**Colindancias.**

Al noreste	Línea quebrada con Lote 2 y fracción 1 mismo lote
Al sudeste	Privada industrial III
Al Sudoeste	Línea quebrada con Privada Industrial Dos
Al oeste	Con Avenida Industrial Uno

Como se había mencionado anteriormente nuestro Proyecto consistirá en la construcción y operación de una planta de distribución del petrolíferos que recibirá Gasolina Regular, Gasolina Premium y combustible Diesel serán adquiridos a través de empresas autorizadas en el territorio nacional o serán importados, previo cumplimiento de los lineamientos y requerimientos para su debido almacenamiento y distribución establecidas en el sector energético.



En la imagen anterior, se pueden apreciar los 2 polígonos considerados para el PROYECTO y sus coordenadas.

No se demolerá ninguna superficie, por lo que no se tendrán residuos como escombros.

El proyecto contará al menos con la siguiente infraestructura:

- Caseta de revisión
- Cobertizo de almacén de materiales
- Subestación eléctrica
- Cuarto de baterías y control
- Cobertizo de cargas
- Cobertizo de Descargas
- Edificio de cuarto de bombas y sistema contraincendios

- Unidad recuperadora de vapores
- Dique de tanques TV-01 al TV-04
- Dique de tanques TV-05 al TV-08
- Fosa API
- Tanque del sistema contraincendios
- Vialidades internas
- Banquetas
- Válvulas motorizadas en líneas para paro de emergencia local o remoto.
- Sistemas de medición.
- Sistema de contraincendios.
- Generador Eléctrico de emergencia.
- Sistema de aire de instrumentos.
- Iluminación en las áreas operativas, perimetrales, pasillos y áreas de trabajo.
- Barda perimetral.

Para la elaboración de la ingeniería básica y de detalle de este proyecto se consideran las necesidades y demandas de Gasolina Regular y Gasolina Premium, y diésel, propiciando el diseño del proyecto. El diseño de la ingeniería básica se realiza a partir de las normas vigentes NOM-006-ASEA-2018.

### Descripción de la planta

La planta de almacenamiento y distribución de Gasolina Regular, Gasolina Premium, y Diésel fue diseñada para el recibo, almacenamiento y distribución de Gasolina Regular y Premium, y Diésel en autotanques.

En el proyecto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Se recibirán los combustibles por medio de auto tanques y en un futuro via el ferrocarril
2. Se descargan los combustibles en los tanques de almacenamiento.
3. Se recibe el autotanque del cliente
4. Se carga el combustible en la cantidad solicitada, directamente al autotanque del cliente.

Tal y como se puede apreciar en el siguiente diagrama de flujo:

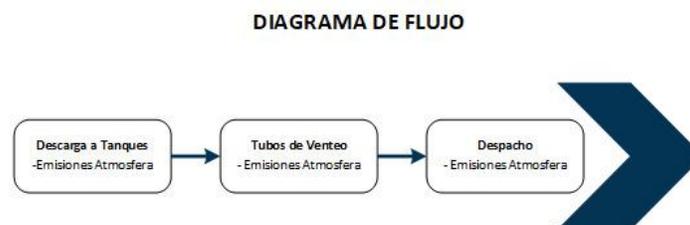


Figura 1 Diagrama de Flujo de actividades operativas del Proyecto.

El proyecto contempla el desarrollo de la ingeniería de los siguientes tanques de almacenamiento de combustibles:

- 2 tanques para Diésel de 3.6 millones de litros (TV-01 y TV-02)
- 2 tanques para Regular de 3.6 millones de litros (TV-03 y TV-04)
- 2 tanques para Premium de 1.3 millones de litros (TV-05 y TV-06)
- 2 tanques para Diésel de 1.3 millones de litros (TV-07 y TV-08)

En la siguiente tabla se desglosan las capacidades de cada uno de los tanques, así como el combustible que almacenaran y la clave del plano que les corresponde.

TAG	Cantidad	Descripción (Capacidad Nominal)	Clave del plano
TV-01	1	Tanque de Almacenamiento de Diésel de 3,663,703.00 litros (23,044 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-02	1	Tanque de Almacenamiento de Diésel de 3,663,703.00 litros (23,044 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-03	1	Tanque de Almacenamiento de Gasolina Regular de 3,663,703.00 litros (23,044 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-04	1	Tanque de Almacenamiento de Gasolina Regular de 3,663,703.00 litros (23,044 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-05	1	Tanque de Almacenamiento de Gasolina Premium de 1,356,798.00 litros (8,534 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-06	1	Tanque de Almacenamiento de Gasolina Premium de 1,356,798.00 litros (8,534 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-07	1	Tanque de Almacenamiento de Diésel de 1,356,798.00 litros (8,534 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-08	1	Tanque de Almacenamiento de Diésel de 1,356,798.00 litros (8,534 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
<b>Capacidad total</b>		20,082,003.8376 litros (126,312.00 BBL)	

**Tabla 4. Capacidades de almacenamiento de los Tanques de Energética Carvel, S.A. de C.V.**

Para el mantenimiento del proyecto se realizarán los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos según el manual de operación de dichos equipos.

Rendimiento:

- No. de días por año: 365
- No. de días de operación por semana: 7
- No. Turnos de Operación: 3
- Horas de operación por día: 24 h
- Horas de operación efectiva de carga de Carro Tanques: 24 h

Capacidad de bombeo hacia Llenaderas

- Flujo de Diseño: 2.0 m<sup>3</sup>/min (528 GPM)
- Flujo Normal: 1.5 m<sup>3</sup>/min (396 GPM)
- Flujo Mínimo: De acuerdo a la capacidad del flujo mínimo de la bomba a seleccionar.

A continuación, se muestra un esquema de la planta arquitectónica del Proyecto.

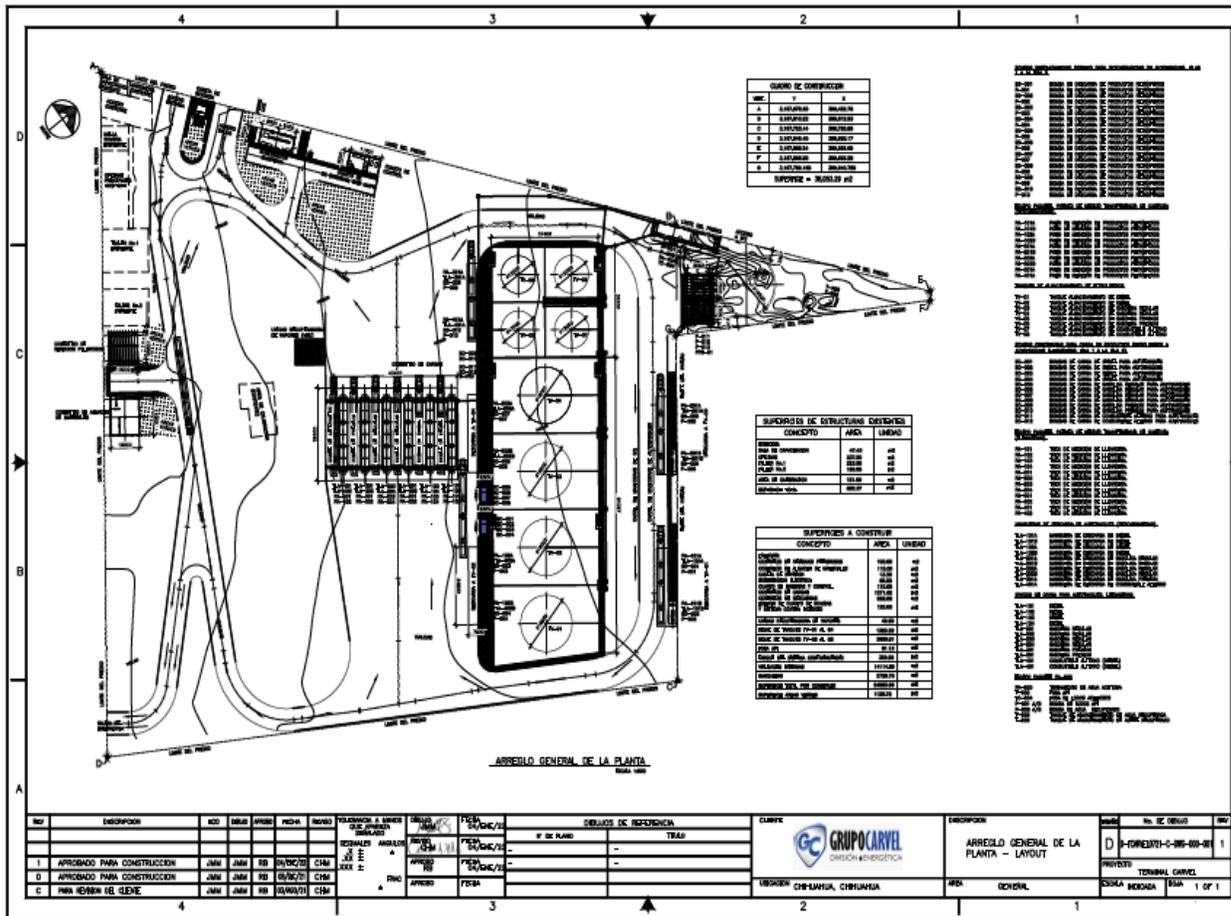


Figura 2 Esquema del Arreglo general del Proyecto.

El proyecto contempla el desarrollo de la ingeniería de los Tanques verticales de almacenamiento de combustibles descritos en la tabla 4.

Los tanques de almacenamiento serán del tipo intemperie cilíndrico-vertical tipo techo fijo. Los tanques verticales serán de fabricación en sitio, para contener Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel en apego a la normativa API- 650 y/o equivalente, los tanques podrán contener membrana interior, se entregarán con certificados de hermeticidad y dossier de calidad en soldadura y materiales. Todos los tanques contarán con escalerillas de ascenso para supervisión y mantenimiento y diques de contención de derrames, con escaleras de acceso al interior de los diques para revisión. Los tanques se ubicarán en el predio de tal forma que cumplan con las distancias mínimas de seguridad, diques de contención, drenajes pluvial y sanitario, de acuerdo a la NOM-006-ASEA-2018.

a) Descripción del sistema

El proyecto, tendrá una capacidad de almacenamiento 126,312 barriles de petrolíferos, los tanques requeridos deberán contar con los siguientes aspectos:

Diseño y construcción de acuerdo a API 650.

- Tanques de techo fijo.
- Alarmas de alto y alto-alto con sistemas independientes de conexión y redundancia al PLC.
- Transmisores de temperatura a diferentes niveles del tanque.
- Sistemas de válvulas motorizadas de entrada y salida para paro de emergencia.
- Sistema de red contra incendio de acuerdo a códigos NFPA, ASEA (NOM-006-ASEA-2017) y CRE.
- Sistemas de líneas de monitoreo de control de inventarios.
- Sistemas de drenado y vaciado Total en caso que se requiera hacer un cambio de servicio.

b) Infraestructura de salida a la planta.

La salida de la Planta Carvel, será a través de un rack de llenaderas de Autotanques con capacidad de 3,250 – 9,000 BPD, para esto se requiere la siguiente infraestructura:

- Área de Carga de autotanques.
- Sistema de bombeo por cada producto.
- Sistema de medición.
- Válvulas motorizadas en líneas para paro de emergencia local o remoto.

c) Sistema de seguridad.

Se deberá contar con el equipo necesario para los siguientes sistemas:

- Sistema de detección:
- Detectores de fuego tipo triple infrarrojo 3IR, ya que presentan alta inmunidad a radiación continua o pulsante.
- Detectores de Gas combustible (Mezclas Explosivas)
- Detectores de Humo

d) Sistemas de alarmas audibles y visibles.

Sistema de protección complementario:

- Extintor de polvo químico seco Tipo ABC.
- Extintor portátil
- Letreros de Seguridad
- Conos de Viento
- Regaderas y Lavaojos

Los sistemas de detección, intercomunicación, alarmas y voceo, son responsabilidad de las disciplinas de Instrumentación y Eléctrico.

e) Sistema de agua contra incendio.

La red contra incendio tendrá la finalidad de proteger los equipos y/o áreas de la planta, en caso de presentarse un incendio por equipo o por radiaciones de incendios de equipos adyacentes, las características del equipo de bombeo son las siguientes:

- Bomba Principal Contraincendios con Motor de Combustión Interna.
- Bomba de Relevo de Contraincendios Con Motor de Combustión Interna.
- Bomba Jockey.

La red de agua contra incendio del proyecto, contará con hidrantes, hidrantes-monitores, hidrantes con tomas para camión y gabinetes para almacenar mangueras; y para el sistema de aspersion se contarán con las válvulas de diluvio necesarias.

La red general de agua contra incendios debe contar con válvulas de seccionamiento suficientes, localizadas estratégicamente para aislar partes del sistema, El diseño del Proyecto se basó en las legislaciones que a continuación se mencionan.

#### LEYES Y NORMAS APLICADAS

##### **I.-Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.**

Este ordenamiento legal considerara todo el ciclo de vida de los hidrocarburos, desde la creación de instalaciones, sus operaciones, hasta el abandono y desmantelamiento, bajo un esquema de Seguridad y Protección Ambiental, básicamente regula al sector Hidrocarburos, lo cual queda plenamente establecido en los Artículos:

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

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

**Artículo 7o.-** Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán los siguientes:

**Fracción I.** Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas”.

Debido a lo dispuesto en estos Artículos y por tratarse de una obra del Sector hidrocarburos que además está regulada por las Normas Oficiales Mexicanas descritas en los párrafos subsecuentes, el presente caso se sometió a Evaluación de Impacto Ambiental bajo la modalidad Informe Preventivo.

## REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

**Artículo 17.-** El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

- I. La manifestación de impacto ambiental;
- II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y
- III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

**Artículo 18.-** El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información:

- 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. La Secretaría publicará, en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica, las guías que faciliten la presentación y entrega del estudio de riesgo.

## II. REFERENCIAS, SEGÚN CORRESPONDA, AL O LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 31 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

**II.I** Existen normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulan las emisiones, las descargas o el aprovechamiento de recursos naturales y en general, todos los Impactos Ambientales relevantes que puedan producirse por el proyecto.

La elaboración del presente ER es una muestra del cumplimiento con las regulaciones y demandas de la autoridad ambiental, y del compromiso de la empresa con el cuidado del ambiente mediante la adopción de las medidas encaminadas a evitar impactos negativos, así como a disminuir el riesgo ambiental a los niveles permitidos por la Legislación y aceptables para la autoridad y la sociedad.

### III.-Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La **LGEEPA**, en el artículo 147 establece los lineamientos a seguir cuando se empleen sustancias altamente riesgosas en un establecimiento, dicho Artículo menciona lo siguiente:

**ARTÍCULO 147.-** La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

#### IV.-Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Este ordenamiento legal considerara todo el ciclo de vida de los hidrocarburos, desde la creación de instalaciones, sus operaciones, hasta el abandono y desmantelamiento, bajo un esquema de Seguridad y Protección Ambiental, básicamente regula al sector Hidrocarburos, lo cual queda plenamente establecido en los Artículos:

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

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

**Artículo 7o.-** Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán los siguientes:

**Fracción I.** Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas”.

Debido a lo dispuesto en estos Artículos y por tratarse de una obra del Sector hidrocarburos que además está regulada por las Normas Oficiales Mexicanas descritas en los párrafos subsecuentes, se somete a Evaluación de Impacto Ambiental bajo la modalidad Informe Preventivo.

#### V.- Normas Oficiales Mexicanas.

De Conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la LGEEPA, para el caso que nos ocupa, considera que cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

El proyecto se sujetará al cumplimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y especificaciones, que se encarga del debido cumplimiento y regulación en cada una de las etapas y sus diversas emisiones:

MARCO NORMATIVO		
NORMA	TÍTULO	VINCULACIÓN
NOM-006-ASEA-2017	Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos y petróleo, excepto para gas licuado de petróleo.	Es vinculante y tiene correspondencia directa con el proyecto por lo que en todo momento se estará cumpliendo con ella durante el desarrollo de cada rubro aplicable.
ASTM A36-	Standard Specification for Carbon Structural Steel, American Standard for Testing Materials.	Se consulto esta NOM para seleccionar el tipo de aleación requerida en los Tanques de

<b>MARCO NORMATIVO</b>		
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
		almacenamiento de combustibles que se instalaran para el proyecto.
<b>ASTM A105</b>	Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications, American Standard for Testing Materials.	Se analizo esta NOM para selección, adquirir e instalas las tuberías de acero al carbón que incluyan bridas, accesorios, válvulas y partes similares para su instalación,
<b>ASTM A216</b>	Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service, American Standard for Testing Materials.	Se dio cumplimiento a esta NOM para analizar el grado del Acero de válvulas, bridas y otros tipos de accesorios que van en líneas o Tanques y que necesitan ser soldados.
<b>NFPA 20</b>	Standard for The Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, National Fire Protection Association	Se atendió lo establecido en esta NOM para instalar bombas estacionarias con Protección anti fuego.
<b>NFPA 70</b>	National Electrical Code, National Fire Protection Association	Se consulto esta NOM para el diseño e instalación del sistema eléctrico, de áreas administrativas y operativas.
<b>PEI-RP-100</b>	Recommended Practices for Installation of Underground Liquid Storage Systems, Petroleum Equipment Industry.	Esta Norma se consultó para la instalación de los Tanques subterráneos.
<b>UL-79</b>	Standard for Power-Operated Pumps for Petroleum Dispensing Products	Esta NOM se consultó para adquirir las bombas que serán colocadas en Dispensarios.
<b>UL-1746</b>	External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks, Underwriters Laboratories Inc.	Esta NOM, se consultó con la finalidad de implementar y aplicar sistema de protección para la corrosión externa.
<b>UL-2085</b>	Standard for Safety for Protected Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids, Underwriters Laboratories Inc.	Esta NOM se consultó para implementar los sistemas de seguridad y protección de Tanques subterráneos
<b>API 650</b>	Tanques de Almacenamiento, Parte I: Código, Materiales, Diseño, Pared, Fondo, Placa Anular	Esta NOM se analizó en la etapa de Diseño y construcción de Tanques de almacenamiento que instalamos en nuestra para el proyecto.

**Tabla 5. Normas aplicables al Proyecto y cumplimiento**

### **5.1.2. TRANSPORTE POR DUCTOS**

No nos aplica la descripción de este numeral porque como se había descrito en párrafos anteriores, somos un establecimiento dedicado a la comercialización y Distribución de Petrolíferos.

### **5.1.3. DE LOS POZOS DE EXPLORACIÓN Y EXTRACCIÓN**

No nos aplica el desarrollo de este numeral porque como se había descrito en párrafos anteriores, somos un establecimiento dedicado a la comercialización y Distribución de Petrolíferos

### **5.1.4. TRANSPORTE POR MEDIOS DISTINTOS A DUCTOS.**

No nos aplica la descripción de este numeral porque como se había descrito en párrafos anteriores, somos un establecimiento dedicado a la comercialización y Distribución de Petrolíferos

## 5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Para la elaboración de la ingeniería básica y de detalle de este proyecto se consideran las necesidades y demandas de Gasolina Regular y Premium, y diésel, propiciando el diseño de la planta de almacenamiento y distribución de Gasolina Regular y Premium, y diésel. El diseño de la ingeniería básica se realiza a partir de las normas vigentes NOM-006-ASEA-2018.

### a) Descripción de la planta

La Planta, tendrá una capacidad de almacenamiento 126,312 barriles de petrolíferos, los tanques requeridos deberán contar con los siguientes aspectos:

- Diseño y construcción de acuerdo a API 650.
- Tanques de techo fijo.
- Alarmas de alto y alto-alto con sistemas independientes de conexión y redundancia al PLC.
- Transmisores de temperatura a diferentes niveles del tanque.
- Sistemas de válvulas motorizadas de entrada y salida para paro de emergencia.
- Sistema de red contra incendio de acuerdo a códigos NFPA, ASEA (NOM-006-ASEA-2017) y CRE.
- Sistemas de líneas de monitoreo de control de inventarios.
- Sistemas de drenado y vaciado Total en caso que se requiera hacer un cambio de servicio.

Como ya se mencionó anteriormente, la Planta tendrá una capacidad de almacenamiento de 126,312 barriles de petrolíferos, los tanques son los siguientes:

TAG	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN (CAPACIDAD NOMINAL)	CLAVE DEL PLANO
TV-01	1	Tanque de Almacenamiento de Diésel de 3,663,703.00 litros (23,044 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-02	1	Tanque de Almacenamiento de Diésel de 3,663,703.00 litros (23,044 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-03	1	Tanque de Almacenamiento de Gasolina Regular de 3,663,703.00 litros (23,044 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-04	1	Tanque de Almacenamiento de Gasolina Regular de 3,663,703.00 litros (23,044 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-05	1	Tanque de Almacenamiento de Gasolina Premium de 1,356,798.00 litros (8,534 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-06	1	Tanque de Almacenamiento de Gasolina Premium de 1,356,798.00 litros (8,534 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-07	1	Tanque de Almacenamiento de Diésel de 1,356,798.00 litros (8,534 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
TV-08	1	Tanque de Almacenamiento de Diésel de 1,356,798.00 litros (8,534 BBL)	D-T-CARVEL-C-DWG-000-001
<b>Capacidad total</b>		20,082,003.8376 litros (126,312.00 BBL)	

**Tabla 6. Capacidades de los tanques de almacenamiento del Proyecto.**

Para su operación la Planta tendrá el siguiente Rendimiento:

- No. de días por año: 365
- No. de días de operación por semana: 7
- No. Turnos de Operación: 3
- Horas de operación por día: 24 h
- Horas de operación efectiva de carga de Carro Tanques: 24 h

b) Capacidad de bombeo hacia llenaderas.

Flujo de Diseño: 2.0 m<sup>3</sup>/min (528 GPM)

Flujo Normal: 1.5 m<sup>3</sup>/min (396 GPM)

Flujo Mínimo: De acuerdo a la capacidad del flujo mínimo de la bomba a seleccionar.

Esta capacidad de bombeo deberá ser revisada en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle. El equipo de bombeo a instalar estará conformado como sigue:

NO. DE BOMBAS	SUSTANCIA A BOMBLEAR
6	Bombas de carga de Diésel.
4	Bombas de carga de G. Regular.
2	Bombas de carga de G. Premium.

**Tabla 7. No. de bombas de Descarga**

Las bombas se instalarán en la casa de bombas y se interconectarán a los cabezales de succión. La cantidad de bombas deberá ser revisada en el desarrollo de la Ingeniería.

Considerar el instalar un polipasto para mantenimiento, con capacidad para izar el equipo más pesado.

c) Tipo de bombas de carga de llenaderas.

PRODUCTO A CARGAR	TIPO DE BOMBA
Diésel	API-610 Ultima Ed. / ANSI/ASME B73.1M
G. Regular	API-610 Ultima Ed. / ANSI/ASME B73.1M
G. Premium	API-610 Ultima Ed. / ANSI/ASME B73.1M

**Tabla 8. Tipos de bombas del área de Llenaderas**

d) Capacidad de autotanque (doble remolque).

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS	
<b>Volumen nominal</b>	61.0 m <sup>3</sup>	383.72 Bls
<b>% de llenado máximo</b>	95.0 %	
<b>Volumen de op. máximo</b>	57.95 m <sup>3</sup>	364.53 Bls

**Tabla 9. capacidad del autotanque.**

e) Número y posición de llenado.

CONCEPTO	ISLA 1	ISLA 2	ISLA 3	ISLA 4	ISLA 5	ISLA 6
Diésel	X	X				X
G. Regular			X	X		X
<b>G. Premium</b>					<b>X</b>	

**Tabla 10. No. de posición de Islas de Llenado**

Para su operación, la Planta contara con respaldo de energía eléctrica para cubrir las actividades críticas de recibo de producto, carga de Autotanques y sistemas de seguridad. Para el diseño de los tanques verticales debe cumplir con el código API 650, vigente, equivalenteo aquel que lo sustituya, y considerar los siguientes aspectos:

- Cargas muertas;
- Cargas vivas
- Cargas de impacto
- Empuje de suelos
- Cargas de viento
- Cargas por sismo
- Cargas hidrostáticas
- Factores de Seguridad
- Límites de reflexión
- Materiales
- Acero estructural
- Concreto
- Vialidades

### **Mecánica de Suelos**

Para el desarrollo del presente Proyecto, se realizó el Estudio de Mecánica de suelos por la empresa Laboratorio y Consultoría, S.A. de C.V. (LACOSA), la cual realizo 6 sondeos SPT; dos sondeos a 12 m, dos sondeos a 10.5 m, un sondeo a 4.50 m y un sondeo a 3.80 m de profundidad, mediante perforación del suelo y recuperación de muestras con pruebas de penetración estándar (SPT) de acuerdo a la norma ASTM D-1586-18.

### **Conclusiones y Recomendaciones de Resultados de Mecánica de Suelos:**

En el área en estudio donde se realizó el sondeo SPT-4, se construirá un tanque de agua, colocado en una losa de cimentación y esta deberá ser colocada sobre una plataforma debidamente estructurada.

En el área en estudio del SPT-4 se encontró material colocado a volteo y basura, los cuales deberán ser retirados.

En el área en estudio de los sondeos SPT-1, SPT-2, SPT-3, SPT-5 y SPT-6, se plantea la construcción de tanques de Diesel y Gasolina, los cuales deberán estar colocados sobre plataformas debidamente estructuradas, las cuales se mencionan más adelante. En esta área en estudio se harán recomendaciones para dos áreas diferentes para los tanques, estas áreas están definidas como Área 1 y Área 2, las cuales se pueden observar en el anexo No. 1 de este informe.

Esta zona del predio se encuentra libre de vegetación y cuenta con una plataforma compacta con material de banco, de 0.40 m de espesor.

Limpieza, nivelación y desplante

### **Tanque de agua**

Lo primero que se debe realizar es el retiro del material a volteo y la basura encontrados en el sitio de estudio.

Se debe tener un vertedero adecuado para la colocación de los materiales que se van a retirar.

Una vez limpio el terreno se deberá realizar un despilme de 0.60 m de espesor.

Enseguida la superficie descubierta se deberá escarificar 0.20 m de espesor para después compactar esta capa de suelo al 95% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) determinado por la prueba ASTM D-1557-12, eliminando previamente las partículas mayores a 3”.

Para lograr el nivel de desplante de plataforma se podrá utilizar material de banco calidad similar a subbase de pavimentos, este material debe ser colocado en capas no mayores a 0.20 m de espesor, y debe ser compactada cada capa al 95% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, determinado por la prueba ASTM D-1557-12, esto hasta lograr el nivel de desplante de plataforma.

Tanques en área 1 (visto en anexos No. 1 de los Resultados de Mecánica de suelos)

Se deberá realizar un corte de terreno de 0.60 m de profundidad, en la zona donde se colocarán los tanques, deberá contar con un sobre ancho mínimo de 1.50 m por lado, el material de corte no podrá ser reutilizado, por lo que se deberá contar con un vertedero adecuado para la colocación de este material.

Enseguida la superficie descubierta deberá ser escarificada 0.20 m de espesor, después se deberá compactar esta capa al 95% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, determinado por la prueba ASTM D-1557-12, eliminando previamente las partículas mayores a 3”.

Posteriormente se deberá colocar material de banco calidad similar a subrasante de pavimentos, este material deberá ser colocado en capas no mayores a 0.20 m de espesor, y cada capa deberá ser compactada al 95% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, determinado por la prueba ASTM D-1557-12, esto hasta conseguir el nivel de desplante de la plataforma o un espesor mínimo de 0.60 m.

Tanques en área 2 (visto en anexos No. 1 de Resultados de Mecánica de Suelos)

En el Área No. 2 se recomienda realizar un corte de terreno de 3.00 m de profundidad en la zona donde se colocarán los tanques en el Área No 2, deberá contar con un sobre ancho mínimo de 1.50 m por lado, el material de corte no podrá ser reutilizado, por lo que se deberá contar con un vertedero adecuado para la colocación de este material. Se deberán tomar las medidas de precaución y el proceso constructivo adecuado para evitar el derrumbe de talud en el proceso de excavación.

Enseguida la superficie descubierta deberá ser escarificada 0.20 m de espesor, después se deberá compactar esta capa al 95% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, determinado por la prueba ASTM D-1557-12, eliminando previamente las partículas mayores a 3”.

Posteriormente se deberá colocar material de banco calidad similar a subrasante de pavimentos, este material deberá ser colocado en capas no mayores a 0.20 m de espesor, y cada capa deberá ser compactada al 95% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, determinado por la prueba ASTM D-1557-12, esto hasta conseguir el nivel de desplante de la plataforma o un espesor mínimo de 2.40 m.

### **Construcción de plataformas**

#### **Tanque de agua**

Para lograr el nivel de desplante de la losa de cimentación se podrá utilizar material de banco calidad similar a base de pavimentos, este deberá colocarse en capas de 0.20 m de espesor máximo, compactada cada capa al 100% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, determinado por la prueba ASTM-D-1557-12.

Esto hasta lograr obtener el nivel requerido de proyecto o un espesor mínimo de 0.60 m., se recomienda que las dimensiones de la plataforma tengan un sobre ancho mínimo de 1.5 m, por lado, ya que por procedimiento constructivo se debe lograr que la plataforma quede confinada, por lo que se debe asegurar que toda la plataforma tenga el grado de compactación indicado ya que si se dejaran dimensiones muy cortas en la plataforma el equipo con el que se va a compactar no podría acercarse al extremo de ésta con lo cual no se lograría una compactación adecuada en las orillas. Por esta razón la plataforma deberá exceder sus dimensiones en 1.5m.

Una vez que se haya compactado la capa superior de la plataforma es deseable la aplicación de un riego de impregnación con una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento ECI-60 a razón de 1.3 a 1.6 l/m<sup>2</sup>, debiendo usarse en proporciones bajas en bases muy cerradas o el porcentaje que pasa la malla No.200 mayor del 8% y 1.6 en bases abiertas de textura gruesa con porcentaje de finos menor del 8%. Finalmente, la losa de cimentación del tanque podrá colocarse sobre la plataforma. Ilustración 11 Esquema de Plataforma de tanque de agua.

#### **Tanques en área 1 (visto en anexos No. 1)**

Para lograr el nivel de desplante de la losa de cimentación se podrá utilizar material de banco calidad similar a base de pavimentos, este material, deberá colocarse en capas de 0.20 m de espesor máximo, compactada cada capa al 100% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, determinado por la prueba ASTM D-1557-12. Esto hasta lograr obtener el nivel requerido de proyecto o un espesor mínimo de 0.60 m.

Se recomienda que las dimensiones de la plataforma tengan un sobre ancho mínimo de 1.5 m, por lado, ya que por procedimiento constructivo se debe lograr que la plataforma quede confinada, por lo que se debe asegurar que toda la plataforma tenga el grado de compactación indicado ya que si se dejaran dimensiones muy cortas en la plataforma el equipo con el que se va a compactar no podría acercarse al extremo de ésta con lo cual no se lograría una compactación adecuada en las orillas. Por esta razón la plataforma deberá exceder sus dimensiones en 1.5m.

Una vez que se haya compactado la capa superior de la plataforma es deseable la aplicación de un riego de impregnación con una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento ECI-60 a razón de 1.3 a 1.6 l/m<sup>2</sup>, debiendo usarse en proporciones bajas en bases muy cerradas o el porcentaje que pasa la malla No.200 mayor del 8% y 1.6 en bases abiertas de textura gruesa con porcentaje de finos menor del 8%.

Finalmente, la losa de cimentación del tanque podrá colocarse sobre la plataforma. Ilustración 12 Esquema de Plataforma en Área No. 1

### Tanques en área 2 (visto en anexos No. 1)

Para lograr el nivel de desplante de la losa de cimentación se podrá utilizar material de banco calidad similar a base de pavimentos, este deberá colocarse en capas de 0.20 m de espesor máximo, compactada cada capa al 100% del peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, determinado por la prueba ASTM D-1557-12. Esto hasta lograr obtener el nivel requerido de proyecto o un espesor mínimo de 0.60 m.

Se recomienda que las dimensiones de la plataforma tengan un sobre ancho mínimo de 1.5 m, por lado, ya que por procedimiento constructivo se debe lograr que la plataforma quede confinada, por lo que se debe asegurar que toda la plataforma tenga el grado de compactación indicado ya que si se dejaran dimensiones muy cortas en la plataforma el equipo con el que se va a compactar no podría acercarse al extremo de ésta con lo cual no se lograría una compactación adecuada en las orillas. Por esta razón la plataforma deberá exceder sus dimensiones en 1.5m.

Una vez que se haya compactado la capa superior de la plataforma es deseable la aplicación de un riego de impregnación con una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento ECI-60 a razón de 1.3 a 1.6 l/m<sup>2</sup>, debiendo usarse en proporciones bajas en bases muy cerradas o el porcentaje que pasa la malla No.200 mayor del 8% y 1.6 en bases abiertas de textura gruesa con porcentaje de finos menor del 8%. Finalmente, la losa de cimentación del tanque podrá colocarse sobre la plataforma.

### Tipo de cimentación

De acuerdo con el tipo de construcción proyectada para el sitio de estudio y a las indicaciones del cliente se concluye que la cimentación de los tanques puede resolverse por medio de losa de cimentación. Se dan las siguientes recomendaciones para el desplante de la cimentación.

### Losa de Cimentación de Tanque de Agua

La losa de cimentación podrá colocarse en la plataforma construida de material de banco calidad similar a base de pavimentos de 0.60 m de espesor.

Df(m)	H(m)	Ancho (m)	Capacidad admisible (Ton/m <sup>2</sup> )	Asentamientos (mm)
0.0	0.6	20	16.1	25

Tabla 11. Capacidad de carga Losa de Cimentación de tanque de agua

### Losa de Cimentación en Área No. 1

La losa de cimentación podrá colocarse en la plataforma construida de material de banco calidad similar a base de pavimentos de 0.60 m de espesor.

Df(m)	H(m)	Ancho (m)	Capacidad admisible (Ton/m <sup>2</sup> )	Asentamientos (mm)
0.0	0.6	20	16.1	25
0.0	0.6	13	14.1	25

Tabla 12. Capacidad de carga Losa de Cimentación en Área No. 1

### Losa de Cimentación en Área No. 2

La losa de cimentación podrá colocarse en la plataforma construida de material de banco calidad similar a base de pavimentos de 0.60 m de espesor.

Df(m)	H(m)	Ancho (m)	Capacidad admisible (Ton/m <sup>2</sup> )	Asentamientos (mm)
0.0	0.6	20	12.3	25

Tabla 13. Capacidad de carga Losa de Cimentación en Área No. 2

### Módulo de Reacción

El módulo de reacción es la relación entre una carga proporcionada por una geometría definida y la deformación que esta causa. Es importante mencionar que en este caso las deformaciones cuantificadas son únicamente elásticas. A su vez las deformaciones elásticas están en función de las rigideces de los materiales que subyacen la carga. La propuesta de un módulo de reacción, se realizó bajo diferentes variables entre ellas: La calidad de los materiales que compondrán la estructura terrea (principalmente el módulo elástico del material) y una dimensión específica a analizar, en este caso se seleccionó la dimensión de 30”, siendo la dimensión de la prueba de placa.

ZONA DE ESTUDIO	ESPESOR DE PLATAFORMA (M)	ANCHO DE LACA (M)	MODULO DE REACCIÓN KG/CM <sup>3</sup>
Tanque de agua	0.60	0.76	11.8
Área No. 1	0.60	0.76	10.9
Área No. 2	0.60	0.76	11.5

Tabla 14. Módulo de reacción.

En el **Anexo 7**, se ubica el resultado completo de la Mecanica de suelos realizada al sitio del Proyecto.

#### f) Trazo y estacado de la infraestructura de proyecto

En esta actividad se trazarán las ubicaciones de las obras según el proyecto ejecutivo, con la finalidad de identificar aquellas zonas donde se requiere liberar el área por demolición. Para ello, se requerirá de una brigada de topografía que efectuaran el trazo y la lectura de los niveles de la rasante de proyecto empleando los bancos de control vertical y horizontal.

Los puntos clave de proyecto que se indicarán en campo corresponderán a las obras siguientes:

- Cimentación para alojar tanque de almacenamiento verticales
- Cimentación para estacionamientos vehiculares y de auto tanques
- Cimentación para alojar transformador eléctrico
- Cimentación para estacionamientos vehiculares
- Cimentación para estacionamiento de auto tanques
- Cimentación para vialidades
- Techumbre en área de recepción de diésel
- Techumbre en área de recepción de Gasolina
- Techumbre en área de carga de diésel
- Techumbre en área de carga de Gasolina
- Techumbre en área de almacén de residuos peligrosos
- Cuarto de control
- Almacén
- Casa de bombas contra incendios
- Fosa séptica sellada
- Fosa API
- Cisterna y tanques contra-incendio
- Cárcamo colector de aguas residuos y/o pluviales
- Cisterna de agua de servicio
- Drenaje pluvial, sanitario aceitoso y químico

*g)* Etapa de construcción

Las instalaciones para el Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos, por Auto- tanque, será construida de acuerdo con la distribución, dimensiones, materiales y resistencias especificadas en el Diseño, ingeniería básica y de detalle.

Las instalaciones de Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos, será construida de acuerdo a la clasificación de áreas peligrosas, debe evidenciar el cumplimiento de las especificaciones, de acuerdo a las áreas clasificadas en apego a lo establecido en las Normas, Códigos y Estándares aceptadas a nivel nacional y/o internacional, vigentes.

*h)* Almacenamiento

El área o zona de Almacenamiento será construido con las dimensiones de acuerdo al Diseño y cumplir con los distanciamientos mínimos entre los tanques de Almacenamiento y entre los elementos o equipos que integran la instalación.

Antes de instalar los tanques se debe contar con el levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos del área.

i) Tanques verticales

En los tanques verticales se deben instalar geo-membranas entre la base de cimentación del tanque y el fondo del mismo, doble fondo, protección catódica y un recubrimiento interno sobre la placa del fondo de material con características específicas para abatir la corrosión interna o en su caso incrementar el espesor de la placa de acuerdo al historial de velocidad de corrosión de tanques similares que operen con el mismo Petrolífero en el sitio, éstos como medidas alternas para mitigar fugas potenciales por falla o deterioro de la integridad mecánica del tanque.

j) Cimentación y diques de contención

La Construcción de la cimentación y diques de contención debe apegarse a las especificaciones de las bases del Diseño, ingeniería básica y de detalle, con las dimensiones, materiales y resistencias indicados.

k) Recepción y Entrega

La Recepción y Entrega de Petrolíferos en el proyecto, se realiza por medio de Auto-tanque, como se describe a continuación:

**Auto-tanque**

Las áreas de Descarga y Llenado serán construidas con los distanciamientos descritos en las bases de Diseño, sobre pisos de concreto hidráulico armado para tránsito pesado y semipesado, que garantice la impermeabilidad en casos de derrame de combustibles líquidos; asimismo deberá diseñarse y construirse con pendientes que direccionen cualquier escurrimiento hacia un sistema de drenaje aceitoso, que asegure la contención y tratamiento por derrame de Petrolíferos.

**l) Etapa de operación y mantenimiento**

La Planta contará con, Dos (2) tanques de almacenamiento de techo fijo de capacidad de 23,044 Bls para almacenamiento de Diésel, dos (2) tanques de almacenamiento de techo fijo con membrana interna flotante de capacidad de 8,534 Bls para almacenamiento de G. Premium, dos (2) tanques de almacenamiento de techo fijo con membrana interna flotante de capacidad de 8,534 Bls para almacenamiento de Diésel, y dos (2) tanques de almacenamiento de techo fijo con membrana interna flotante de capacidad de 23,534 Bls para almacenamiento de G. Regular.

La Planta, almacenará el producto recibido por Autotanques, lo almacenará hasta que será enviado por Autotanques, por medio de las seis (6) llenaderas para Autotanque, en el Anexo 8, se muestran os diagramas de flujo de cada petrolífero que será almacenado.

Condiciones de suministro en límite de baterías. Presión / temperatura en límite de baterías.

En la siguiente tabla se presentan la composición promedio a las que llegarán los hidrocarburos (Diésel, G. Regular y G. Premium) a las instalaciones de la Planta.

PARÁMETROS	PROMEDIO
Presión (kg/cm <sup>2</sup> man.)	4.0 – 5.4
Temperatura (°C)	15 - 40

Tabla 15. Presiones y temperaturas que se manejarán en el área de Descarga del Proyecto

m) **Condiciones de los productos.**

Presión / temperatura de llegada en la Planta.

En las tablas siguientes se presenta las características de los Petrolíferos que se almacenarán:

PRODUCTO	DESTINO	ESTADO FÍSICO	PRESIÓN DE OPERACIÓN (KG/CM2 MAN.)			TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)			FORMA DE ENTREGA
			MAX.	NOR.	MIN.	MAX.	NOR.	MIN.	
Diésel	Tanque de Almacenamiento	Líquido	5.1	3.9	3.0	33.7	24.6	3.6	Tubería
G. Regular	Tanque de Almacenamiento	Líquido	4.8	3.5	2.7	33.7	24.6	3.6	Tubería
G. Premium	Tanque de Almacenamiento	Líquido	4.8	3.5	2.7	33.7	24.6	3.6	Tubería

**Tabla 16. Características de Operación de los Petrolíferos que serán almacenados.**

Como parte de la operación la Planta contará con un válvulas y accesorios que regularán los flujos de los Petrolíferos que serán almacenados, en el **Anexo 9 se muestran las** hojas de especificaciones de Tanques, así como memoria de cálculo de los mismos, los planos del Proyecto, los Diagramas de Tuberías e Instrumentos (DTI's) y la lista de válvulas se ubican en el **Anexo 10**.

**Plan de mantenimiento**

Se contará con un programa de mantenimiento para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los elementos constructivos, equipos e instalaciones.

El mantenimiento debe ser de carácter preventivo y correctivo, a efecto de identificar y corregir situaciones que pudieran generar riesgos e interrupciones repentinas en la operación de equipos e instalaciones.

**Energía eléctrica**

Par el buen funcionamiento del proyecto, de gasolina y diésel se requiere el siguiente servicio.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en m <sup>3</sup> /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)	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)		
Gasolina Regular	8006-61-9				X	X	NA	N/D	NA	NA	5422280.94	Tanques verticales	10,000 barriles
Gasolina Premium	8006-61-9				X	X	NA	N/D	NA	NA	1980924523.0	Tanques verticales	10,000 barriles
Diesel	68334-30-5				X	X	NA	N/D	NA	NA	2312784247.0	Tanques verticales	10,000 barriles

Tabla 17. Resumen de sustancias

Tomando en cuenta los volúmenes reportados en la tabla anterior, se deduce que se rebasaran las cantidades de reporte descritas en el segundo listado de Sustancias Riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 05 de abril de 1992, en el **Anexo 11** se pueden consultar las hojas de seguridad de los combustibles que serán almacenados en el proyecto propiedad de **ENERGETICA CARVEL.S.A. DE C.V.**, los diagramas de flujo de las sustancias que se almacenaran se pueden observar en las siguientes imágenes

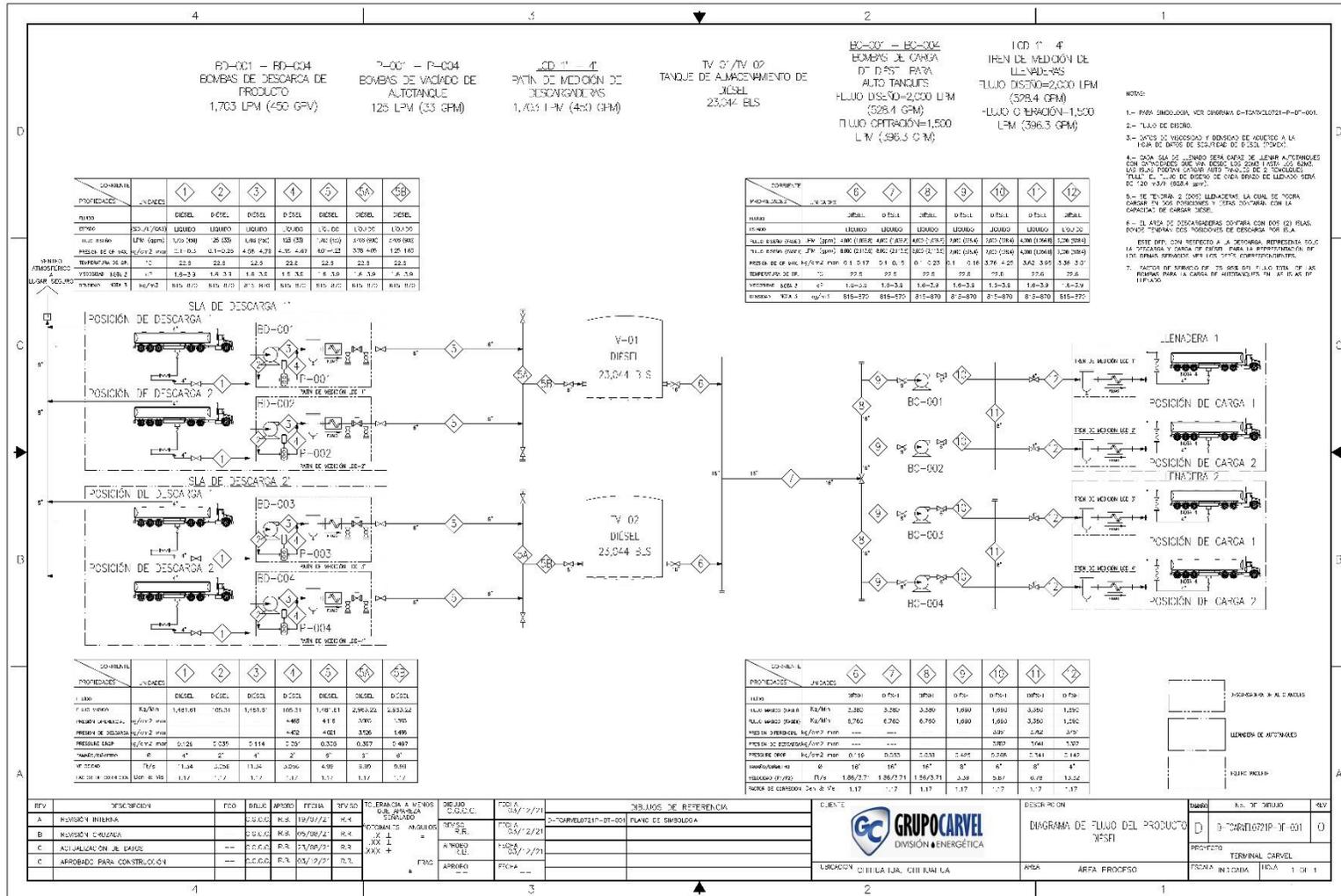


Figura 3 Digrama de flujo de Diesel de los Tanques TV-01 al TV-02

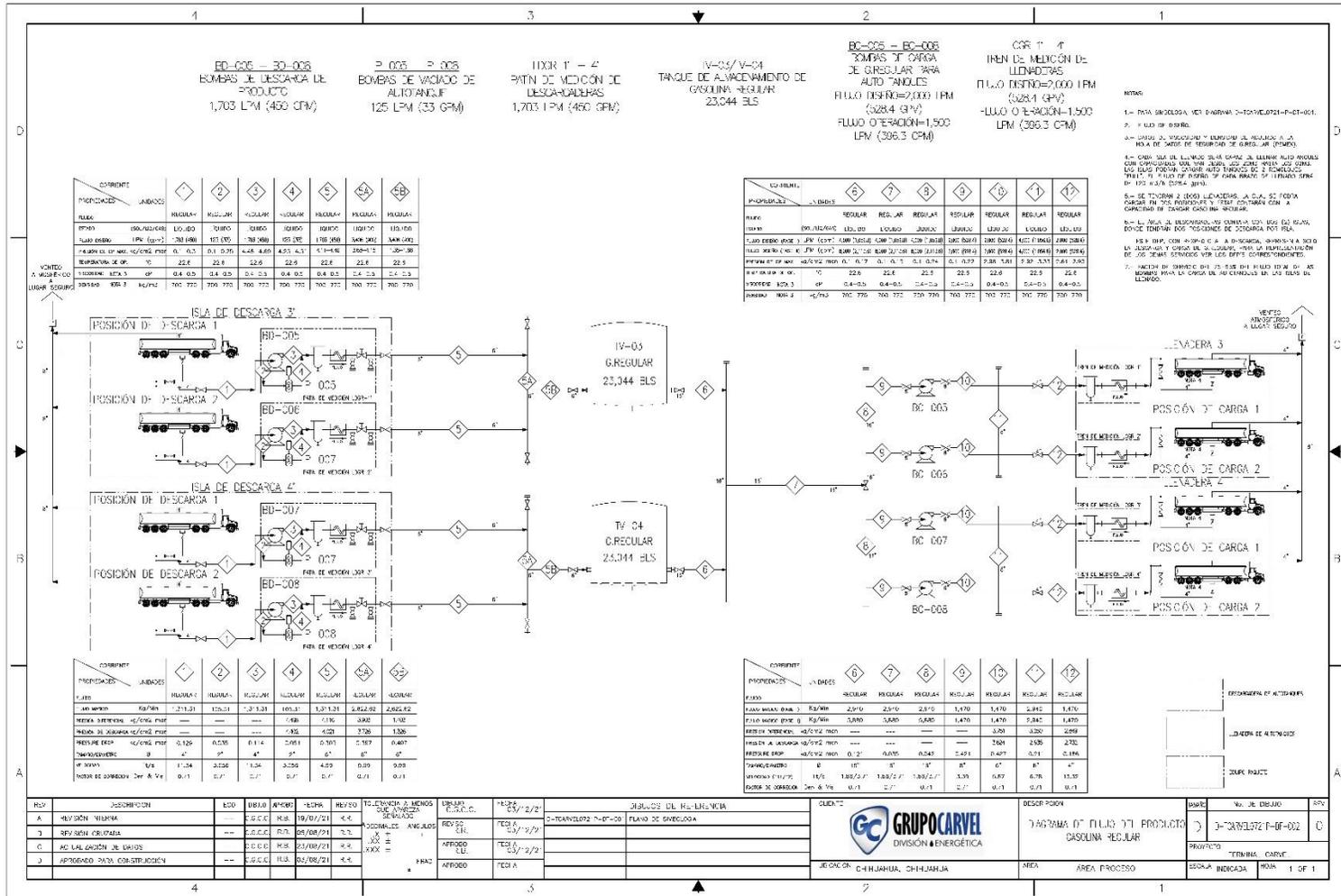


Figura 4 Digrama de flujo de Gasolina Regular de los Tanques TV-03 al TV-04





### 5.3 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

La empresa **ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V.** Se ubicará en Privada Industrial 2 Número 7600, Colonia Sector Robinson C.P. 31370 en Chihuahua, Chih., C.P. 31146., se dedicará a la Distribución de Petrolíferos derivados de hidrocarburos fósiles (Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diesel).

Chihuahua es la capital del Estado de Chihuahua. Es la segunda ciudad más grande y poblada del estado. Cuenta según datos del Censo de 2020 del INEGI con una población de 925 762 habitantes por lo que es la undécima ciudad más poblada de México. Es también la décimo novena zona metropolitana más poblada del país al contar con 988 065 habitantes. Su principal actividad económica es la industria ligera en forma de maquiladoras y las actividades comerciales.



Figura 7 Ubicación de **ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.**

Coordenadas UTM de la poligonal del terreno del Proyecto bajo estudio

VERTICE	X	Y
A	399452.76	<b>3167678.66</b>
B	399612.53	<b>3167810.22</b>
C	399728.86	<b>3167723.44</b>
D	399628.17	<b>3167549.45</b>
E	399682.99	<b>3167868.54</b>
F	399685.28	<b>3167866.88</b>
G	399640.75	3167789.168

Tabla 18. Coordenadas UTM del Proyecto

## TEMPERATURAS MEDIAS QUE CORRESPONDAN A LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS

### Climatología.

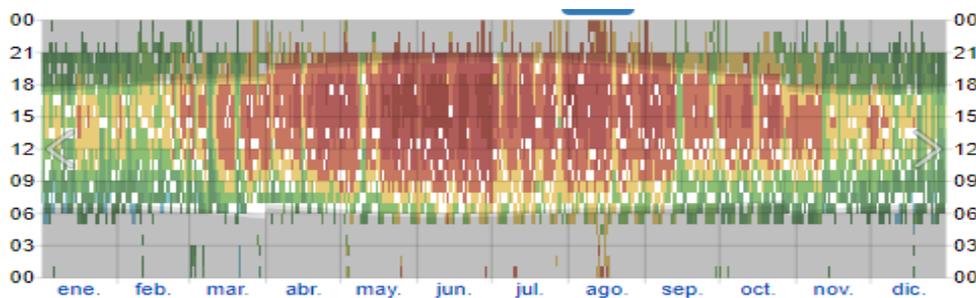
El clima en el municipio de Chihuahua es semi árido extremo, de acuerdo a la clasificación climática de Koppen modificada por Enriqueta García, se tiene un tipo de clima BSok.

La temperatura media anual es de 18.4 °C con media máxima de 26.8 °C y media mínima de 18.5 °C. El viento dominante anual proviene del norte, durante los ocho meses restantes, prevalece en la dirección sur.

La lluvia en nuestro clima frecuentemente es de carácter torrencial, provocando siniestros e inundaciones debido a las deficiencias del drenaje pluvial. Asimismo, los escurrimientos pluviales no son aprovechados de manera eficaz para recargar los mantos freáticos. A continuación, se muestran las temperaturas registradas en los últimos 10 años.

AÑO	TEMP MEDIA °C	TEMP MAXIMA °C	TEMP MINIMA °C	VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO KM/H	RACHAS MAXIMAS KM/H	PRESION MEDIA H Pa	LLUVIA mm
2012	21.17°C	33°C	4.25°C	13km/h	64 km/h	1011 hPa	0 mm
2013	18°C	35°C	2°C	12km/h	61km/h	929 hPa	57 mm
2014	19°C	32°C	3°C	12km/h	68 km/h	1019 hPa	0 mm
2015	20°C	32°C	4°C	12 km/h	69km/h	1019 hPa	0 mm
2016	14°C	23°C	1°C	12 km/h	51 km/h	765 hPa	0 mm
2017	22°C	33°C	5°C	12km/h	62 km/h	1019 hPa	0 mm
2018	21°C	33°C	4°C	12 km/h	66 km/h	1020 hPa	0 mm
2019	21°C	33°C	4°C	12 km/h	68 km/h	944 hPa	0 mm
2020	22°C	32°C	5°C	12 km/h	59km/h	1020 hPa	0 mm
2021	21°C	32°C	5°C	12 km/h	123 km/h	1019 hPa	0mm
2022	17°C	29°C	2°C	14 km/h	69 km/h	1019 hPa	0 mm

**Tabla 19. Temperaturas registradas en los últimos 10 años**



**Figura 8 Temperaturas por hora en Chihuahua**

### Velocidad y dirección de viento.

La velocidad promedio del viento por hora en Chihuahua tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4.8 meses, del 12 de enero al 6 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 13.1 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Chihuahua es abril, con vientos a una velocidad promedio de 16.3 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7.2 meses, del 6 de junio al 12 de enero. El mes más calmado del año en Chihuahua es agosto, con vientos a una velocidad promedio de 9.7 kilómetros por hora.

### Dirección del viento

El viento que se presenta con una mayor frecuencia en la ciudad tiene una dirección que viene del este y tiene una duración de 4.0 meses que van desde el día 10 de junio al 11 de octubre y durante 2.7 mes, del 07 de octubre al 29 de diciembre con un porcentaje máximo de 53% en lo que respecta al mes de agosto.

El viento con más frecuencia viene del oeste, y tiene una duración de 8.0 meses, del 11 de octubre al 10 de junio y con un porcentaje mínimo de 50% en el mes de enero.

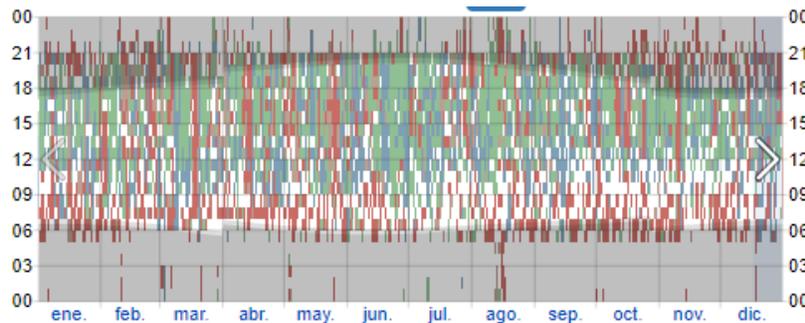


Figura 9 Dirección del Viento

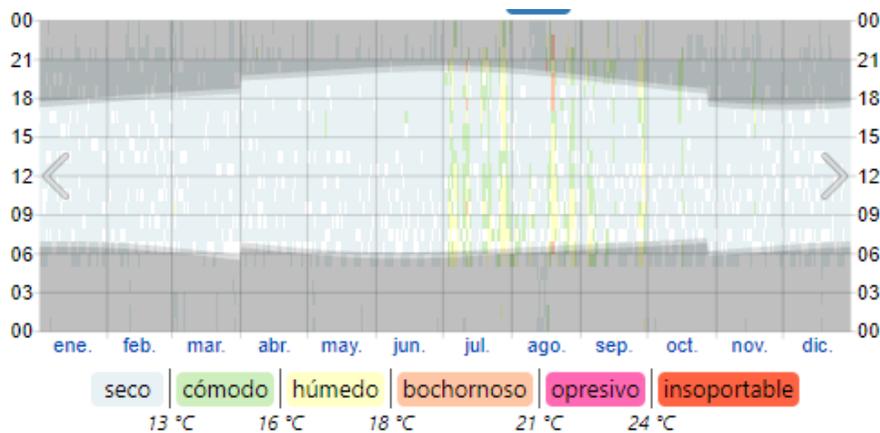


Figura 10 Niveles de Humedad

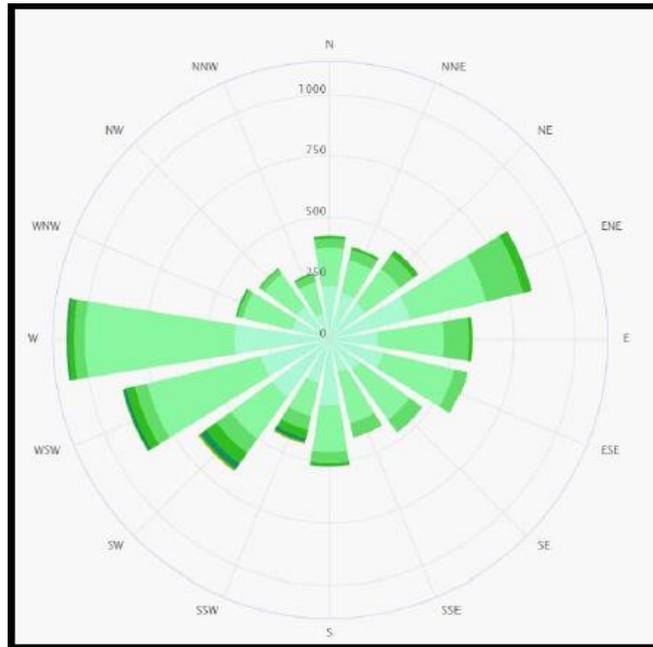


Figura 11 Dirección del Viento

### Humedad relativa

La humedad relativa se define como una relación, expresada en porcentaje, de la cantidad de humedad atmosférica presente relativa a la cantidad que estaría presente si el aire estuviera saturado. La humedad relativa es una función tanto del contenido de humedad como de la temperatura. La humedad relativa se deriva de la temperatura y el punto de rocío asociados para la hora indicada “A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.”

El nivel percibido de humedad en Chihuahua, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año y permanece entre el 1% del 1%

### Rasgos biológicos.

#### Vegetación

Vegetación. Pastizal (41.1%), matorral (25.3%), bosque (19.8%), mezquital (1.0%), área sin vegetación (0.7%) y otro (0.4%).

### Uso potencial de la tierra:

Agrícola. Para la agricultura mecanizada continua (32.1%). Para la agricultura de tracción animal continua (1.5%). No apta para la agricultura (66.4%).

Pecuario. Para el desarrollo de praderas cultivadas (32.1%). Para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal (14.7%). Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (4.2%). Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (47.8%). No apta para uso pecuario (1.2%).

Zona urbana. La zona urbana está creciendo sobre roca sedimentaria del Neógeno y del Cuaternario, roca ígnea del Terciario y suelo del Cuaternario, en llanura aluvial de piso rocoso o cementado, lomerío escarpado con llanuras, sierra escarpada, bajada típica y llanura aluvial; sobre áreas originalmente ocupadas por suelos denominados Luvisol, Cambisol, Leptosol, Chernozem y Fluvisol; tiene clima seco templado, seco semicálido y semiseco templado, y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y matorrales.

### Bióticos. Vegetación

Por encontrarse prácticamente en la zona de transición entre las formaciones montañosas y las grandes planicies que cubren toda la parte este del Estado de Chihuahua, el municipio de Chihuahua se beneficia de la presencia de dos grupos de plantas: Criptógamas y Fanerógamas, a saber el grupo adaptado a un clima templado, típico de la Sierra Madre Occidental, representada en la entidad por: las Cumbres de Majalca, la Sierra Azul que da origen al Río Chuvíscar, las Cumbres de la Sierra del Nido; y el otro grupo de las plantas típicas de las planicies desérticas encontrado en todos los lomeríos y partes planas al este del municipio. En conjunto, estos dos grupos arrojan más 700 especies repartidos en 103 familias y 363 géneros.

### Flora.

Por lo anterior, en el área de influencia del proyecto no existen especies de flora y fauna silvestres terrestres o acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras o sujetas a protección especial, de acuerdo a las Norma NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

### Fauna.

Dentro del predio del proyecto no se observó vegetación silvestre nativa.

## Fauna

En el municipio de Chihuahua se encuentran especies como la paloma güilota y alas blancas, conejo, liebre, puma, gato montés y coyote.

No se observó fauna silvestre dentro del predio ni en la zona de influencia del mismo.

**Especies de interés comercial, endémicas y/o en peligro de extinción. Deberán incluirse aquellas con valor comercial, interés cinegético, o en algún estatus de protección de acuerdo a las normas vigentes.**

No aplica, el predio no presenta especies de interés comercial, endémicas y/o en peligro de extinción.

## Susceptibilidad a fenómenos naturales

### Intemperismos Severos.

Los principales intemperismos severos que se presentan en el municipio son de origen hidrometeorológico, tales como: tormentas de nieve, sequías, heladas, granizadas, Ciclones tropicales.

### Tormentas de Nieve

Las nevadas se forman con cristales de hielo cuando la temperatura del aire es menor al punto de congelación y el vapor de agua que contiene pasa directamente al estado sólido. Para que ocurra una tormenta de nieve es necesario que se unan varios de los cristales de hielo hasta un tamaño tal que su peso sea superior al empuje de las corrientes de aire. Pueden formarse nevadas en el noroeste de México por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país. La nieve que cubre el suelo al derretirse forma corrientes de agua que fluyen o se infiltran para recargar mantos acuíferos.

En el noroeste del municipio de Chihuahua los niveles de peligro por tormentas de nieve son altos, en la zona central el nivel de peligro es medio, y al sur del territorio municipal se estima un peligro bajo. Este tipo de fenómenos se presenta esporádicamente. Es importante considerar que, durante las tormentas de nieve, la temperatura llega a descender hasta  $-14^{\circ}\text{C}$ .

**Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.**

## Sequía

Las sequías tienen lugar cuando la disponibilidad de agua resulta insuficiente para satisfacer las necesidades de una región. Pueden deberse a una disminución en la cantidad de lluvia o a una reducción en los niveles de agua en los mantos acuíferos, en las presas o en los ríos.

Las regiones extremas del norte y del sur del territorio municipal están expuestas a este fenómeno con una incidencia estimada en un episodio cada tres años. Las sequías producen daños particularmente en las actividades agropecuarias.

**Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.**

## Heladas

Las heladas tienen lugar cuando la temperatura disminuye por debajo de los cero grados centígrados durante periodos prolongados. Las heladas que ocurren en Chihuahua aparecen repentinamente durante los meses de noviembre a febrero y son provocadas por masas de aire frío que se desplazan cerca de la superficie del terreno.

Las heladas provocan pérdidas en las actividades agrícolas, pero también son peligrosas porque comprometen la salud e incluso la vida de personas de grupos vulnerables.

**Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.**

## Granizadas

El granizo es la precipitación de agua en estado sólido, en forma de grumos que normalmente no son mayores a los dos centímetros de diámetro. Aunque son pocas las probabilidades de que el granizo inflija daños a las personas por el golpeteo, algunas viviendas pueden verse afectadas debido al peso derivado de la acumulación de granizo en los techos. De igual modo, los sistemas de drenaje pueden colapsar si el granizo obstruye su flujo.

Sin embargo, las mayores afectaciones que provoca el granizo son en las actividades agrícolas pues pueden provocar daños severos en los plantíos.

En el municipio de Chihuahua este fenómeno se presenta con una regularidad estimada en aproximadamente un episodio al año. Y su intensidad no resulta relevante. Por tales motivos este fenómeno está identificado como de peligrosidad baja.

**Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.**

## Ciclones Tropicales

Un ciclón tropical es una manifestación extrema del flujo atmosférico alrededor de un centro de baja presión, que produce lluvias y vientos intensos. Su génesis tiene lugar precisamente en los mares de las zonas intertropicales del planeta, pero pueden desplazarse por grandes distancias. Aunque sus efectos son especialmente sensibles en las costas, es importante tener en cuenta que sus dimensiones, velocidad, trayectoria y la temperatura de la zona, entre otras condiciones, pueden provocar que se desplacen a muchos kilómetros hacia dentro de los continentes.

Por su ubicación y altitud sobre el nivel del mar, el municipio de Chihuahua no está expuesto a los efectos más relevantes de un ciclón. No obstante, sí podrían observarse lluvias intensas que se deriven de alguno de estos fenómenos atmosféricos.

**Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.**

## Geología y geomorfología

Los rasgos geológicos son por demás estables, nos encontramos en una región firmemente enclavada en el centro de una extensa meseta, bordeada por los dos sistemas orográficos de la región norte del continente. La conformación litológica es eminentemente a base de conglomerados sedimentarios. En menor cuantía, existen puntos de afloramiento de rocas ígneas, principalmente amalgamas de riolita y toba andesítica en el cuerpo de los cerros de una altura ya considerable. Algunas secciones de la mancha urbana se asientan en terrenos con rocas que dificultan la introducción de infraestructura, encareciendo costos. Su territorio es plano y está ubicado en la parte media del estado, teniendo llanuras que se prolongan desde las inmediaciones de la cabecera municipal hasta sus límites con Ahumada y por el sur desde la Fundación hasta Mápula y Horcasitas; al suroeste comprende gran parte de la mesa de Paloma, estando limitadas por sistemas orográficos paralelos, orientados de sur a norte.

Las rocas ígneas se manifiestan prácticamente en toda el área de estudio, sin embargo, sus máximas expresiones ocurren en las regiones occidental y suroriental del área estudiada. Consiste principalmente de flujos de piroclastos, depósitos de caída, flujos de lava ácida, intermedia y básica, y cuerpos intrusivos que se encuentran de fracturados a muy fracturados. Las unidades que representan a este grupo de rocas son: intrusivo granítico, andesita, riolita, tobas riolíticas y basaltos.

El marco estructural de la geología del área a ordenar es producto de los esfuerzos compresivos de los movimientos tectónicos de la Orogenia Laramide, seguidos de una tectónica transcurrente y finalmente un evento extensional que dio como resultado la morfología actual de la región. El Terciario termina con un conglomerado de mediana compacidad, sus principales afloramientos se encuentran en la porción centro occidental del área de estudio.

Finalmente, los sedimentos del Cuaternario están representados por un conglomerado de baja compacidad y por sedimentos aluviales y fluviales recientes; en ambas unidades predominan las gravas, arenas y arcillas con poca o nula compacidad, esta unidad se presenta en los abanicos aluviales al pie de las sierras y al centro de los valles en las planicies y lechos de los ríos.

Las rocas Mesozoicas presentan un plegamiento asimétrico, marcadas por un amplio radio de curvatura, tienen una dirección predominante de NW050 a 150SE, localizadas en Sierra Azul y Cerro El Caballo. Las rocas volcánicas están afectadas por fallas normales, asociadas a la provincia de Cuencas y Sierras.

Los rasgos estructurales más sobresalientes son cuatro sistemas de fallamiento y una etapa de divergencia neotectónica evidenciada por las fallas Las Margaritas, Las Huertas y El Tarais. El primero de ellos corresponde a fallas de componente normal, entre las que destacan entre otras El Huérfano, Minillas, El Embudo, La Boquilla y Sacramento, con una dirección predominante NW100 a 400SE y buzamientos que varían entre 700 y 850 tanto al NE como al SW, este sistema delimita bloques levantados y fosas tectónicas, afecta a rocas volcánicas Terciarias. El segundo en importancia presenta una dirección E-W con buzamientos menores a 500, consiste de fallas normales con componentes de desplazamiento lateral, se encuentra dislocando al primer sistema, las más importantes son El Rejón, El Edén y San Diego.

El tercer sistema tiene un rumbo NE400 a 550 SW, con buzamiento que varía de 450 a 600, está formado por fallas normales, entre las que destacan Presa Chihuahua y El Rincón. El último presenta una dirección N-S y buzamientos mayores de 800, se encuentra formado por fallas normales con componentes de desplazamiento lateral, tales como El Madroño, Plateros, El Mogote y La Tinaja Blanca entre otras.

En Paloma se inicia uno de éstos con las serranías de Huerachi, Majalca, La Campana, El Nido, El Pajarito y Sierra Azul, terminando en Buenaventura; otro está formado por las serranías de La Silla, El Charco, Mápula, y El Cerro Grande y un tercero que principia en la cantera y recibe las denominaciones de Nombre de Dios, El Cobre, La Parrita y Ojo Laguna.

La ciudad de Chihuahua se encuentra flanqueada por los cerros "El Coronel" y "Cerro Grande" el cual tiene una altitud de 2,300 msnm. El valle de Chihuahua-Sacramento se ubica al norte del área y cubre parte del municipio de Chihuahua, al este se ubica la sierra Nombre de Dios, en donde destaca el cerro Chilicote. Al occidente limita con las sierras El Mogote y Azul, al norte por una alta topografía que limita a este valle con el de El Saúz-Encinillas y al sur por un estrechamiento de las sierras mencionadas.

***Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.***

### Rasgos Geomorfológicos

Los rasgos geológicos son por demás estables, nos encontramos en una región firmemente enclavada en el centro de una extensa meseta, bordeada por los dos sistemas orográficos de la región norte del continente. La conformación litológica es eminentemente a base de conglomerados sedimentarios. En menor cuantía, existen puntos de afloramiento de rocas ígneas, principalmente amalgamas de riolita y toba andesítica en el cuerpo de los cerros de una altura ya considerable. Algunas secciones de la mancha urbana se asientan en terrenos con rocas que dificultan la introducción de infraestructura, encareciendo costos. Su territorio es plano y está ubicado en la parte media del estado, teniendo llanuras que se prolongan desde las inmediaciones de la cabecera municipal hasta sus límites con Ahumada y por el sur desde la Fundación hasta Mápula y Horcasitas; al suroeste comprende gran parte de la mesa de Paloma, estando limitadas por sistemas orográficos paralelos, orientados de sur a norte

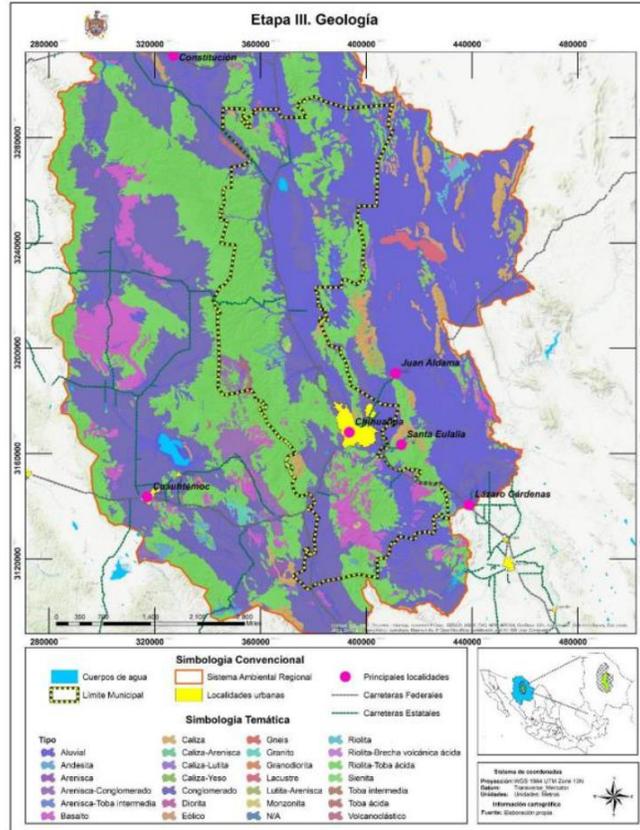


Figura 12 Geología del sitio del Proyecto.

Las rocas ígneas se manifiestan prácticamente en toda el área de estudio, sin embargo, sus máximas expresiones ocurren en las regiones occidental y suroriental del área estudiada. Consiste principalmente de flujos de piroclastos, depósitos de caída, flujos de lava ácida, intermedia y básica, y cuerpos intrusivos que se encuentran de fracturados a muy fracturados. Las unidades que representan a este grupo de rocas son: intrusivo granítico, andesita, riolita, tobas riolíticas y basaltos.

El marco estructural de la geología del área a ordenar es producto de los esfuerzos compresivos de los movimientos tectónicos de la Orogenia Laramide, seguidos de una tectónica transcurrentes y finalmente un evento extensional que dio como resultado la morfología actual de la región. El Terciario termina con un conglomerado de mediana compacidad, sus principales afloramientos se encuentran en la porción centro occidental del área de estudio.

Finalmente, los sedimentos del Cuaternario están representados por un conglomerado de baja compacidad y por sedimentos aluviales y fluviales recientes; en ambas unidades predominan las gravas, arenas y arcillas con poca o nula compacidad, esta unidad se presenta en los abanicos aluviales al pie de las sierras y al centro de los valles en las planicies y lechos de los ríos.

Las rocas Mesozoicas presentan un plegamiento asimétrico, marcadas por un amplio radio de curvatura, tienen una dirección predominante de NW050 a 150SE, localizadas en Sierra Azul y Cerro El Caballo. Las rocas volcánicas están afectadas por fallas normales, asociadas a la provincia de Cuencas y Sierras.

Los rasgos estructurales más sobresalientes son cuatro sistemas de fallamiento y una etapa de divergencia neotectónica evidenciada por las fallas Las Margaritas, Las Huertas y El Tarais. El primero de ellos corresponde a fallas de componente normal, entre las que destacan entre otras El Huérfano, Minillas, El Embudo, La Boquilla y Sacramento, con una dirección predominante NW100 a 400SE y buzamientos que varían entre 700 y 850 tanto al NE como al SW, este sistema delimita bloques levantados y fosas tectónicas, afecta a rocas volcánicas Terciarias. El segundo en importancia presenta una dirección E-W con buzamientos menores a 500, consiste de fallas normales con componentes de desplazamiento lateral, se encuentra dislocando al primer sistema, las más importantes son El Rejón, El Edén y San Diego.

El tercer sistema tiene un rumbo NE400 a 550 SW, con buzamiento que varía de 450 a 600, está formado

por fallas normales, entre las que destacan Presa Chihuahua y El Rincón. El último presenta una dirección N-S y buzamientos mayores de 800, se encuentra formado por fallas normales con componentes de desplazamiento lateral, tales como El Madroño, Plateros, El Mogote y La Tinaja Blanca entre otras.

En Paloma se inicia uno de éstos con las serranías de Huerachi, Majalca, La Campana, El Nido, El Pajarito y Sierra Azul, terminando en Buenaventura; otro está formado por las serranías de La Silla, El Charco, Mápula, y El Cerro Grande y un tercero que principia en la cantera y recibe las denominaciones de Nombre de Dios, El Cobre, La Parrita y Ojo Laguna.

La ciudad de Chihuahua se encuentra flanqueada por los cerros "El Coronel" y "Cerro Grande" el cual tiene una altitud de 2,300 msnm. El valle de Chihuahua-Sacramento se ubica al norte del área y cubre parte del municipio de Chihuahua, al este se ubica la sierra Nombre de Dios, en donde destaca el cerro Chilicote. Al occidente limita con las sierras El Mogote y Azul, al norte por una alta topografía que limita a este valle con el de El Saúz-Encinillas y al sur por un estrechamiento de las sierras mencionadas.

La cuenca es de origen tectónico. Al noreste de la ciudad se ubica una porción del valle Tabalaopa-Aldama, bordeado por las sierras: Nombre de Dios al occidente, Peña Blanca y la Gloria al oriente El predio del proyecto es plano con una ligera pendiente hacia el Norte.

### Edafología.

Dada la gran extensión territorial y las variaciones de origen geológico y morfológico del área a ordenar, existe una diversidad de 371 unidades específicas de suelo; sin embargo, para fines de la descripción de este componente, se agrupan utilizando como referencia a la clasificación general de unidad dominante del suelo y clase textural, de acuerdo al sistema de clasificación de la FAO, adaptado por el INEGI.

Con base en lo anterior, en el municipio de Chihuahua se encuentran presentes 11 grupos edáficos, los cuales se listan en la Tabla 26

SUELO PRIMARIO	SUPERFICIE EN HECTAREAS
Regosol	327,693.92
Xerosol	212,140.25
Litosol	99,421.26
Feosem	66,584.78
Yermosol	52,473.78
Solonetz	38,658.99
Ranker	26,072.76
Rendzina	12,148.37
Cuerpo de agua	1,396.97
Vertisol	1,315.27

Tabla 20. Edafología

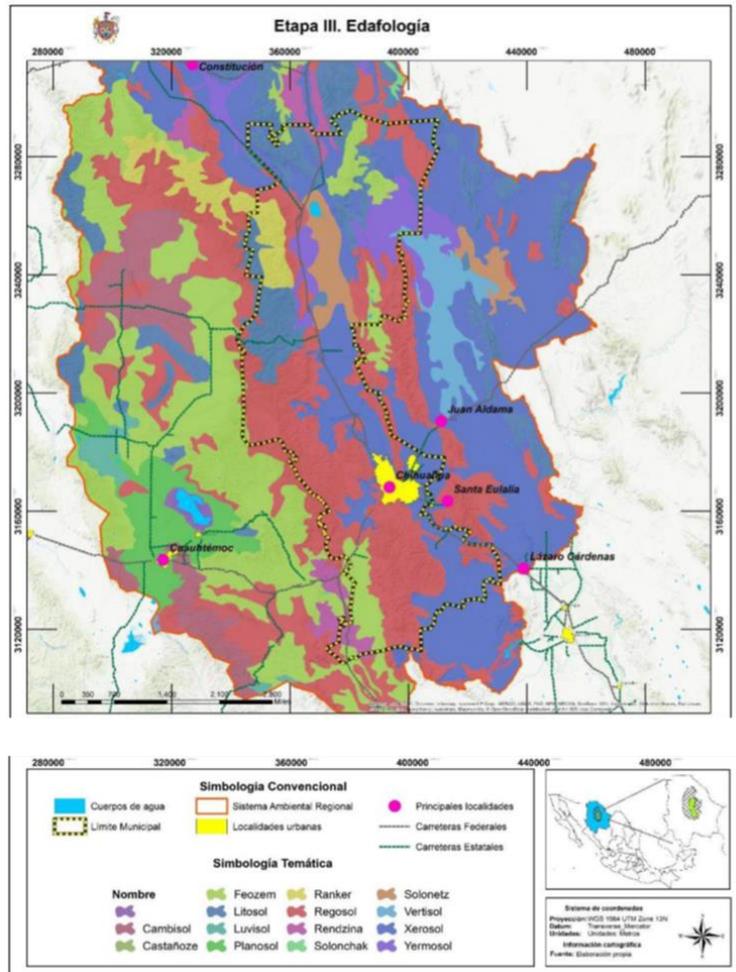


Figura 13 Edafología

La distribución espacial de los grupos edáficos presentes en el municipio de Chihuahua se puede conocer identificando predominantemente el suelo Regosol, el cual se simboliza en color guinda y tiene presencia en el centro y suroeste del límite municipal. Respecto a superficie, el grupo Regosol es seguido por el Xerosol el cual se representa en color azul y se distribuye por el norte y centro del municipio.

Suelos Dominantes en el Municipio de Chihuahua

- Leptosol (36.7%), Phaeozem (18.3%), Luvisol (12.2%), Calcisol (6.7%), Cambisol (5.8%), Regosol (5.0%),
- Solonetz (4.1%), Fluvisol (2.6%), Chernozem (2.1%), Vertisol (1.1%), Kastañozem (1.1%), Durisol (0.9%) y
- Solonchak (0.5%)

Enseguida se describen las particularidades de cada grupo edáfico.

Los Regosoles son los suelos que se encuentran en primer lugar de importancia en el municipio de Chihuahua (39.11%). Se caracterizan por ser originados a partir de rocas duras y consolidadas, su producción por lo general es muy escasa y su manejo es complicado.

Los Xerosoles son el segundo tipo de suelo más importante por su extensión municipal (25.32%). En general el rendimiento agrícola de estos suelos está en función a la disponibilidad de agua para riego. El uso pecuario es frecuente. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad.

Los Litosoles son los suelos clasificados en tercer lugar de dominancia en el área, pues cubren el 11.87% del territorio y están dispersos por todo el municipio. Se encuentran en su mayor parte sobre topofomas de sierras como la del Nido, La Campana, y la Sierra Azul y, además, en lomeríos, bajadas y mesetas. Por sus características superficiales no son aptos para la agricultura, su utilización es pecuaria cuando presentan vegetación de pastos y matorrales aprovechables por el ganado, y el aprovechamiento forestal en las áreas con bosques, actividades que deben ser muy controladas, pues incrementan los problemas de erosión, por lo que en muchas ocasiones es más conveniente utilizarlos para fines de conservación de la vida silvestre y producción de servicios ambientales.

Los Feozems se encuentran distribuidos en varias secciones del municipio, abarcando un 7.95%. En el centro oeste, se encuentra este suelo en la Sierra de Majalca en porciones del Parque Nacional Cumbres de Majalca, los ejidos La Soledad de Majalca, El Sandillal de San Marcos y hacia el oeste de la zona búfer en varios predios pertenecientes al municipio de Riva Palacio; En la sección norte se halla este suelo en varios predios particulares al noreste del Sauz cerca de Ojo Laguna, y en partes del ejido de Encinillas, Las Colonias Nuevo Delicias, Santa Cruz de Peñoles, y varios predios particulares; en la zona conurbada del municipio se identifica una franja feozem que corre a ambos márgenes del río Sacramento frente a la Sierra de Nombre de Dios; hacia el centro en ejido Labor de Dolores, ejido La Haciendita, Colonia el Charco y otros varios predios limítrofes al municipio y fuera de él, también hacia el sur de la zona búfer se encuentran en predios de los municipios de Riva Palacio, General Trías y Rosales. La fertilidad natural de estos suelos es elevada y, cuando las condiciones topográficas lo permiten, producen buenas cosechas. Sustentan bosques de pino y encino, pastizal natural, matorral desértico micrófilo y diversas áreas son dedicadas a la agricultura de riego y temporal.

El tipo Yermosol en el área de ordenamiento se identifican unidades en cuatro sectores y ocupa el 6.26% de la superficie del municipio, una al extremo noroeste del municipio en predios colindantes con el municipio de Buenaventura; otra parte se ubica a partir del Km 61 de la carretera ChihuahuaCd. Juárez y hasta los ejidos El Faro, y Los Sauces; una tercera se orienta en predios al norte y oeste del Ejido Encinillas con rumbo de la laguna del Cuervo en el municipio de Aldama; Finalmente al sureste se localizan dos áreas de Yermosol; una sobre un cordón que corre a través del ejido Ciénega de los Padres, Col. Abraham González, Ejido San José y varios predios particulares; y otra en los alrededores del poblado San Antonio del municipio de Aquiles Serdán. El uso agrícola del Yermosol está restringido a las zonas donde se puede contar con agua de riego. Cuando existe este recurso y buena tecnología los rendimientos esperados normalmente son muy altos.

Existen tres unidades de suelo Solonetz ubicados hacia el norte del área de ordenamiento ocupa el 4.61%, dos unidades se localizan al este de la localidad del Sauz, siendo este el tipo de suelo el que corresponde al área del vaso de la laguna de encinillas, una tercera unidad se localiza al este en del área búfer en predios del municipio de Aldama. Debido al anegamiento de las áreas, y a las concentraciones de sodio, una gran parte se encuentran desprovistos de vegetación y en otros la vegetación se encuentra muy dispersa, de tal manera que las cantidades de materia orgánica son extremadamente bajas. En este tipo de suelo, sólo crece vegetación adaptada como la vegetación halófila y el pastizal halófilo. El tipo de suelo Ranker ocupa el 3.11% de la superficie del territorio municipal; se caracterizan por localizarse sobre rocas silíceas, en lugares de bajas temperaturas, montañosos y con pendientes marcadas, carece de carbonatos. Los suelos Rendzina se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados, pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

Estos suelos se distribuyen en tres sectores del área de ordenamiento: una parte se ubica al norte, encontrándose en predios colindantes del municipio de Ahumada y a partir del Km. 122 de la carretera Chihuahua a Ciudad Juárez; Otra parte al sureste y dentro del municipio de Rosales se encuentran unidades Rendzina en los predios; Ex hacienda de Bachimba, Barranco Blanco, Los Alazanes, Nuevo Julimes y la Colonia Alfredo Chávez; Finalmente Al Suroeste del ordenamiento en el municipio de Satevó también se hallan rendzinas en los ejidos San Antonio de los Chacón, San Antonio y anexas, y San Juan Bautista. Los Vertisoles se encuentran hacia el noreste del municipio en los ranchos San Esteban y Ojo del Venado; por otra parte, se halla en la zona de amortiguamiento en predios fuera de los límites municipales; en el municipio de Aldama se hallan vertisoles en predios al norte del Ejido Aldama y al sureste extremo del municipio; en la colindancia con el municipio de Rosales se ubican vertisoles en los predios de: El Refugio, Moncayo, Monterde y Tres Palos.

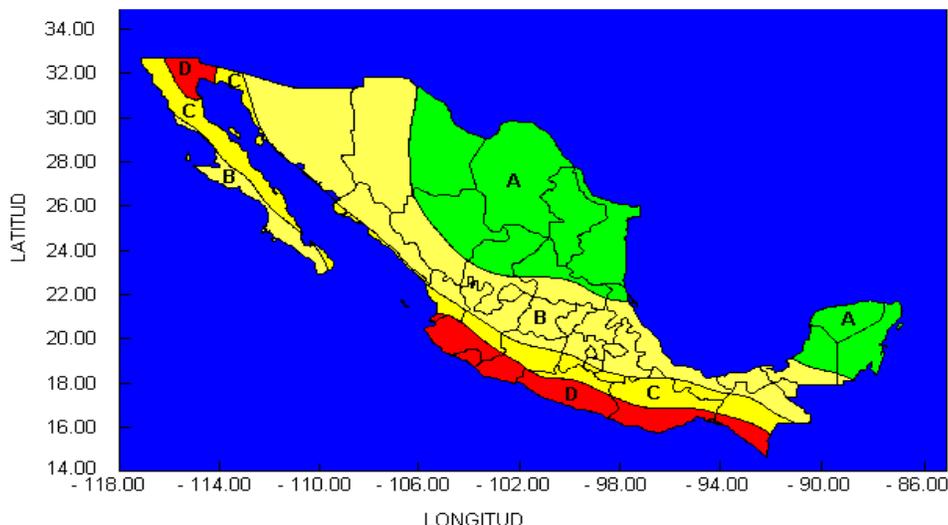
Por último en esta descripción de la edafología es necesario señalar que existen algunas superficies del área de ordenamiento que no se han caracterizado como unidades de tipo de suelo, pues no se han identificado debido a características extraordinarias derivadas de su uso o cobertura con condiciones particulares, esta situación aplica a las áreas que están cubiertas por cuerpos de agua, como el caso de la laguna de Encinillas, así como los vasos de las presas del municipio de Chihuahua; también en las áreas urbanizadas donde el suelo ha sido cubierto o modificado por la infraestructura construida existen omisiones en la delimitación y caracterización las unidades edafológicas originales. Sin embargo, ocurre en áreas donde el uso y vocación natural ya están históricamente desarrolladas, y para los que, bajo la escala de ordenamiento, probablemente sea difícil revertir, modificar o encontrar usos más óptimos a los que en general tienen actualmente esas áreas.

En la zona del proyecto el suelo es predominantemente calichoso - arcilloso.

#### **Sismicidad.**

De acuerdo con la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, la Ciudad de Chihuahua, Chihuahua., queda comprendida dentro de la Zona B, son zonas intermedias, se registran sismos no tan frecuentemente, o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan 70% de la aceleración del suelo.

**Carta sísmica de la república mexicana**



**Figura 14 Regionalización Sísmica de la República Mexicana**

El día 21 de septiembre de 2013 el Servicio Sismológico Nacional (SSN) reportó un sismo con magnitud 5.4 localizado a 54 km al suroeste de la Cd. de Delicias, en el estado de Chihuahua. El sismo, ocurrido a las 07:16 hora (hora del centro de México), fue sentido en la capital del estado, así como Delicias y Santa Gertrudis entre otras comunidades. Las coordenadas del epicentro son 27.79 latitud N y 105.78 longitud W y la profundidad es de 3 km. A partir del 27 de agosto del presente año se empezó a registrar gran actividad sísmica en esa región, desde entonces el SSN ha reportado 57 sismos, de estos los mayores a 4.0.

La zona del proyecto no está catalogada como sísmica ni volcánica

Descripción del sismo	
Fecha	21-09-2013
Hora	12:56:51
Latitud	27.79
Longitud	105.78
Profundidad	20
Magnitud	3 km

**Tabla 21. Descripción del sismo del 2013 ocurrido en Delicias, Chih.**

**Derrumbes o hundimientos,**

Son depresiones en el terreno, originadas principalmente por colapso, producto de la disolución de los carbonatos, que son el componente principal de las rocas que afloran en la región. Cuando estas rocas entran en contacto con el agua tienden a disolverse formando cavidades en la superficie (dolinas, uvalas y poljés) y en el interior de las estructuras plegadas llegan a formar cavidades. Ejemplo de este fenómeno son las grutas Nombre de Dios, a poca distancia del municipio, con dirección al norte. En el territorio municipal de Chihuahua hay cuevas y oquedades de menores dimensiones.

Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.

### Inundaciones

Las inundaciones se pueden producir como consecuencia de lluvias intensas o continuas que sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, o como resultado de desbordamiento de cuerpos de agua como presas o ríos. Aunque el municipio de Chihuahua se localiza en una de las regiones semiáridas del país, hay que considerar que cuenta con algunas presas, ríos y arroyos que se encuentran inmersos o cercanos a centros poblacionales y que por tanto hacen que el tema de las inundaciones deba ser analizado con atención. En el municipio de Chihuahua las inundaciones se pueden llegar a producir en las zonas aledañas a los ríos que cruzan la ciudad, particularmente en la temporada de lluvias. Con la ayuda de drones equipados con cámaras, se hizo un reconocimiento aéreo de los cauces urbanos para revisar las condiciones en las que se encuentran.

Paralelamente, con la ayuda de software especializado, se hicieron simulaciones y cálculos sobre el comportamiento del agua en inundaciones hipotéticas, todo esto en distintos escenarios de tiempo, denominados "periodos de retorno", y que van de algunos pocos años hasta plazos de 200 años. Las inundaciones no solamente pueden producir daños económicos en las unidades de producción agrícola, sino que incluso pueden comprometer seriamente el patrimonio y aún la salud de las personas en determinadas zonas.

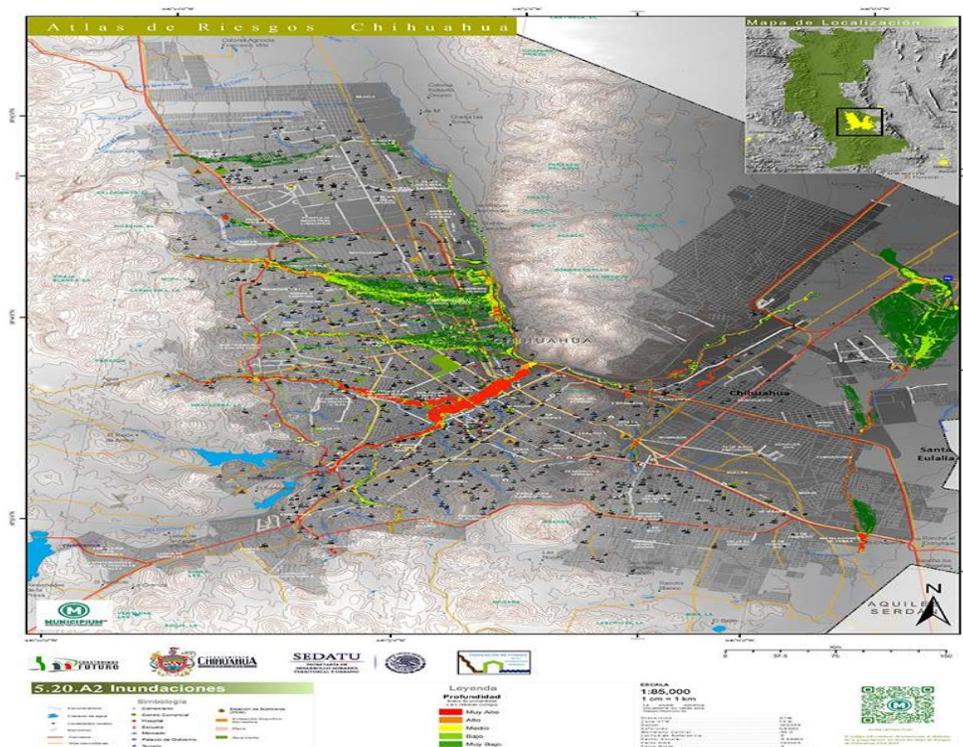


Figura 15 Mapa de Inundaciones

Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.

## **Volcanes**

El municipio de Chihuahua se localiza en una zona de poca actividad sísmica. Dentro del territorio municipal sólo se tiene registro de un volcán, el Huérfano, sin embargo, el último evento de vulcanismo que se registra en la zona data del periodo Cretácico, aproximadamente hace 100 millones de años, por lo que se considera que el peligro de vulcanismo en la región es mínimo

**Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.**

## **Fallas geológicas / Fracturas geológicas**

En el municipio se hallaron evidencias de algunos puntos con agrietamiento superficial de suelos en la parte noreste del Municipio (en localidades cercanas a la Laguna Ojo Laguna) y en las inmediaciones de la ciudad en zonas próximas a las elevaciones en el área conurbada, siendo muchas veces poco perceptibles. Al norte del municipio cerca de El Faro y el Sauce, se identificaron una serie de grietas que se presume se originan en temporada de secas cuando el nivel de la laguna baja y se da un proceso de expansión-reducción edáfica que da lugar a pequeños agrietamientos del suelo.

**Fuente: Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua.**

## **Hidrología**

### **Hidrología superficial.**

El municipio de chihuahua pertenece a la región Hidrológica Rio Bravo (No. 24) y región Hidrológica Cuencas Cerradas del Norte (No. 34). Estas regiones hidrológicas son formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas como las unidades básicas para la gestión de recursos hídricos. Los límites de las regiones respetan los municipales, para facilitar la administración e integración de datos socioeconómicos (CONAGUA, 2015). La región Hidrológica No. 34 se compone dentro del municipio de 3 cuencas: la cuenca Arroyo El Carrizo y Otros, la cual se subdivide en tres subcuencas; la cuenca Río del Carmen, la cual cuenta con una subcuenca y la cuenca Cerrada de la Laguna de Bustillos y de los mexicanos, con una subcuenca. Enseguida se describen las características de cada subcuenca. Cuenca Arroyo El Carrizo y Otros, Subcuenca Laguna de Encinillas La Laguna de Encinillas capta prácticamente todos los escurrimientos que se generan en su cuenca, la que es de dimensiones relativamente importantes, pues alcanza 8.2 kilómetros de largo en dirección norte-sur y unos 4.0 kilómetros de anchura media en dirección este-oeste. El parteaguas que la limita tiene un desarrollo aproximado de 260 kilómetros. Entre los alimentadores de la Laguna de Encinillas se encuentra el Arroyo El Madroño que nace en la Sierra La Campana y que llega al Arroyo El Sauz en dirección oeste este. También se alimenta del Arroyo del Mulato afluente izquierdo del anterior.

Al sur de la Sierra Las Agujas nace el Arroyo El Buey que baja del suroeste, después se desvía hacia el noreste y luego de cruzar la carretera Chihuahua-Ciudad Juárez se une al Arroyo Papurín para posteriormente unirse al Arroyo El Sauz. El Arroyo El Sauz nace con el nombre de Arroyo El Álamo, que se forma con numerosos afluentes al suroeste de la continuación de la Sierra Paporín y descubre una curva muy amplia con tramos sucesivos de recorridos; a la altura del Peñol, cambia su nombre a Arroyo El Sauz, continúa su trayectoria hacia el norte para desembocar en la Laguna de Encinillas, recibiendo al Arroyo Papurín. Otro afluente importante es el Arroyo Santa Clara, que nace de la

unión de algunos afluentes en el Cañón de Santa Clara; su trayectoria es en dirección oeste-este, y antes de desembocar en la Laguna de Encinillas cambia su dirección el noreste. Cuenca Hidrológica Arroyo El Carrizo y Otros, Subcuenca Hacienda de Agua Nueva Cuenca de tipo endorreica de forma irregular. Dentro de esta cuenca se generan arroyos de longitud y área drenada considerable, como el caso de los arroyos Las Damas, El Pulpas, Las Barrancas de las Burras y Peña Blanca, que corresponden a corrientes formadas en el parteaguas occidental.

La Laguna de Hormigas es el principal accidente hidrográfico de la cuenca, situada en su parte más baja, recibe numerosos cauces dispuestos en forma radial, que normalmente aportan escurrimientos escasos solo en tiempo de lluvias.

Cuenca Hidrológica Arroyo Carrizo y Otros, Subcuenca Laguna el Diablo. Red hidrográfica de tipo dendrítico, de baja densidad, debido a la alta resistencia a la erosión que presentan las rocas que afloran sobre todo en el límite oriental del acuífero, que corresponde con la vertiente occidental de la Sierra Peña Blanca. No se observan arroyos de importancia, solo algunos confinados en estrechas cañadas que descienden del flanco oeste de la sierra antes mencionada. Cuenca Río Del Carmen, Subcuenca del Río Santa Clara La Cuenca del Río Santa Clara corresponde a una cuenca abierta de forma alargada y una pendiente general de baja a moderada. Hidrológicamente está delimitada en la porción occidental al sur por la Sierra Chuchearte, al centro por la Sierra Manzanillas y al norte por la Sierra Las Tunas. En la porción oriental se delimita al sur por la Sierra Victorino, al centro por la Mesa La Pinosa, Cerro La Campana y Sierra el Nido, y al norte por la Sierra Pajarito. En la zona sur está delimitada por los Cerros Palmillas y Las Lajas.

En el norte de la cuenca se encuentra su punto de drenaje que se ubica en la Presa Las Lajas. La corriente superficial más importante es el Río Santa Clara, escurre de sur a norte y nace en el Arroyo Tepehuanes. Al sureste del Ejido Benito Juárez, se une con el arroyo del Concheño y a partir de este enlace toma el nombre de Río Santa Clara con dirección al norte, pasando la población de Santa Clara. Presenta aportes en temporada de lluvias de varios arroyos, entre los que destacan La Cartuchera, El Pino, Piedra de Lumbre, El Agua, Las Tunas Mileñas, El Infierno, Lechuguillas y El Gabinete, mientras que por la margen derecha se unen los arroyos Los Lagartos, Palomino, Los Álamos y Los Frailes. Cuenca Cerrada de la Laguna de Bustillos y de los Mexicanos, Subcuenca Laguna de Bustillos Sus escurrimientos provienen de las serranías Sierra de San Bernabé y Cerro de San Andrés hacia el este; los cerros Águila y San Antonio hacia el sur, mientras que al oeste se encuentra el Cerro de San Ignacio. Los principales arroyos que fluyen por la cuenca y alimentan la Laguna de Bustillos son el Arroyo la Quemada, el cual recibe un afluente llamado Arroyo de Agua, Arroyo Santa Elena, cuyos afluentes son el Arroyo El Gato y el Arroyo La Guajolota, el Arroyo de Bustillos hacia el noreste, Arroyo San Antonio por el suroeste; Arroyo de Napabechi hacia el sureste. Al noreste de la cuenca existe una zona con drenaje pluvial deficiente, por lo que comúnmente en periodo de lluvias aparecen numerosas pequeñas lagunas.

#### **REGIÓN HIDROLÓGICA NO. 24, RÍO BRAVO**

Esta región se localiza en la mesa del norte comprendida entre las latitudes 25°03' y 31°47' de latitud norte y 102°21' y 107°44' de longitud oeste abarca un área aproximada de 95,000 kilómetros cuadrados, incluye la mayor parte del Estado de Chihuahua, y una pequeña porción de los Estados de Durango y Coahuila. Esta región se distribuye en una superficie de 78,303.51 kilómetros

cuadrados dentro del Estado de Chihuahua que representa el 30.9% del total en la entidad, siendo su precipitación media anual de 389 milímetros (DOF, 10/11/2015).

El acuífero Tabalaopa-Aldama, clave 0835, está emplazado en la Región Hidrológica 24 BravoConchos y forma parte de la Cuenca Hidrológica Río Conchos-Presa El Granero; dentro de la Subcuenca Río Chuviscar. Las corrientes superficiales que se presentan en la superficie del acuífero son efímeras y estacionales, en periodos de estiaje no existe flujo en los arroyos, mientras que en el Río Chuviscar existe un escurrimiento prácticamente continuo debido a la descarga de aguas residuales tratadas de la Ciudad de Chihuahua. Los principales arroyos afluentes del Río Chuviscar son El Mimbres, ubicado al norte, Los Nogales al sur y El Cacahuatal y Santa Eulalia en la porción sureste.

El tipo de drenaje predominante es el dendrítico-paralelo, mientras que el tipo radial se presenta en menor proporción. El primer caso predomina en la porción centro-norte de acuífero, las rocas que afecta este tipo de drenaje generalmente son de composición volcánica; mientras que en la Sierra El Cuervo también afecta a rocas sedimentarias. El drenaje radial en esta zona únicamente se observa en los cerros El Coronel y Cerro Grande. En la porción sureste del acuífero el drenaje es dendrítico rectangular y poco desarrollado, afecta a rocas sedimentarias y se encuentra drenando de sureste a noroeste sobre el Arroyo Santa Eulalia. Cuenca Río San Pedro, Subcuenca Río Santa Isabel Es una cuenca exorreica de forma irregular. El Río San Pedro está formado por los ríos Satevó, Santa Isabel y Santa Cruz. El Río Satevó nace cerca de la población de Carichí, siguiendo una trayectoria con dirección oeste-este, pasando por San Francisco de Borja hasta su confluencia con el Río Santa Isabel. Este último nace cerca de la población de Santa Rosa, sigue una dirección noroeste-sureste, pasando por los poblados de Riva Palacio y General Trías, recibiendo en su margen izquierda los arroyos Salicia, San Gaspar y Carboneros, hasta su confluencia con el Río Satevó.

En la Figura 16 se muestran las 15 subcuencas hidrológicas que tienen influencia en el municipio de Chihuahua.

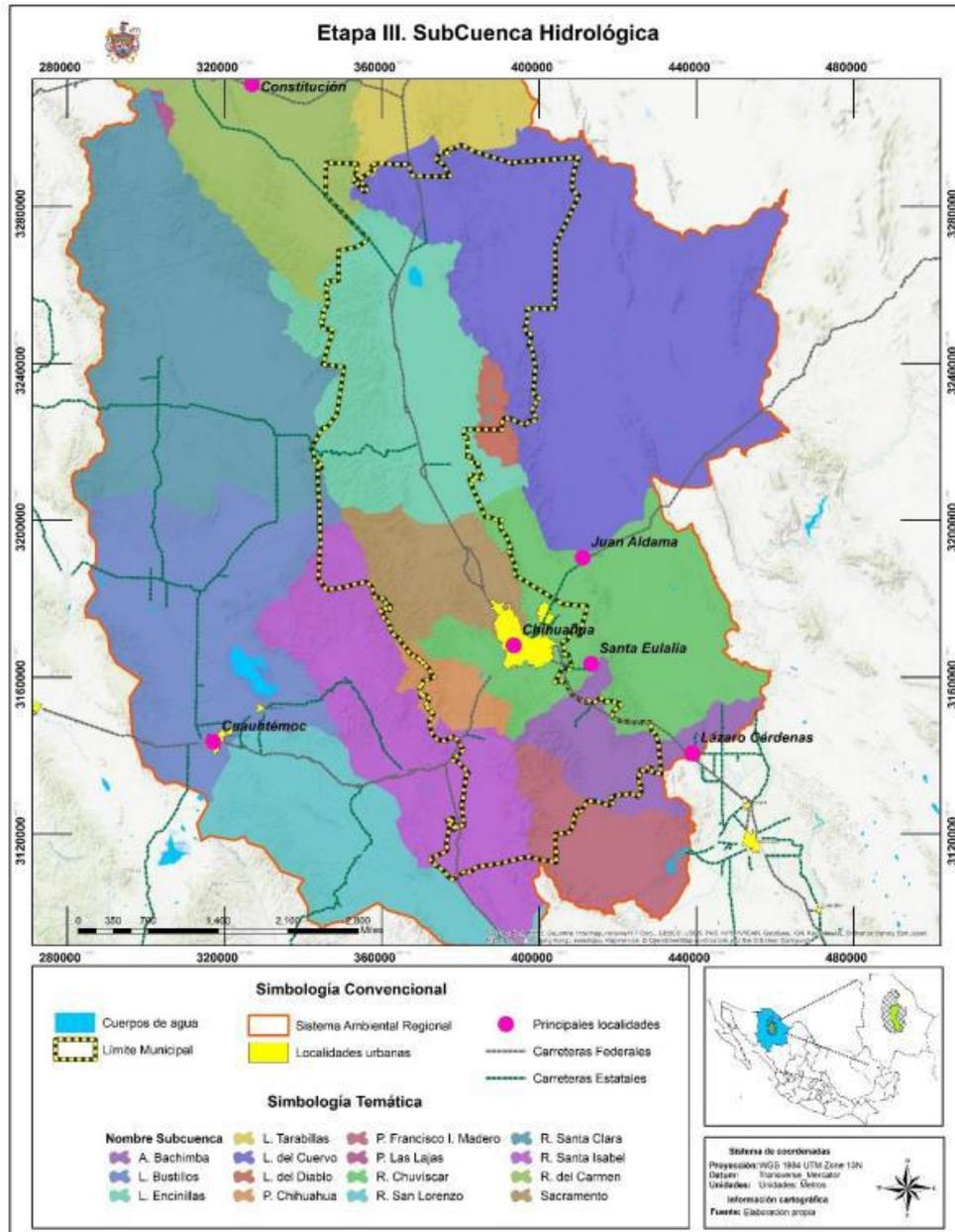


Figura 16 Hidrología Superficial en el sitio del Proyecto.

En la figura anterior se simboliza en color azul cielo la subcuenca L. Encinillas, la cual cubre el 31.44% de la superficie municipal y se localiza al norte del límite administrativo. Por superficie, la subcuenca L. Encinillas es seguida por la L. del Cuervo la cual se representa en color morado ubicándose en la zona sur del municipio y cubriendo el 19.75% de la superficie total. La subcuenca Sacramento cubre el 12.68% de Chihuahua simbolizándose en color café fuerte, ésta se localiza en la parte noroeste de la mancha urbana.

El resto de la superficie municipal está ocupada por las 12 subcuencas restantes, las cuales ocupan menos del 9% de la superficie.

Embalses y cuerpos de agua (presas, ríos, arroyos, lagos, lagunas, sistemas lagunares, etc.), existentes en el predio del proyecto o que se localicen en su área de influencia. Localización y distancias al predio del proyecto.

Dentro del área de influencia del proyecto no se localizan embalses o cuerpos de agua

A 2.5 km. metros al norte se encuentra el río Chuvíscar.

A 9.25 km. metros al suroeste se encuentra la presa el Rejón.

### **Análisis de la calidad del agua.**

Ningún cuerpo o embalse será afectados directa o indirectamente en alguna de las etapas del proyecto.

### **Hidrología Subterránea**

Los acuíferos tienen varias funciones: productora, ya que produce agua para el consumo humano, industrial y agropecuario y suministra agua para mantener los cursos de agua superficiales; reguladora, en la medida en que alimenta de agua a esteros y otros humedales y evita inundaciones, absorbiendo el exceso de agua de las lluvias intensas; y estratégica, puesto que provee el agua subterránea como fuente de energía eléctrica o térmica (Rojas, 2010).

El municipio de Chihuahua se abastece de 13 acuíferos: Santa Clara, Cuauhtémoc, Flores Magón, Villa Ahumada, El Sauz-Encinillas, Laguna el Diablo, Laguna de Hormigas, Laguna de Tarabillas, Alto Río San Pedro, Aldama-San Diego, Villalba, Meoquí-Delicias, Chihuahua-Sacramento y Tabalopa Aldama, lo anterior de acuerdo con la información cartográfica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). De dichos acuíferos con claves 0822, 0805, 0821, 0807, 0815, 0824, 0814, 0838, 0836, 0840, 0831, 0830, 0835 respectivamente, el 46.15% de ellos presentan déficit en la disponibilidad de agua subterránea según la información publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) actualización 2015.

Acuífero	Recarga media anual	Descarga Natural Comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	Disponibilidad de agua subterránea	Déficit
Santa Clara	59.4	35.8	36.011483	0	-12.41
Cuahtémoc	115.2	0	312.239507	0	-197.03
Flores Magón-Villa Ahumada	137.5	0	247.884547	0	-110.38
El Sauz-Encinillas	62.4	0	90.325299	0	-27.92
Laguna el Diablo	0.8	0.6	0.182365	0.017635	0
Laguna de Hormigas	25.5	0	16.763057	8.736943	0
Laguna de Tarabillas	36.4	0	4.014875	32.385125	0
Alto Rio San Pedro	56.3	29.1	16.676837	10.513163 0	0
Aldama-San Diego	62.5	1.5	41.573119	19.426881	0
Villalba	17.5	4.4	4.92694	8.17306	0
Meoqui-Delicias	211.2	0	383.394057	0	-172.19
Chihuahua-Sacramento	56.6	0	102.064616	0	-45.46
Tabalaoa-Aldama	76.5	4.3	59.833264	12.366736	0

\*Las unidades de medición son cifras en millones de metros cúbicos anuales.

**Tabla 22. Disponibilidad de aguas subterráneas**

En la Figura 4 se muestra la distribución espacial de los 13 acuíferos del área de ordenamiento, identificando en color azul rey el acuífero El Sauz-Encinillas, quien cubre mayoritariamente la superficie municipal. Seguido del acuífero Chihuahua-Sacramento simbolizado en color café y que predomina al centro del límite administrativo. El resto de los acuíferos se localizan principalmente en la zona norte y sur del municipio.

### 5.3.1. PROYECTO

Con relación a la Planta **ENERGETICA CARVEL, S.A. de C.V.**, se realizó una consulta en un radio de 500 metros, en el sitio <http://www.atlasmunicipalderiesgos.gob.mx/>, y en el Google earth además de los recorridos, dichas herramientas arrojaron la información descrita en la siguiente tabla.

TIPO DE ZONA VULNERABLE DE POBLACIÓN	NOMBRE DE LA ZONA VULNERABLE DE POBLACIÓN	UBICACIÓN (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	DISTANCIA A LA INSTALACIÓN/PROYECTO/POZO (M)
Localidad	Chihuahua	SE	3,963.57
Colonia	Se ubican dos colonias, consultar Anexo 12	E y al NE	210 y 308.92

**Tabla 23. Tabla 10 Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.**

TIPO DE COMPONENTE AMBIENTAL	NOMBRE	DESCRIPCIÓN BREVE	UBICACIÓN (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	DISTANCIA A LA INSTALACIÓN/PROYECTO/POZO (M)
<b>Cuerpo de agua</b>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<b>Área Natural protegida</b>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<b>Área Natural protegida</b>	No existe ANP dentro del radio de 500 metros	No aplica	No aplica	No aplica
<b>Región Marina Prioritaria</b>	No existe Región Marina, dentro del radio de 500 metros	No aplica	No aplica	No aplica
<b>Región Terrestre Prioritaria</b>	No existen RTP en el sitio de la Estación de Servicio, dentro del radio de 500 metros.	No aplica	No aplica	No aplica
<b>Área de importancia para la conservación de las aves</b>	No se ubica dentro de alguna AICA, dentro del radio de 500 metros	No aplica	No aplica	No aplica

**Tabla 24. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.**

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	NOMBRE/DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	DISTANCIA A LA INSTALACIÓN/PROYECTO/POZO (M)
<b>Ducto</b>	Planta Ávalos - Celulosa Anáhuac	O	94.04
<b>Instalación Industrial de Riesgo</b>	Ninguna	No aplica	No aplica
<b>Carretera</b>	Ninguna	No aplica	No aplica
<b>vía férrea</b>	Ninguna	No aplica	No aplica
<b>Línea de alta tensión</b>	L.T. AVALOS - ROBINSON	E	530.8

**Tabla 25. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.**

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
<b>Este y Oeste</b>	Mixto	Habitacional, comercial y servicios

**Tabla 26. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.**

### 5.3.2. TRANSPORTE POR DUCTOS

No aplica

### 5.3.3. TRANSPORTE POR MEDIOS DISTINTOS A DUCROS

No aplica

## 5.4. ANÁLISIS Y EVALUACION DE RIESGOS

### 5.4.1. IDENTIFICACION DE PELIGROS Y JERARQUIZACION DE ESCENARIOS DE RIESGO

#### Identificación de Peligros

La identificación de peligros se lleva a cabo mediante la herramienta Que pasa si? la cual se describe a continuación

#### 5.4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

##### Descripción

El Análisis Preliminar de Riesgos (APR en adelante) fue el precursor de otros métodos de análisis más complejos y es utilizado únicamente en la fase de desarrollo de las instalaciones y para casos en los que no existen experiencias anteriores, sea del proceso, sea del tipo de implantación.

El APR selecciona los productos peligrosos y los equipos principales de la planta. El APR se puede considerar como una revisión de los puntos en los que pueda ser liberada energía de una forma incontrolada.

Fundamentalmente, consiste en formular una lista de estos puntos con los peligros ligados a:

1. Materias primas, productos intermedio o finales y su reactividad. Equipos de planta.
2. Límites entre componentes de los sistemas.
3. Entorno de los procesos.
4. Operaciones (pruebas, mantenimiento, puesta en marcha, paradas, etc.).
5. Instalaciones.
6. Equipos de seguridad.

##### Identificación de Peligros

Para la identificación de peligros se eligió la metodología que pasa si? Y hazop es una potente herramienta de identificación de riesgos externos, ocupacionales y de instalaciones. Esta técnica puede ser aplicada durante el diseño de las instalaciones, la construcción y la puesta en marcha de las mismas.

El estudio se basa en una identificación de riesgos cuando ya se dispone de gran parte de la información del diseño del proyecto, como diagramas de flujo de procesos, borradores de los balances de masa y temperatura, hojas de planos, etcétera. Para la aplicación de esta metodología, también serán necesarios datos geotécnicos, ambientales y de infraestructuras existentes, ya que éstos constituyen una fuente de riesgos externos.

Para su aplicación se requieren sesiones conjuntas mediante la técnica Brainstorming con los equipos expertos que han intervenido en el diseño del proyecto, como personal de ingeniería, instrumentación, mantenimiento, operaciones que identifican y analizan los riesgos externos, ocupacionales y de la propia instalación a los que se encuentra sometido el proyecto.

Las principales ventajas de un estudio Que pasa si? son la correcta identificación de riesgos y su gestión en una fase temprana del diseño de una instalación. Esto permite registrar y solventar los riesgos para poder evitarlos, mitigarlos o ponerlos de relieve durante el diseño del proyecto, buscando soluciones de cara al cumplimiento de reglamentación legislativa y de gestión. Además, se evitan los retrasos de diseño o construcción que pueden afectar al presupuesto del proyecto, la cual se describe a continuación.

### Análisis preliminar de riesgos

Bajo el nombre inglés de Preliminary Hazard Analysis (PHA) este método fue desarrollado inicialmente por las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América e incorporado posteriormente bajo diferentes nombres por algunas compañías químicas.

### Resultados cualitativos

Los resultados de este análisis incluyen recomendaciones para reducir o eliminar estos peligros. Estos resultados son siempre cualitativos, sin ningún tipo de priorización.

### Ámbito de aplicación

Se utiliza preferentemente para la identificación de riesgos en la fase de diseño previo de nuevas instalaciones para prever los principales y profundizar en el resto de riesgos en el diseño final. En instalaciones existentes no es un método adecuado para entrar en el detalle de los riesgos asociados a las mismas.

Para realizar un APR deben cubrirse las siguientes etapas:

- Recolectar la información necesaria (planos, descripción del proceso).
- Realización del APR propiamente dicho.
- Informe de resultados.

### Diagrama de Proceso de APR

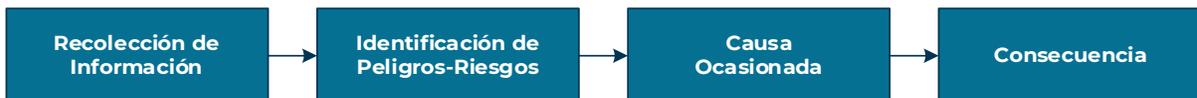


Figura 17 Pasos del APR.

**Estas etapas consisten en:**

**Información necesaria:**

Debe recolectarse la información existente en relación con la nueva planta, incluyendo aquella referente a instalaciones semejantes o en plantas con otros procesos, pero con equipos o materiales semejantes. Son informaciones básicas las del propio proceso, así como las referentes a los equipos principales, y las del entorno en el que la planta será operada. Son fundamentales las informaciones en relación con anteriores procesos, y otras plantas semejantes.

**Realización del APR:**

El objetivo principal del APR es identificar los peligros, los sucesos iniciadores y otros sucesos que provoquen consecuencias indeseables. Pueden identificarse, asimismo, criterios de diseño o alternativas que contribuyan a eliminar o reducir estos peligros o riesgos.

Deben considerarse los siguientes puntos:

- Equipos y materiales peligrosos (combustibles, sustancias altamente reactivas, tóxicas, sistemas de alta presión, etc.).
- Interrelaciones peligrosas entre equipos y sustancias (iniciación y propagación de fuegos y explosiones, sistemas de control y paro).
- Factores ambientales (vibraciones, humedad, temperaturas externas, descargas eléctricas).
- Procedimientos de operación, pruebas, mantenimiento y emergencias (errores humanos, distribución de equipos, accesibilidad, protección personal).
- Instalaciones (almacenamientos, equipos de pruebas, formación).
- Equipos de seguridad (sistemas de protección, redundancias, sistemas contra incendios, equipos de protección personal).

**Informe de los resultados**

Los resultados del APR deben ser registrados adecuadamente de forma que se vea claramente los peligros identificados, la causa, la consecuencia potencial, y las diferentes medidas preventivas o correctivas.

En el **Anexo 9** se presentan los DTIs , con la identificación de los nodos y escenarios , en la carpeta de nombre DTIs con Nodo.

La identificación de riesgos de la Planta propiedad de **ENERGETICA CARVEL, S.A. de C.V.**, se llevó a cabo seleccionando unidades del sistema con características comunes (secciones o nodos), y con base a los criterios y análisis mencionados anteriormente, para ellos se analizó el Layout y los Diagramas de Tuberías e Instrumentos (DTI's) la descripción del sistema de Almacenamiento, así como las áreas de Descarga y de Llenado de autotanques, bajo análisis con la intención de identificar los riesgos presentes en el establecimiento bajo estudio. Considerando la información analizada, en este estudio se identificaron los siguientes nodos:

1. Línea de Descarga de Diesel
2. Línea de Descarga de Gasolina Regular
3. Línea de Descarga de Gasolina Premium
4. Tanques Verticales TV-01 al TV-02 de Almacenamiento de Diesel
5. Tanques Verticales TV-03 al TV-04 de Almacenamiento de Gasolina Regular
6. Tanques Verticales TV-05 al TV-06 de Almacenamiento de Gasolina Premium
7. Tanques Verticales TV-07 al TV-08 Almacenamiento de Diesel
8. Llenadera de Diesel
9. Llenadera de Gasolina Regular
10. Línea de Carga de Gasolina Premium

A continuación, se detalla la aplicación del Diagrama de Análisis Preliminar de Peligros

**Definición del análisis.** - Realizar el Análisis de Peligros en los Procesos de los diversos componentes concernientes a los procesos llevados a cabo en el establecimiento denominado **ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V.**, para el proyecto de dicho Centro de Trabajo, con la finalidad de identificar y evaluar escenarios potenciales de riesgo, hacia el personal, población, medio ambiente, instalación y producción; y diseñar estrategias para prevenir y/o minimizar las consecuencias de un evento no deseado. Existen varias metodologías para realizar el análisis Preliminar de Peligros, tal como lo especifica la siguiente tabla:

TIPO	NOMBRE
Metodologías del Análisis Preliminar de Peligros	Identificación de Peligros (que pasa si?)
	Lista de Verificación
	Revisión de seguridad

Tabla 27. Metodologías de Análisis Preliminar de Peligros

En este estudio se llevaron a cabo APR de los nodos listados con anterioridad, los Que pasa sí? se encuentran en el Anexo 13

#### 5.4.1.2 ANTECEDENTES DE INCIDENTES Y ACCIDENTES DE PROYECTOS Y/O INSTALACIONES SIMILARES

De los accidentes ocurridos en instalaciones similares, se encontraron los registros, siendo en su mayoría por motivos de fallas humanas y no por fallas en el proceso o equipos.

NO.	AÑO	CIUDAD / PAÍS	INSTALACIÓN	SUSTANCIAS INVOLUCRADAS	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN.	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	FUENTE CONSULTADA
01	27/10/2017	San Fernando, Tamaulipas, México.	Compañía Iberoamericana de Hidrocarburos S.A. de C.V.	Fuga y derrame de hidrocarburos	Error humano.	Derrames que contaminaron predios agrícolas en donde ya no se producen cultivos y ganaderos, en el cual los derrames han devastado las pastas y agostaderos, localizados al oriente de la cabecera municipal.	Empresas contratadas por la compañía Iberoamericana de Hidrocarburos S.A. de C.V. se encargarán de extraer la tierra contaminada y de reemplazarla por otra nueva, para borrar la contaminación	<a href="https://enlace.digital.mx/noticia.cgi?id=3117">https://enlace.digital.mx/noticia.cgi?id=3117</a>
02	02/11/1970	Hurlingham (BUENOS AIRES)	Estación de servicio	Gasolina	Emanación de Gasolina en una estación de servicio vecina por derrame de tanques	Edificio de tres pisos 3 personas fallecidas	Se desconocen	<a href="https://www.leaf.com.ar/circular-es/0407%20Riesgo">https://www.leaf.com.ar/circular-es/0407%20Riesgo</a>
03	01/02/2003	Ave. Santa Fe en (BUENOS AIRES)	Estación de servicio	Gasolina	Falla en equipo durante la descarga de combustible desde un camión cisterna	Explosión que provoco (ocho heridos)		
04	2005	Buncefield, Reino Unido	Buncefield Oil Storage Depot	Gasolina	explosión de nube de vapor no confinada en el "Buncefield Oil Storage Depot" (Planta de almacenamiento de Buncefield). Como resultado de la explosión que se produjo a partir de la pérdida de contenido de unos de los depósitos de almacenamiento, se sucedieron otras	Afortunadamente, no hubo pérdidas humanas, puesto que el accidente ocurrió en la madrugada del domingo y, al tratarse de una zona industrial, se encontraba relativamente tranquila en esos momentos. Aun así, unas 40 personas resultaron heridas	Se desconocen	<a href="https://guiar.unizar.es/1/Accidente/Buncefield.html">https://guiar.unizar.es/1/Accidente/Buncefield.html</a>

NO.	AÑO	CIUDAD / PAÍS	INSTALACIÓN	SUSTANCIAS INVOLUCRADAS	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN.	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	FUENTE CONSULTADA
					explosiones y un importante incendio, en el que estuvieron involucrados varios depósitos de la instalación.			
05	27/10/2006	San José (COSTA RICA)	Estación de servicio	Gasolina	Se produjo por el fallo de un filtro de un surtidor que derramo el combustible	El incendio provocó la muerte de los ocupantes de un vehículo	Se desconocen	<a href="https://guiar.unizar.es/1/Accident/Buncefield.html">https://guiar.unizar.es/1/Accident/Buncefield.html</a>
06	01/11/2006	Escazú (COSTA RICA)	Estación de servicio (Gasolinera Shell)	Gasolina	Explosión que se produjo en un pistero de la gasolinera al efectuar el cambio de filtros	La explosión ocasiono la muerte de dos menores quedando atrapados dentro del auto	Se desconocen	<a href="https://redproteger.com.ar/safetyblog/explosion-en-gasolinera-mata-a-dos-ninos-en-escazu/">https://redproteger.com.ar/safetyblog/explosion-en-gasolinera-mata-a-dos-ninos-en-escazu/</a>
	2010	Texmelucan, Puebla/México	Ducto de Pemex	Diesel y combustóleo	Una fuga en un ducto de Pemex provocó explosiones en San Martín Texmelucan, Puebla	Saldo oficial de muertos fue de 30 personas, 52 heridos y alrededor de 80 viviendas con daños.	Se desconocen	<a href="https://elpais.com/internacional/2010/12/19/actualidad/1292713206_850215.html">https://elpais.com/internacional/2010/12/19/actualidad/1292713206_850215.html</a>
07	05/12/2018	Italia	Estación de servicio	Carburante	Cuando un camión que estaba surtiendo de carburante a un distribuidor de gasolina explotó	La explosión provocó la muerte de dos personas y quince heridos	Se desconocen	<a href="https://cadenaser.com/ser/2018/08/06/internacional/1533565766_715331.html">https://cadenaser.com/ser/2018/08/06/internacional/1533565766_715331.html</a>
08	05/02/2003	Concepción (Tucumán Argentina)	Estación de servicio	Hidrocarburo (excepto gas)	El incendio se originó en la estación de servicio cuando un auto choco contra un pequeño tanque de combustible	Afortunadamente sin ninguna víctima	Se desconocen	<a href="https://www.lea-global.com/">https://www.lea-global.com/</a>

NO.	AÑO	CIUDAD / PAÍS	INSTALACIÓN	SUSTANCIAS INVOLUCRADAS	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN.	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	FUENTE CONSULTADA
09	12/05/1975	Calle Austria y Av. Las Heras (BUENOS AIRES)	Estación de servicio	Tanque subterráneo de combustible	Tanque que había sido rehabilitado Días antes explotó	Provocando tres muertos	Se desconocen	
12	1984	Estado de México	San Juan Ixhuatepec	Gas Propano	Una fuga en una tubería, que transportaba el combustible desde tres diferentes refinерías del país, provocó la explosión	dejó entre 500 y 600 muertos, además de 2 mil heridos, según cifras oficiales.	Se desconocen	<a href="https://www.milenio.com/negocios/los-accidentes-mas-grandes-en-instalaciones-de-pemex">https://www.milenio.com/negocios/los-accidentes-mas-grandes-en-instalaciones-de-pemex</a>
13	1992	Guadalajara,	Jalisco/México	Gasolinera	Una fuga de gasolina, que terminó en el sistema de drenaje de la ciudad, provocó una serie de explosiones	cobraron la vida a 210 personas	Se desconocen	<a href="https://www.milenio.com/negocios/los-accidentes-mas-grandes-en-instalaciones-de-pemex">https://www.milenio.com/negocios/los-accidentes-mas-grandes-en-instalaciones-de-pemex</a>

**Tabla 28. Antecedentes de accidentes e incidentes registrados en instalaciones similares**

---

#### **5.4.1.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y DE ESCENARIOS DE RIESGO.**

De acuerdo a los requerimientos para el Estudio de Riesgo Ambiental, el proyecto será evaluado bajo uno o más métodos especiales para identificar, analizar, evaluar, jerarquizar y generar alternativas de mitigación y control de riesgos significativos asociados con equipos y procedimientos críticos, empleando metodologías aceptadas tanto nacional como internacionalmente para el cumplimiento de la normatividad vigente.

Considerando la fase en la que se encuentra el proyecto, al tipo de información disponible y al conocimiento de las metodologías de análisis de riesgos, se seleccionó la metodología HAZOP (HAZARD OPERABILITY) para el desarrollo de este análisis.

Para el presente análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, se seleccionó la Metodología HAZOP como la adecuada tomando en cuenta la tabla II.1 de la NOM-028-STPS-2012, tal y como se muestra a continuación,

TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS						
PASOS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LOS PROCESOS	LISTA DE REVISIÓN	REVISIÓN DE SEGURIDAD	CLASIFICACIÓN PARA LA JERARQUIZACIÓN (EJEM: ÍNDICE DOW Y MOND)	ANÁLISIS DE PELIGROS	¿QUÉ PASA SI?	ANÁLISIS DE PELIGROS Y OPERABILIDAD
Identificar desviaciones en las buenas prácticas	Propósito primario	Propósito primario	Propósito primario			
Identificar riesgos	Propósito primario*	Propósito primario*	Propósito primario*	Propósito primario	Propósito primario	Propósito primario
Estimar las consecuencias en el peor de los casos	-	-	Propósito primario	-	Propósito	Sólo para dar
oportunidades de reducir consecuencias	-	-	Propósito primario	Propósito secundario	-	Sólo para dar contexto
Identificar accidentes iniciadores de eventos	-	-	-	-	Propósito primario	Propósito primario
Estimar probabilidades de indicadores de eventos	-	-	-	-	-	Sólo para dar contexto
Identificar oportunidades de reducir la probabilidad de indicadores de eventos	-	-	-	-	-	-
Identificar accidentes de eventos subsecuentes y consecuentes	-	-	-	-	Propósito primario	-
Estimar probabilidades de eventos subsecuentes	-	-	-	-	-	-
Estimar la magnitud de las consecuencias de los eventos subsecuentes	-	-	-	-	-	-
Identificar oportunidades de reducir la probabilidad y/o consecuencias de eventos subsecuentes	-	-	-	-	-	-

TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS						
PASOS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LOS PROCESOS	LISTA DE REVISIÓN	REVISIÓN DE SEGURIDAD	CLASIFICACIÓN PARA LA JERARQUIZACIÓN (EJEM: ÍNDICE DOW Y MOND)	ANÁLISIS DE PELIGROS	¿QUÉ PASA SI?	ANÁLISIS DE PELIGROS Y OPERABILIDAD
Identificar accidentes de eventos subsecuentes y consecuentes	-	-	-	-	Propósito primario	-
Identificar oportunidades de reducir la probabilidad y/o consecuencias de eventos subsecuentes	-	-	-	-	-	-
Evaluación cuantitativa del riesgo	-	-	-	-	-	-
TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS						
Pasos en la evaluación de riesgos en los procesos	Método de fallas y efectos		Árbol de fallas	Árbol de eventos	Análisis de causa consecuencia	Error humano
Identificar desviaciones en las buenas prácticas	-		-	-	-	-
Identificar riesgos	Propósito primario		Sólo para dar contexto	-	-	-
Estimar las consecuencias en el peor de los casos	Propósito primario		-	-	-	-
Identificar oportunidades de reducir consecuencias	Sólo para dar contexto		-	-	-	-
Identificar accidentes iniciadores de eventos	Propósito primario		Propósito primario	-	-	Propósito primario
Identificar accidentes iniciadores de eventos	Propósito primario		Propósito primario	-	-	Propósito primario
Estimar probabilidades de indicadores de eventos	Sólo para dar contexto		Propósito primario	-	Propósito primario	Propósito primario

TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS						
PASOS EN LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LOS PROCESOS	LISTA DE REVISIÓN	REVISIÓN DE SEGURIDAD	CLASIFICACIÓN PARA LA JERARQUIZACIÓN (EJEM: ÍNDICE DOW Y MOND)	ANÁLISIS DE PELIGROS	¿QUÉ PASA SI?	ANÁLISIS DE PELIGROS Y OPERABILIDAD
Identificar oportunidades de reducir la probabilidad de indicadores de eventos		-	Propósito primario	-	Propósito primario	Propósito primario
Identificar accidentes de eventos subsecuentes y consecuentes		-	Propósito primario	Propósito primario	Propósito primario	-
Estimar probabilidades de eventos subsecuentes		-	Propósito primario	Propósito primario	Propósito primario	-
Estimar la magnitud de las consecuencias de los eventos subsecuentes		-	-	Sólo para dar contexto	Sólo para dar contexto	-
Identificar oportunidades de reducir la probabilidad y/o consecuencias de eventos subsecuentes		-	-	Propósito primario	Propósito primario	Propósito primario
Evaluación cuantitativa del riesgo		-	Propósito primario	Propósito primario	Propósito primario	Propósito primario

**Tabla 29. Tabla II.1 de la NOM-028-STPS-2012**

Considerando el contenido de la última columna de la mencionada tabla, a continuación, se mencionan los criterios identificados en metodologías HAZOP y AMEF empleadas para identificar los riesgos en cada paso de la evaluación de riesgos.

<b>TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>	
<b>Pasos en la evaluación de riesgos en los procesos</b>	Metodología Hazop (Análisis de peligros y operabilidad)
Identificar riesgos, en este sentido se identificaron los nodos que serían representativos de riesgo en la trayectoria del gasoducto	Propósito primario
Estimar las consecuencias en el peor de los casos, derivado de la identificación mediante metodología HAZOP, es posible jerarquizar los riesgos y consecuentemente realizar la estimación de consecuencias con el software SCRI.	Sólo para dar contexto
Identificar oportunidades de reducir consecuencias, se establecen las medidas de salvaguarda con las que cuenta la instalación	Sólo para dar contexto
Identificar accidentes iniciadores de eventos, es posible deducir si ocurrirá una fuga, derrame, incendio.	Propósito primario
Estimar probabilidades de indicadores de eventos	Sólo para dar contexto
<b>TÉCNICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>	
<b>Pasos en la evaluación de riesgos en los procesos</b>	Método de fallas y efectos (AMEF)
<b>Identificar riesgos</b> , con la aplicación de la metodología AMEF, se establecieron los riesgos presentes en los nodos definidos del gasoducto	Propósito primario
<b>Estimar las consecuencias en el peor de los casos</b> , con la aplicación	Propósito primario
<b>Identificar oportunidades de reducir consecuencias</b> , dentro de este contexto con la aplicación de la metodología AMEF, una vez que se aplicaron los controles y las acciones necesarias para cada escenario, se puede minimizar el riesgo.	Sólo para dar contexto
<b>Identificar accidentes iniciadores de eventos</b> , se visualizan los efectos potenciales de la falla identificada	Propósito primario
<b>Estimar probabilidades de indicadores de eventos</b> , aplicando esta metodología, se realizan los cálculos mediante los criterios establecidos en la misma y se reduce el cálculo del NPR y con los controles aplicados se puede reducir el Riesgo.	Sólo para dar contexto

Tabla 30. Aplicación de las metodologías de la NOM-028-STPS-2012, para la identificación de Riesgos

Además del soporte legal establecido en la NOM-028-STPS-2012, se tomó en cuenta, la profundidad de análisis, por su aplicabilidad dinámica, cuando se tienen los recursos necesarios, por la identificación de peligros de manera fácil, evaluación de riesgos, evaluación de consecuencias, con las características de ser una metodología objetiva, cualitativa, basada en conocimiento y experiencia, racional, lógica, real y creativa.

El estudio de Análisis de Peligro y Operabilidad (HAZOP) es una metodología para la identificación de peligros, que de forma sistemática permite analizar posibles desviaciones en el proceso, sus consecuencias, causas y de esta forma poder determinar en función de las protecciones existentes, si el peligro es aceptable o si es necesario tomar acciones que permitan disminuir la probabilidad de un evento no deseado, o medidas que disminuyan los efectos de dichas consecuencias.

El análisis aplicado para cada uno de los nodos de estudio, fue considerando la presencia de los elementos mínimos de seguridad recomendados en normatividad y practicas recomendadas de seguridad en los procesos para cada componente en particular, considerando su interacción con el sistema analizado. Se considera diversas equivalencias y/o supuestos en los cuales un elemento de seguridad debe de ser instalado o puede ser excluido.

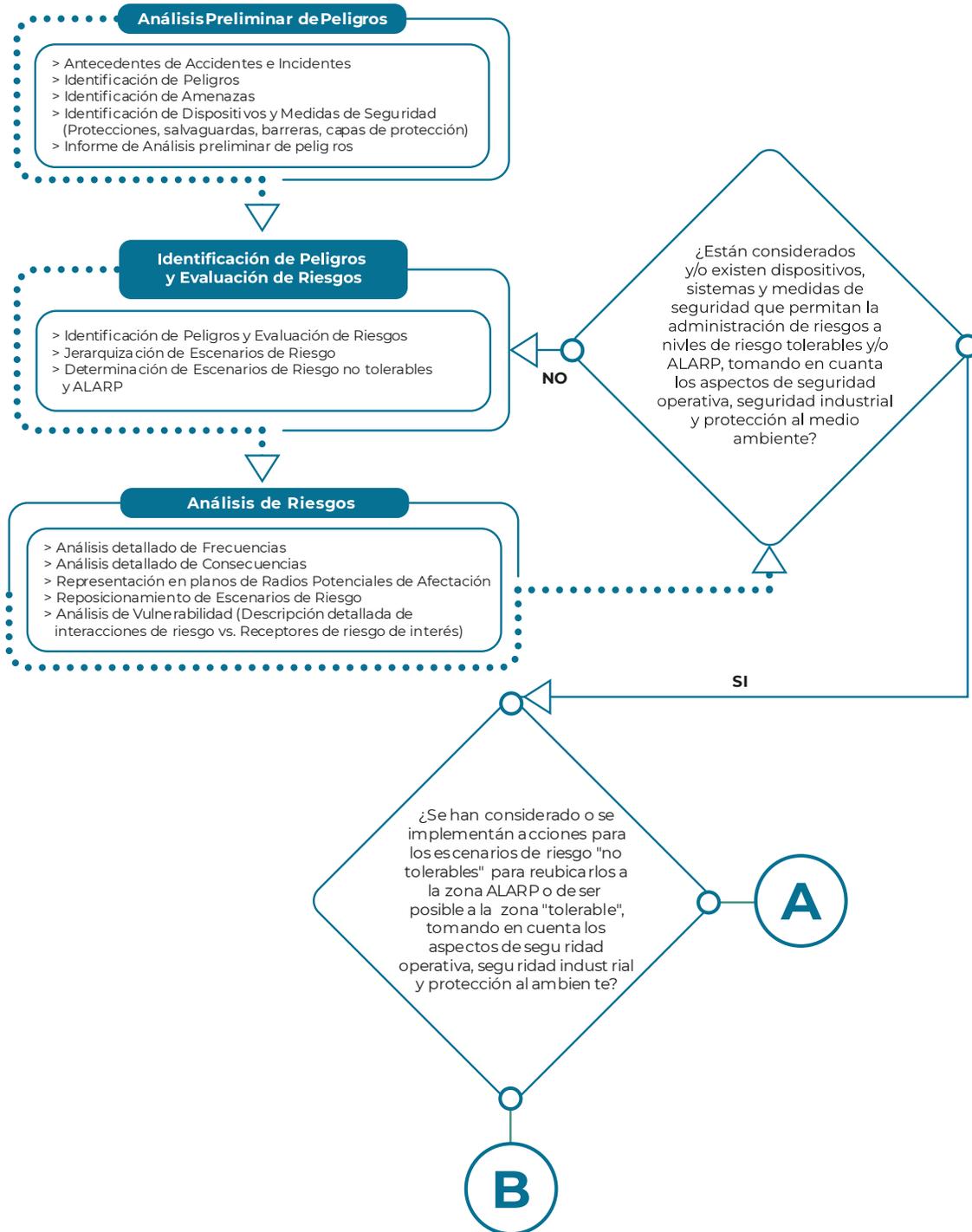
De acuerdo a los requerimientos para el Estudio de Riesgo Ambiental, el proyecto será evaluado bajo uno o más métodos especiales para identificar, analizar, evaluar, jerarquizar y generar alternativas de mitigación y control de riesgos significativos asociados con equipos y procedimientos críticos, empleando metodologías aceptadas tanto nacional como internacionalmente para el cumplimiento de la normatividad vigente.

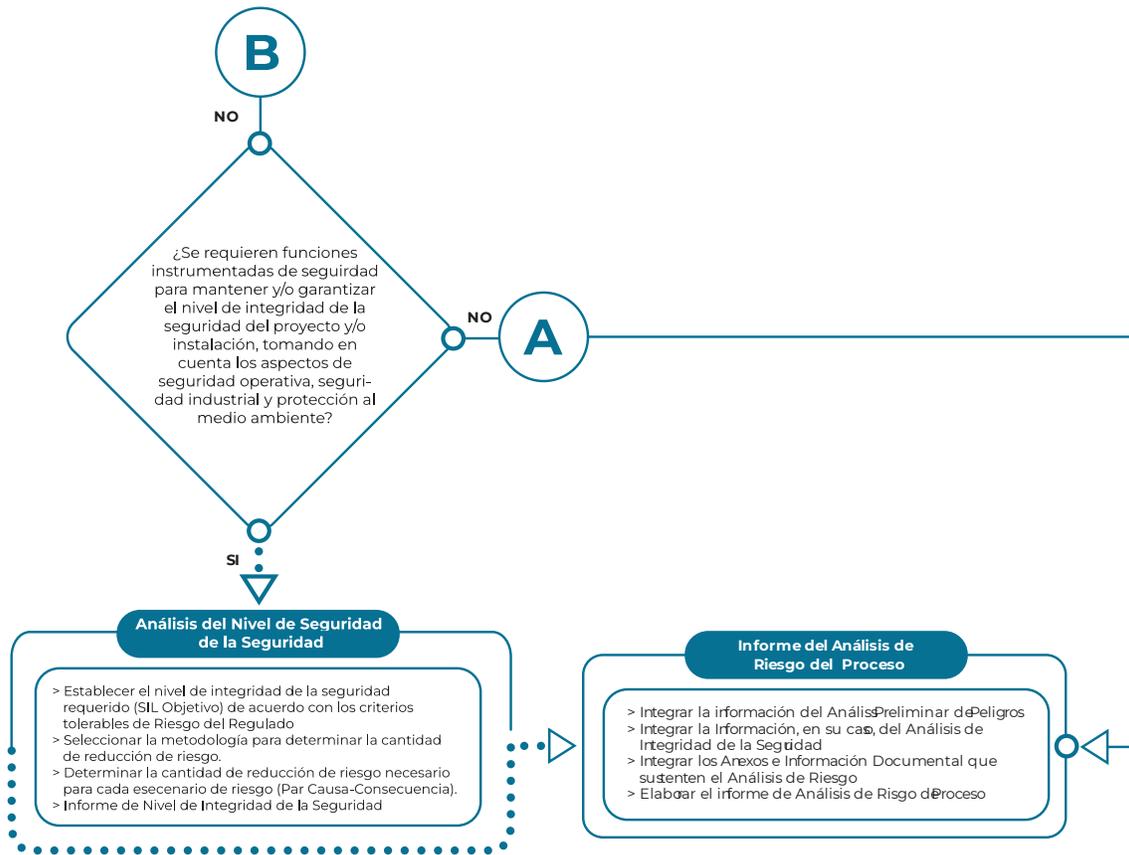
Considerando la fase en la que se encuentra el proyecto, al tipo de información disponible y al conocimiento de las metodologías de análisis de riesgos, se seleccionó la metodología **HAZOP** (HAZARD OPERABILITY) para el desarrollo de este análisis.

El estudio de Análisis de Peligro y Operabilidad (HAZOP) es una metodología para la identificación de peligros, que de forma sistemática permite analizar posibles desviaciones en el proceso, sus consecuencias, causas y de esta forma poder determinar en función de las protecciones existentes, si el peligro es aceptable o si es necesario tomar acciones que permitan disminuir la probabilidad de un evento no deseado, o medidas que disminuyan los efectos de dichas consecuencias.

El análisis aplicado para cada uno de los nodos de estudio, fue considerando la presencia de los elementos mínimos de seguridad recomendados en normatividad y practicas recomendadas de seguridad en los procesos para cada componente en particular, considerando su interacción con el sistema analizado. Se considera diversas equivalencias y/o supuestos en los cuales un elemento de seguridad debe de ser instalado o puede ser excluido.

Se identifican los riesgos de acuerdo al flujograma siguiente:





**Figura 18 Diagrama utilizado en la identificación de Peligros y Análisis de Riesgos**

En el proceso de identificación y análisis de riesgos se toman en cuenta lo siguiente:

- Antecedentes históricos
- Identifican los peligros, riesgos o amenazas
- Desviaciones o fallas de proceso
- Las variables del proceso que contribuyen al accidente
- Movimiento de la variable
- Que ocasiono el riesgo
- Frecuencia de la falla que ocasiona el riesgo
- Consecuencias que se generan por la
- Cuantificación (Análisis de consecuencias)
- Salvaguardas o capas de protección (LOPA)
- Acciones a tomar

El estudio de riesgo identifica los riesgos y la capacidad de funcionamiento examinan la totalidad del proceso, o por lo menos las partes del proceso que se han clasificado como “pertinentes” en un análisis preliminar basado en la experiencia. La evaluación de riesgo cuestiona sistemáticamente cada parte del proceso para descubrir cómo se pueden producir desviaciones de la intención del diseño y decide si esas desviaciones podrían dar origen a situaciones de riesgo de accidentes mayores.

### **Análisis del modo falla y efecto (AMEF)**

El AMEF es una herramienta clave para mejorar la confiabilidad de procesos y productos. Dicha metodología proporciona la orientación y los pasos que un grupo de personas debe seguir para identificar y evaluar las fallas potenciales de un producto o un proceso, junto con el efecto que provocan éstas. A partir de lo anterior, el grupo establece prioridades y decide acciones para intentar eliminar o reducir posibilidad de que ocurran fallas potenciales que más vulneren la confiabilidad del producto o el proceso.

Aplicar AMEF se ha vuelto una actividad casi obligada para garantizar que los productos sean confiables, en el sentido que logren funcionar bien el tiempo que se ha establecido como su período de vida útil, pero también cada día se hace más común su aplicación en muchos otros campos con el objetivo de detectar fallas potenciales y prevenirlas, y de esta forma reducir los tiempos de ciclo, mejorar la eficiencia de procesos, etc. Si un producto o proceso se analizara como un edificio, aplicarles un AMEF es revisar a sus cimientos y estructura, para asegurar que ambas sean confiables y seguras, para disminuir la probabilidad de que fallen. En este sentido, un edificio, (proceso) no está realmente caracterizado, sino hasta que se le ha aplicado el AMEF, y a partir de éste se fundamentan acciones para su mejora integral.

La frecuencia con la que ocurren las fallas junto con su severidad son una medida de la confiabilidad de un sistema. Mientras mayor sean éstas menor será tal confiabilidad. De esta forma una tarea fundamental cuando se busca caracterizar y mejorar un proceso es aplicar la metodología del AMEF, con la idea de conocer mejor las debilidades (modos de falla potenciales) del producto o proceso y a partir de ahí generar soluciones a nivel proceso o rediseño de producto. Como se comentará adelante, las herramientas estadísticas serán de utilidad para establecer las frecuencias de fallas, los efectos y las causas más importantes y también de utilidad para decidir acciones para atender las mayores debilidades del producto o proceso.

El AMEF originalmente se orientó a detectar fallas durante el diseño o rediseño del producto y fallas en el proceso de producción (FMEA, 1995) Ejemplos de fallas en diseño son: no se dispara el flash en una cámara fotográfica, fugas en el sistema de frenos, fracturas prematuras en las piezas de un carro, etc. Ejemplos de fallas en procesos son: fallas en el proceso de pulido de un carro, fallas en el proceso de templado, etc. Como se aprecia en los ejemplos anteriores, finalmente una falla en diseño (producto) o en el proceso repercute en el cliente, ya sea interno o externo, por ejemplo:

Las fallas y obstáculos impiden que la instalación de un equipo sea fácil y rápido.

Los modos de falla potenciales que obstaculizan que el mantenimiento y/o el servicio a un equipo sea fácil y rápido.

### La facilidad de utilización de un equipo.

También a aspectos de confiabilidad, mantenimiento y durabilidad del equipo, así como su seguridad y riesgos ambientales.

**Basta que cada una de esas actividades se vean como un proceso, y como tales fijar que prioridades tienen tales procesos. En otras palabras, identificar que prioridades son importantes para el cliente o usuario final de este producto o proceso. Por ejemplo, si el AMEF se aplica a seguridad o riesgos ambientales, entonces se buscaría encontrar “modos de fallas” potenciales que agravan estos aspectos. Por lo anterior, a continuación, veremos a detalle las actividades para realizar un AMEF enfocado a proceso.**

### Actividades para realizar un AMEF (Proceso).

A continuación, se describen las siguientes siete actividades generales para realizar un AMEF.

1. Formar el equipo que realizara el AMEF y delimitar al producto o proceso que se le aplicara.
2. Identificar y examinar todas las formas posibles en que puedan ocurrir fallas de un producto o proceso (identificarlos modos potenciales de falla).
3. Para cada falla, identificar su defecto y estimar la *severidad* del mismo.

Para cada falla potencial:

1. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia de falla debido a cada causa.
2. Hacer una lista de controles o mecanismos que existen para detectar la ocurrencia de la falla, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes que salga del área de manufactura o ensamble. Además, estimar la probabilidad de que los controles hagan la detección de la falla.
3. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR) que resulta de multiplicar la severidad por la ocurrencia y la detección.
4. Establecer prioridades de acuerdo al NPR, y para los NPR más altos decidir acciones para disminuir severidad y ocurrencia, o en el peor de los casos mejorar la detección. Todo el proceso seguido debe quedar documentado en un formato AMEF.
5. Revisar y establecer los resultados obtenidos, lo cual incluye precisar a las acciones tomadas y volver a calcular el NPR.

La información obtenida con las actividades descritas se organizará en un formato especial como el que se muestra en la siguiente tabla.

<b>Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)</b>																	
<b>Equipo analizado</b>			Modo de falla							Preparado por:							
<b>Equipo de análisis</b>			Fecha de inicio							Fecha de revisión							
													<b>Acciones recomendadas</b>				
No.	Etapa del proceso (secuencia)	Falla potencial	Efecto potencial de la falla consecuencias	Severidad	Clasificación	Causas potenciales/mecanismo de falla que origino la falla	Ocurrencia	Controles actuales del Proceso	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsable y fecha de cumplimiento	Acciones tomadas	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR

Tabla 31. Formato para AMEF.

Resumiendo, la metodología descrita anteriormente, para realizar un **AMEF**, se siguen básicamente tres pasos:

### **1º) Enumerar todos los posibles modos de fallo**

Lo primero es crear un grupo de trabajo de 4 o 5 personas que tengan conocimientos sobre el producto/servicio/proceso que se está desarrollando. Lo ideal es que el grupo sea multidisciplinar y que incluya varios perfiles diferentes, como diseñadores, ingenieros, técnicos e incluso usuarios finales. De esta forma conseguiremos una visión amplia y con diferentes opiniones.

Con el grupo reunido, procederemos a enumerar los “**modos de fallo**” del diseño: los fallos que podría tener el producto acabado, y que pueden ser desde defectos estéticos, funcionales, de seguridad, problemas relacionados con el mal uso, etc. Para hacer esto se recomienda descomponer el producto en piezas y ver cómo podría fallar cada una de ellas. También hay que pensar en cuál es el uso esperado que se va a hacer del producto: ¿Está enfocado a usuarios expertos o a gente con pocos conocimientos? ¿Se va a usar en situaciones críticas? ¿Qué pasaría si el usuario final lo usa sin leer las instrucciones? ¿Si se rompe puede poner en riesgo la vida de alguien?

### **2º) Establecer su índice de prioridad**

Una vez terminado el paso anterior, tendremos una larga lista de los posibles modos de fallo del producto. Estos deberán ser incluidos en una tabla como la siguiente

Ahora, llega el momento de clasificarlos según su importancia, para ello a cada modo de fallo le asignaremos tres valores:

**S: nivel de severidad** (gravedad del fallo percibida por el usuario)

**O: nivel de incidencia** (probabilidad de que ocurra el fallo)

**D: nivel de detección** (probabilidad de que NO detectemos el error antes de que el producto se use)

A cada modo de fallo le asignaremos un valor de S, O y D entre 1 y 10. Por ejemplo, en un televisor, el “modo de fallo = rotura del cable de alimentación” podría tener S=7 (un valor alto, ya que el televisor queda inservible y además puede haber riesgo de electrocución del usuario), O=2 (un valor bajo, porque es muy poco frecuente) y D=1 (un valor muy bajo porque la probabilidad de NO detectar que el cable está roto durante las pruebas de calidad es muy baja).

Una vez estimados S, O y D, los multiplicamos para obtener el **NPR (Número, o Índice de Prioridad del Riesgo)**, que dará un valor entre 1 y 1000:

$$NPR = S * O * D$$

Índice de prioridad de Riesgo = Severidad \* Probabilidad de Incidencia \* Probabilidad de no Detección

Este valor nos dirá la importancia del modo de fallo que estamos analizando.

Ranking	Detección	Criterio: Probabilidad que la existencia de un defecto será detectada por la prueba conducida antes de que el producto avance al siguiente paso o proceso subsecuente.
10	Casi Imposible	Prueba detecta < 80 % de fallas
9	Muy Remota	Prueba debe detectar 80 % de fallas
8	Remota	Prueba debe detectar 82.5 % de fallas
7	Muy Baja	Prueba debe detectar 85 % de fallas
6	Baja	Prueba debe detectar 87.5 % de fallas
5	Moderada	Prueba debe detectar 90 % de fallas
4	Altamente Moderada	Prueba debe detectar 92.5 % de fallas
3	Moderada	Prueba debe detectar 95 % de fallas
2	Muy Alta	Prueba debe detectar 97.5 % de fallas
1	Casi Seguro	Prueba debe detectar 99.5 % de fallas

**Tabla 32. Valores de Detección**

### 3º) Priorizar los modos de fallo y buscar soluciones

Cuando hayamos calculado el NPR para todos los modos de fallo estudiados, los clasificaremos de mayor a menor. Los modos de fallo con mayor NPR serán los que antes debemos solventar (por ejemplo, se puede acordar que se buscarán soluciones para todos los modos de fallo mayores de 600).

Si hemos determinado que un determinado modo de fallo es inasumible, tenemos tres vías de disminuir su gravedad:

- Actuando para que, si ocurre, sea menos severo (así disminuirá su valor S).
- Actuando para que suceda menos frecuentemente (así disminuirá su valor O).
- Actuando para que, si sucede, lo detectemos antes de entregar el producto al cliente (así disminuirá su valor D).

Con esto, podremos comparar su “NPR inicial” (antes de aplicar AMFE) con su “NPR final” (el NPR que hayamos fijado como meta después de actuar para reducir la gravedad del modo de fallo).

El objetivo final del análisis AMFE es que tengamos todos los posibles fallos controlados, habiendo actuado para disminuir el NPR de los más graves.

Los resultados del análisis preliminar de peligros mediante la metodología que pasa si? nos arrojan el insumo inicial para la fase de identificación de peligros y evaluación de riesgos y dada esta información ya se puede utilizar cualquiera de las metodologías siguientes:

TIPO	NOMBRE DE LA METODOLOGÍA
Metodología de identificación y análisis de riesgos	HAZOP
	¿Qué pasa si?
	Análisis de modo efecto y falla (AMEF)
	Lista de verificación
	Análisis de modo, efecto y criticidad (AMEC)

**Tabla 33. Metodologías cualitativas de análisis y evaluación de riesgos**

En este caso se empleó la metodología HAZOP. - Tipo de formato empleado

### FORMATO DE ANÁLISIS HAZOP

Descripción del área o equipo del nodo: Nodo 1:			Intención del diseño:			
DESVIACIÓN O FALLA	VARIABLE	MOVIMIENTO DE LA VARIABLE. PALABRA GUÍA	QUE OCASIONA LA FALLA	CONSECUENCIAS, DAÑOS QUE SE GENERAN	SALVAGUARDAS	ACCIONES
Escenario No:						
Escenario No:						
Escenario No:						
Escenario No:						

**Tabla 34 Esquema de Formato de Análisis HAZOP**

De los niveles de frecuencia vs. Consecuencia se determinarán los niveles de riesgo que de acuerdo al criterio LOPA son:

#### **Matriz de región de riesgo**

REGIÓN DE RIESGO	DESCRIPCIÓN
<b>No tolerable “A”</b>	Riesgo No Tolerable (Tipo A): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "B".
<b>ALARP “B”</b>	Riesgo tan bajo como sea razonablemente factible (Tipo B): El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos, deben darse en un plano no mayor a 180 días. La administración de un riesgo Tipo "B" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. La prioridad de su atención para reducirlos, debe estar en función de un Análisis Costo Beneficio de las acciones correctivas y preventivas establecidas para dar atención a las recomendaciones emitidas para Administrar los Riesgos Identificados.
<b>Tolerable “C”</b>	Riesgo Tolerable (Tipo C): El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

**Tabla 35. Matriz de región de Riesgo**

#### **Determinación de la frecuencia y consecuencia**

En este caso se empleó la metodología típica de 6 niveles de frecuencia, consecuencia y la descripción del riesgo descrita en la guía de análisis de riesgos de la ASEA conforme a la metodología LOPA

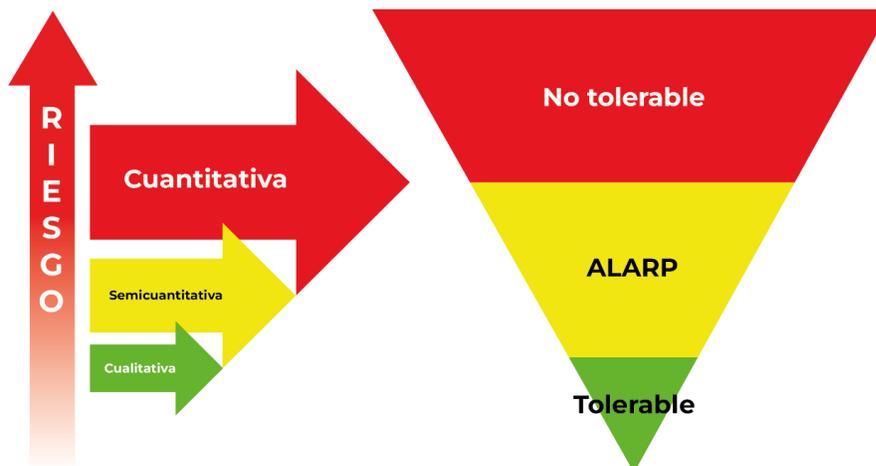


Figura 19 Gráfica LOPA

## METODOLOGÍA SELECCIONADA PARA LA EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL RIESGO

### Descripción de la metodología HAZOP.

El estudio de Análisis de Peligro y Operabilidad (HazOp) es una metodología para la identificación de peligros, que de forma sistemática permite analizar posibles desviaciones en el proceso, sus consecuencias, causas y de esta forma poder determinar en función de las protecciones existentes, si el peligro es aceptable o si es necesario tomar acciones que permitan disminuir la probabilidad de un evento no deseado, o medidas que disminuyan los efectos de dichas consecuencias.

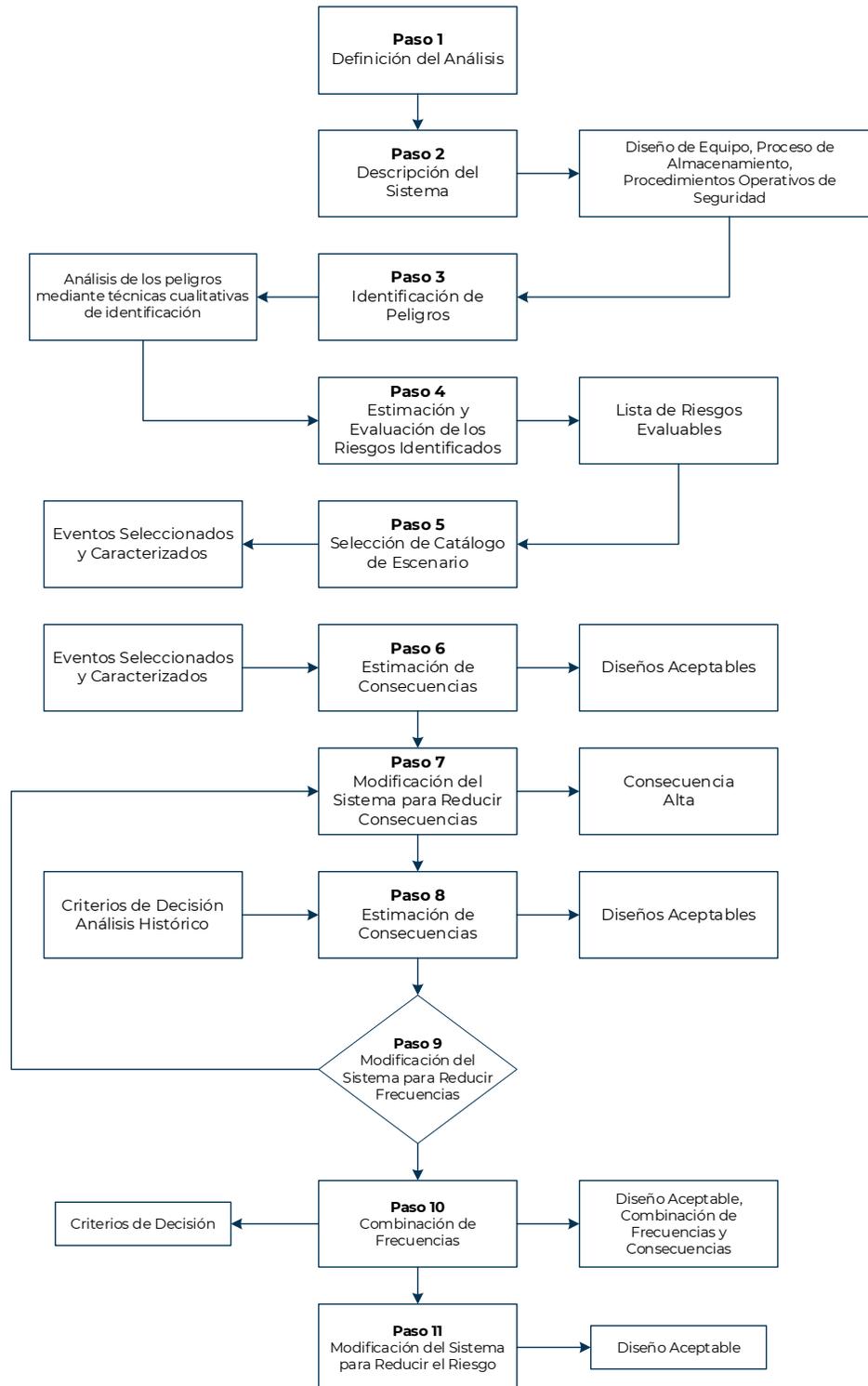
El análisis HAZOP es una herramienta de identificación de peligros durante las diferentes etapas de vida de una instalación. En el presente estudio, se justificó plenamente el uso de esta herramienta para identificar posibles Desviaciones o Peligros en los sistemas de proceso y servicios auxiliares, con la finalidad de identificar los elementos de seguridad necesarios como protección para cada componente de proceso de la instalación, en cumplimiento con prácticas recomendadas de seguridad y bajo la normatividad vigente.

El resultado del análisis HAZOP consiste en la emisión de un listado de recomendaciones que un Grupo Multidisciplinario emite, apegándose a la normatividad y prácticas recomendadas de seguridad.

La metodología de análisis de Peligro y Operabilidad (HAZOP), se fundamenta en la búsqueda sistemática de Peligros a través del uso de Palabras Guía aplicadas a parámetros de proceso, realizando su análisis de consecuencias y determinando las acciones necesarias para disminuir su probabilidad de ocurrencia y sus efectos. La metodología aplicada para este estudio fue el HAZOP Desviación por Desviación (DBD), la cual permite identificar durante su desarrollo, problemas asociados a los sistemas mencionados. Su forma de ejecución se muestra a continuación:

1. Seleccione un sistema.
2. Identifique los nodos de estudio.
3. Seleccione un nodo de estudio.
4. Describa la intención de diseño del nodo en particular.

5. Identifique las variables o parámetros de proceso.
6. Aplique las palabras guía a las variables de proceso para generar desviaciones.
7. Identifique las consecuencias que provoca la desviación, suponiendo que todas las protecciones fallan. Para este punto en particular, se listarán las consecuencias exclusivamente que resulten al presentarse la desviación y no se listarán aquellas afectaciones que no se desencadenen, es decir un escenario de riesgo puede tener afectaciones al personal y no a la instalación, por lo tanto, solo se listarán las afectaciones existentes.
8. Identifique las causas para cada desviación.
9. Identifique las protecciones para la desviación. Para este punto se deberán incluir las capas independientes de protección que mitiguen o prevengan la ocurrencia de cada causa en particular.
10. Evalúe si el peligro es aceptado como es.
11. Si el peligro es aceptado como es continúe en 14.
12. Realice recomendaciones que disminuyan la probabilidad de ocurrencia.
13. Realice acciones que disminuyan la magnitud de sus efectos.
14. Continúe con otra desviación.
15. Continúe con otro nodo de estudio.
16. Realice reporte en hojas de trabajo HAZOP.
17. Realice listado de recomendaciones.



**Figura 20 Diagrama de la metodología de análisis de riesgos y consecuencias HAZOP**

## Estimación y Evaluación de los Riesgos Identificados

En la identificación de riesgos para este proyecto se empleó la metodología HAZOP (Hazard And Operability) "Análisis Funcional de Operatividad"; la cual es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada.

Por tanto, ya se aplique en la etapa de diseño, como en la etapa de operación, la sistemática consiste en evaluar, en todas las líneas y en todos los sistemas las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guía".

La realización de un análisis HAZOP consta de las etapas que se describen a continuación.

### Definición del área de estudio:

Consiste en delimitar las áreas a las cuales se aplica la técnica. En una determinada instalación de proceso, considerada como el área objeto de estudio, se definirán para mayor comodidad una serie de subsistemas o líneas de proceso que corresponden a entidades funcionales propias.

### Definición de los nodos:

En cada uno de estos subsistemas o líneas se deberán identificar una serie de nodos o puntos claramente localizados en el proceso.

Cada nodo deberá ser identificado y numerado correlativamente dentro de cada subsistema y en el sentido del proceso para mejor comprensión y comodidad. La técnica HAZOP se aplica a cada uno de estos puntos. Cada nodo vendrá caracterizado por variables de proceso: presión, temperatura, nivel, composición, etc.

La facilidad de utilización de esta técnica requiere reflejar en esquemas simplificados de diagramas de flujo todos los subsistemas considerados y su posición exacta.

### Aplicación de las palabras guía:

Las "palabras guía" se utilizan para indicar el concepto que representan a cada uno de los nudos definidos anteriormente que entran o salen de un elemento determinado. Se aplican tanto a acciones (reacciones, transferencias, etc.) como a parámetros específicos (presión, caudal, temperatura, etc.).

Las variables del proceso que fueron consideradas para este estudio, son las que a continuación se mencionan:

- Presión.
- Temperatura.
- Flujo.
- Nivel

Las desviaciones posibles que se contemplan en un análisis HAZOP son las siguientes

DESVIACIÓN	COMPONENTES DE PROCESO				
	COLUMNA	RECIPIENTE	LÍNEA	INTERCAMBIADOR DE CALOR	BOMBAS
MAYOR FLUJO			X		
MENOR/NO FLUJO			X		
MAYOR NIVEL	X	X			
MENOR NIVEL	X	X			
MAYOR PRESIÓN	X	X	X		
MENOR PRESIÓN	X	X	X		
MAYOR TEMPERATURA	X	X	X		
MENOR TEMPERATURA	X	X	X		
ALTA CONCENTRACIÓN	X	X	X		
BAJA CONCENTRACIÓN	X	X	X		
FLUJO INVERSO			X		
FUGA	X	X	X	X	X
RUPTURA	X	X	X	X	X
INCENDIO	X	X	X	X	X

**Tabla 36. Desviaciones analizadas**

Es importante mencionar que no todas las desviaciones fueron aplicadas para todos los nodos analizados, la selección de las mismas dependió del nodo en cuestión.

#### **Selección del Catálogo de Escenarios**

Para la selección de escenarios se debe tomar en cuenta las áreas que comprende la instalación, como en este caso las áreas de almacenamiento, recepción de los Petrolíferos, entrega de los mismos, etc., a continuación, se presenta el listado que se consideró.

- Línea de recepción de Diesel
- Línea de recepción de Gasolina Magna
- Línea de Gasolina Premium
- Tanque vertical de almacenamiento de Diesel.
- Tanque vertical de almacenamiento de Gasolina Magna,
- Tanques horizontales de almacenamiento de Diesel
- Tanques horizontales de almacenamiento de Gasolina Magna
- Tanques horizontales de almacenamiento de Gasolina Premium
- Línea de carga de Diesel
- Línea de carga de Gasolina Magna
- Línea de carga de Gasolina Premium

**Tomando en cuenta dichas areas se procedió a realizar el listado de Nodos,**  
**Identificación de Nodos**

La identificación de riesgos del Proyecto, se llevó a cabo seleccionando unidades del sistema con características comunes (secciones o nodos), y con base a los criterios y análisis mencionados anteriormente, para ellos se analizó el Layout y los Diagramas de Tuberías e Instrumentos (DTI's) la descripción del sistema de Recibo, Almacenamiento y Carga de los combustibles, de la fura Planta bajo análisis con la intención de identificar los riesgos presentes en el establecimiento bajo estudio.

Instalación: ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V

NODOS	PLANOS / REFERENCIA	EQUIPO ID	CONDICIONES DE OPERACIÓN/DISEÑO	INTENSIÓN DE DISEÑO
1. NODO 1 ISLA DE DESCARGA DE AUTOTANQUES DE LLENADO DE DIESEL (ISLA 1 E ISLA 2)	D-CARVEL0721-P-DT-002	TLA-101 A / 101B / 102A / 102B BD-001 / 002/ 003/ 004 P-001 / 002 / 003/ 004 UFM 101A/101B/102A/102B	Pdescarga autotanque: 0.1 a 0.3 kg/cm2 Pdescarga BD-001/002/003/004: 4.58 A 4.79 kg/cm2 Pdescarga PB-001/002/ 003 /004: 4.35 a 4.67 kg/cm2 Flujo de diseño:1703 lpm(450 gpm) Flujo de diseño:125 lpm (33 gpm) en PB-001/002/003/004 Toperación:22.6 °C	Recolectar el diesel de los autotanques para enviar a tanque de almacenamiento TV-01 o TV-02
2. NODO 2 ALMACENAMIENTO DE DIESEL TV-01 Y TV-02	D-CARVEL0721-P-DT-006	TV-001 / TV-02	Presión en alimentación de tanque: 1.25 a 1.65 kg/cm2 Toperación:22.6 °C Capacidad de cada tanque: 23,044bls	Almacenar diesel para su distribución
3. NODO 3 BOMBEO DE DIESEL A LLENADERAS 1 Y 2	D-CARVEL0721-P-DT-006 D-CARVEL0721-P-DT-010	BC-001/002/003/004 FC-105/106/107/108 UFM-101/102/103/104 TLA-101/102/103/104	P de operación máxima succión de bombas: 0.1 a 0.15 kg/cm2 P de oper máx de descarga de bombas: 3.76 a 4.25 kg/cm2 T de operación: 22.6 °C Flujo de diseño 2000 lpm (528.4 gpm)	Distribuir el diesel hacia autotanques para su distribución
4. NODO 4 ISLA DE DESCARGA DE GASOLINA REGULAR (ISLA 1 Y 3)	D-CARVEL0721-P-DT-003	TLA-201A / 201B / 202A / 202B BD-005 / 006/ 007/ 008 P-005 / 006 / 007/ 008 UFM 201A/201B/202A/202B	Pdescarga autotanque: 0.1 a 0.25 kg/cm2 Pdescarga BD-005/006/007/008: 4.48 A 4.69 kg/cm2 Pdescarga PB-005/006/ 007 /008: 4.25 a 4.51 kg/cm2 Flujo de diseño:1703 lpm(450 gpm) en BD-005/006/007/008 Flujo de diseño:125 lpm (33 gpm) en PB-005/006/007/008 Toperación:22.6 °C	Recolectar la gasolina regular de los autotanques de reparto para enviar a tanque de almacenamiento TV-03 o TV-04
5. NODO 5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA	D-CARVEL0721-P-DT-007	TV-003 / TV-04	Presión en alimentación de tanque: 1.35 a 1.68 kg/cm2 Toperación:22.6 °C Capacidad de cada tanque: 23,044bls	Almacenar gasolina regular para su distribución

NODOS	PLANOS / REFERENCIA	EQUIPO ID	CONDICIONES DE OPERACIÓN/DISEÑO	INTENSIÓN DE DISEÑO
REGULAR TV-03 Y TV-04				
6. NODO 6 BOMBEO DE GASOLINA REGULAR A LLENADERAS 3 Y 4	D-CARVEL0721-P-DT-007 D-CARVEL0721-P-DT-004	BC-005/006/007/008 FC-205/206/207/208 UFM-201/202/203/204 TLA-201/202/203/204	P de operación máxima succión de bombas: 0.1 a 0.22 kg/cm <sup>2</sup> P de oper máx de descarga de bombas: 2.98 a 3.81 kg/cm <sup>2</sup> T de operación: 22.6 °C Flujo de diseño 2000 lpm (528.4 gpm);	Distribuir la gasolina regular hacia autotanques para su distribución
7. NODO 7 ISLA DE DESCARGA DE GASOLINA PREMIUM (ISLA 5 POSICIÓN 1)	D-CARVEL0721-P-DT-004	TLA-401 posición 2 BD-010 P-010 FM-401A	Pdescarga autotanque: 0.1 a 0.3 kg/cm <sup>2</sup> Pdescarga BD-009: 4.44 a 4.69 kg/cm <sup>2</sup> Pdescarga PB-009: 4.15 a 4.47 kg/cm <sup>2</sup> Flujo de diseño:1703 lpm(450 gpm) en BD-009 Flujo de diseño:125 lpm (33 gpm) en PB-009 Toperación:22.6 °C	Recolectar la gasolina premium de los autotanques de reparto para enviar a tanque de almacenamiento TV-05 o TV-06
8. NODO 8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA PREMIUM TV-05 Y TV-06	D-CARVEL0721-P-DT-008	TV-005 / TV-06	Presión en alimentación de tanque: 1.32 a 1.55 kg/cm <sup>2</sup> Toperación:22.6 °C Capacidad de cada tanque: 23,044bls	Almacenar gasolina regular para su distribución
9. NODO 9 BOMBEO DE GASOLINA PREMIUM A LLENADERA 5	D-CARVEL0721-P-DT-008 D-CARVEL0721-P-DT-012	BC-009 FC-302/ 303 UFM-301 /UFM-302 TLA-301 / 302	P de operación máxima succión de bombas: 0.124 kg/cm <sup>2</sup> P de oper máx de descarga de bombas: 3.81 kg/cm <sup>2</sup> T de operación: 22.6 °C Flujo de diseño 2000 lpm (528.4 gpm);	Distribuir la gasolina premium hacia autotanques para su distribución
10. NODO 10 ISLA DE DESCARGA 5 POSICIÓN 2	D-CARVEL0721-P-DT-005	TLA-301 BD-009 P-009 FM-301A	Pdescarga autotanque: 0.1 a 0.3 kg/cm <sup>2</sup> Pdescarga BD-010: 4.44 a 4.69 kg/cm <sup>2</sup> Pdescarga PB-010: 4.15 a 4.47 kg/cm <sup>2</sup> Flujo de diseño:1703 lpm (450 gpm) en BD-	Recolectar el diesel de los autotanques de reparto para enviar a tanque de almacenamiento TV-07 o TV-08

NODOS	PLANOS / REFERENCIA	EQUIPO ID	CONDICIONES DE OPERACIÓN/DISEÑO	INTENSIÓN DE DISEÑO
DESCARGA DE DIESEL			009 Flujo de diseño:125 lpm (33 gpm) en PB-009 Toperación:22.6 °C	
11. NODO 11 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL TV-07 Y TV-08	D-CARVEL0721-P-DT-005	TV-007 / TV-08	Presión en alimentación de tanque: 1.32 a 1.55 kg/cm2 Toperación:22.6 °C Capacidad de cada tanque: 8,534 bls	Almacenar Diesel para su distribución
12. NODO 12 BOMBEO DE DIESEL A LLENADERA 6	D-CARVEL0721-P-DT-008 D-CARVEL0721-P-DT-012	BC-011 / BC012 FC-302 UFM-401 / 402 TLA-401 / 402	P de operación máxima succión de bombas: 0.132 kg/cm2 P de oper máx de descarga de bombas: 3.91 kg/cm2 T de operación: 22.6 °C Flujo de diseño 2000 lpm (528.4 gpm);	Distribuir el Diesel hacia autotanques para su distribución

**Tabla 37. Lista de nodos identificados**

Durante el análisis **HAZOP**, se analizaron varias desviaciones, de las cuales de acuerdo con al grupo de análisis conformado por personal de **ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V.**, así como de Ambientalistas CALE, S.A. de C.V., se determinó que algunas causas probables que originarían dicha desviación, por lo tanto, no representaría consecuencias de interés, en el **Anexo 14** se muestran las tablas de los HAZOP realizados a cada nodo listado.

### Escenarios de Riesgos Identificados

Es importante aclarar que la posibilidad de la presencia de atmósferas tóxicas en **ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.**, se descarta, lo anterior se sustenta en lo siguiente:

Las gasolinas y el Diesel no son tóxicos, no obstante, puede causar asfixia. La asfixia es poco probable que ocurra ya que la infraestructura que integra la Planta es completamente automatizada, por lo que la probabilidad de acumulación de gases por fugas es baja, siendo potencialmente de presentarse ante liberaciones masivas.

Además, como las condiciones de operación, se maneja una presión de operación de 4-5 Kg/cm<sup>2</sup> y la temperatura es la ambiental, ya que no contamos con equipos de calentamiento.

Tomando en cuenta la naturaleza de las sustancias que se manejan, así como los equipos y accesorios con que cuenta, los nodos identificados en la Metodologías Que pasa si?, Hazop y la Jerarquización se procedió a hacer la lista de escenarios, tomando en cuenta que, de acuerdo a comentarios del personal operativo, se pueden presentar rupturas de tuberías/mangueras en las Lineas de Carga y Descarga y fugas de combustibles en las conexiones, instrumentos, o incorrectas conexiones.

El análisis anterior nos permite concluir que los escenarios de riesgo que pueden presentarse en la Planta esta referidos a la potencial ocurrencia de liberación de Diesel y gasolinas.

No obstante, lo anterior durante el presente análisis se consideró, la liberación masiva de producto para valorar las afectaciones potenciales, así como escenarios de incendio en los tanques su posterior ignición, a continuación, se muestra la tabla de escenarios de Riesgo identificados.

#### 5.4.1.4 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS

La jerarquización de riesgos tiene como objetivo ordenar los escenarios de peligro previamente identificados de mayor a menor riesgo, con la finalidad de optimizar la implementación de acciones para su control, eliminación o minimización de sus efectos. Para este análisis de riesgos, se aplicaron criterios de ponderación de frecuencias de ocurrencia de los eventos y ponderación de consecuencias para determinar el nivel de riesgo de cada escenario de peligro identificado en el análisis HAZOP.

Las áreas en las que se jerarquizan los riesgos con esta metodología son:

1. Daños al Personal
2. Efecto en la Población
3. Impacto ambiental
4. Pérdida de Producción/Daño a las Instalaciones

### Jerarquización de los Riesgos – Matrices de Riesgo.

La jerarquización de riesgos tiene como objetivo ordenar los escenarios de peligro previamente identificados de mayor a menor riesgo, con la finalidad de optimizar la implementación de acciones para su control, eliminación o minimización de sus efectos. Existen varias técnicas de jerarquización que, conforme a la información disponible, se recomienda su utilización. Para este análisis de riesgos, se utilizó la metodología de Matrices de Riesgo, mediante la aplicación de criterios de ponderación de frecuencias de ocurrencia de los eventos y ponderación de consecuencias para determinar el nivel de riesgo de cada escenario de peligro identificado en el análisis HAZOP. Se determina la frecuencia de los riesgos empleando una tabla de jerarquización de los riesgos, esta tiene 6 niveles: A continuación, se presentan las categorías de frecuencia.

- Clasificación
- Categoría
- Descripción de la Frecuencia de
- Frecuencia / año

Para cada nodo se plantea de forma sistemática todas las desviaciones que implican la aplicación de cada palabra guía a una determinada variable o actividad. Para realizar un análisis exhaustivo, se deben aplicar todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no tengan sentido para un nodo determinado.

Para la evaluación de los riesgos de la metodología anterior con respecto a la severidad y frecuencia, se utilizaron los criterios de las tablas siguientes, obteniéndose el índice de riesgo de cada evento y por consecuencia los escenarios críticos y puntos de mayor riesgo.

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción	
F6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces en un año.	$> 1.0 (> 1 \times 10^0)$
F5	Frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años.	$> 0.2 \text{ a } < 1.0 (> 2 \times 10^{-1} \text{ a } < 1 \times 10^0)$
F4	Poco frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	$> 0.1 \text{ a } < 0.2 (> 1 \times 10^{-1} \text{ a } < 2 \times 10^{-1})$
F3	Raro	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	$> 0.01 \text{ a } < 0.1 (> 1 \times 10^{-2} \text{ a } < 1 \times 10^{-1})$
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la Instalación	$> 0.001 \text{ a } < 0.01 (> 1 \times 10^{-3} \text{ a } < 1 \times 10^{-2})$
F1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	$> 0.0001 \text{ a } < 0.0001 (> 1 \times 10^{-4} \text{ a } < 1 \times 10^{-3})$

Tabla 38. Clasificación de frecuencias

Se determinan las consecuencias de los riesgos empleando una tabla de consecuencias de los riesgos, esta tiene 6 niveles:

CATEGORÍA DE CONSECUENCIA (IMPACTO)	RECEPTORES DE RIESGO				DAÑOS A LA INSTALACIÓN (M.N.)
	DAÑOS AL PERSONAL	EFFECTO EN LA POBLACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	PERDIDA O DIFERIMIENTO DE PRODUCCIÓN (M.N.)	
<b>C6 (Catastrófico)</b>	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	> 500'000,000	> 500'000,000
<b>C5 (Mayor)</b>	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	> 50'000,000 a 500'000,000	> 50'000,000 a 500'000,000
<b>C4 (Grave)</b>	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica hasta 1 día.	<5,000,000 a 49,000,000.	> 5'000,000 a 50'000,000
<b>C3 (Moderado)</b>	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	> 500,000 a 5'000,000	> 500,000 a 5'000,000
<b>C2 (Menor)</b>	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato	> 50,000 a 500,000	> 50,000 a 500,000
<b>C1 (Despreciable)</b>	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	< 50,000	< 50,000

**Tabla 39. Clasificación de consecuencias para Escenarios de Riesgo**

### Matrices de Riesgo de Consecuencias Vs. Frecuencia

Se cuenta con las matrices de riesgos siguientes:

- Daños al personal
- Daños a la población
- Daños a la instalación /producción

De la relación de matrices de frecuencias vs. consecuencias se determina el nivel de riesgo

### Niveles de Riesgo

Se cuenta con tres niveles de riesgo siguientes:

- No Tolerable A
- ALARP B
- Tolerable C

REGIÓN DE RIESGO	DESCRIPCIÓN
<b>No tolerable “A”</b>	Riesgo No Tolerable (Tipo A): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "B".
<b>ALARP “B”</b>	Región de Riesgo ALARP (As Low As Reasonably Practicable - Tan bajo como sea razonablemente práctico), (región “amarilla”): 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.
<b>Tolerable “C”</b>	Región de Riesgo Tolerable (región “verde”): 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.

**Tabla 40. Regiones de Riesgo.**

### Criterios de la aplicación de la metodología:

Se siguen los pasos siguientes:

- Se define la falla
- Se determina su frecuencia
- Se determina su consecuencia
- Se determina el tipo de riesgo

**Bibliografía:** Para enfrentar este desafío se recurrió a las metodologías propuestas en el trabajo denominado "Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P) y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) del proyecto denominado "ACTUALIZACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA DISTRIBUIDORA, COMBUSTIBLES Y REFINADOS BURGOS, S.A. DE C.V.", en lo sucesivo el PROYECTO, presentado por la empresa COMBUSTIBLES Y REFINADOS BURGOS, S.A. DE C.V."(OSFO 2018), en los que explican metodologías útiles para realizar evaluaciones con características similares a las requeridas en el presente estudio.

En la Tabla 44 se muestran los valores de las jerarquizaciones obtenidas para los 4 rubros evaluados

		Daño al personal					
		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	0	0	0	0	0	0
	5	12	0	0	0	4	0
	4	8	0	0	0	8	0
	3	8	4	4	24	0	0
	2	12	0	5	16	0	0
	1	0	0	0	0	0	0

		Daño a la población					
		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	4	8	0	0	0	0	0
	3	12	16	24	0	0	0
	2	17	8	8	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0

		Daño al medio ambiental					
		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	4	8	0	0	0	0	0
	3	0	36	12	4	0	0
	2	12	13	8	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0

		Daño a la instalación / producción					
		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	8	0	0
	4	0	8	0	0	0	0
	3	0	12	16	24	0	0
	2	9	8	12	4	0	0
	1	0	0	0	0	0	0

**Tabla 41. Matrices de riesgo.**

De la Figura 1 a la Figura 4, se presenta los gráficos representativos de las evaluaciones para cada rubro evaluado.

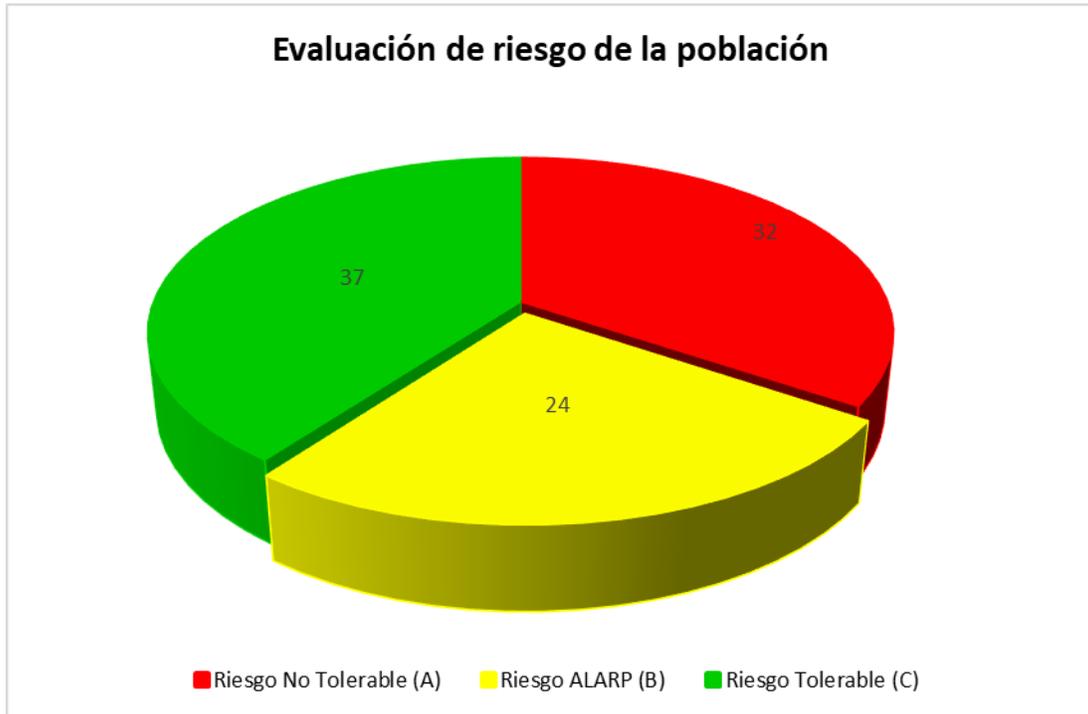


Imagen 1 Gráfico de evaluación de riesgo al personal

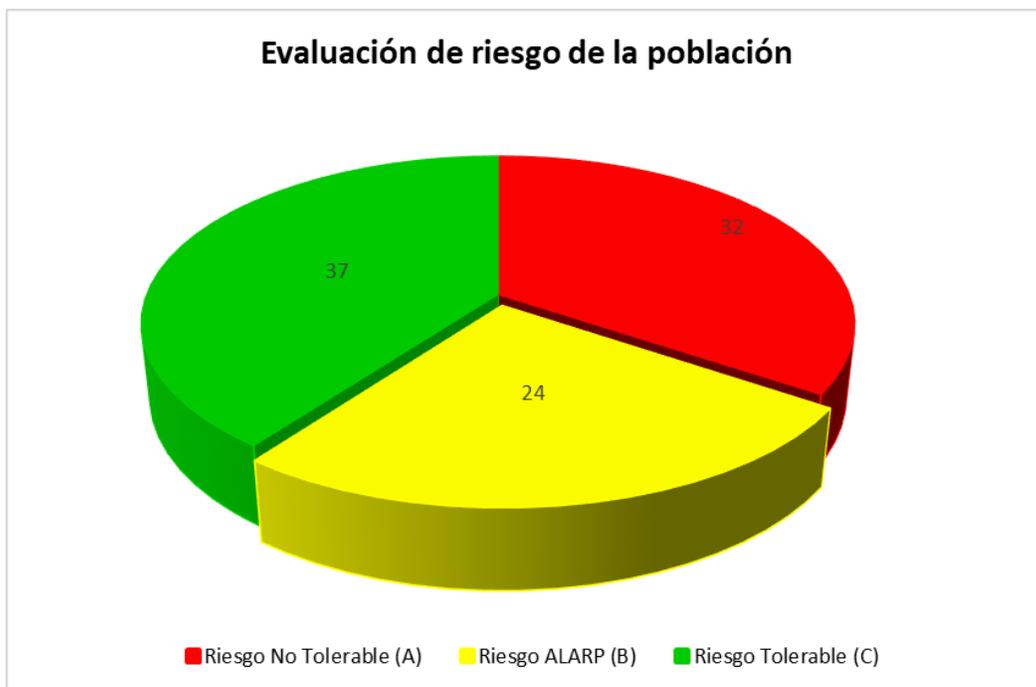


Imagen 2 Gráfico de evaluación de riesgo a la población



Imagen 3 Gráfico de evaluación de riesgo al medio ambiente

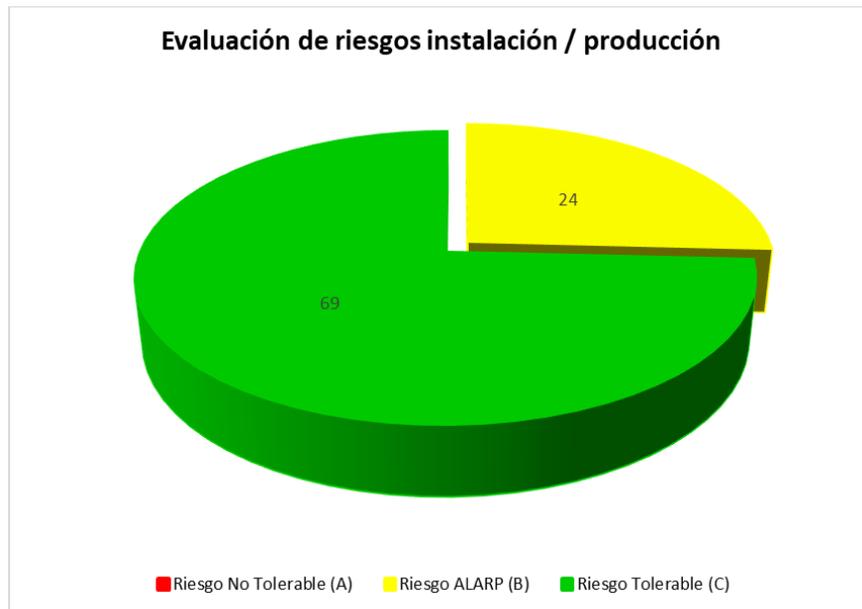


Imagen 4 Gráfico de evaluación de riesgo a la instalación / producción

Adicional al HAZOP, se incluyó el análisis de riesgo para servicios auxiliares y factores interno y externos que pueden provocar algún problema a la operación normal de la terminal de almacenamiento. Las hojas de trabajo del HAZOP y del What If..?, se pueden consultar en el **Anexo 13**.

---

### Escenarios de Riesgo

Ya que se realizó la jerarquización de los riesgos se procede a crear una lista de todos los escenarios de riesgo identificados para la sustancia empleada, que en este caso son: diesel, gasolina regular y gasolina premium.

En el **Anexo 15** se puede observar la jerarquización realizada de la falla descrita en el análisis HAZOP.

Fuente: Bestraten y Orriols, 2006. Bestraten, R., y Orriols, M. (2006). NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE Introducción. English, pp. 1–10.

**Tabla 42. Escenarios de Riesgo identificados**

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA RELACIONADO CON CONSECUENCIAS)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMAS	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
1	<b>NODO 1, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.D.CARVEL.2022.1.1 (CMP-01-DSL-N1-ESC- 4,5,6,7,8)</b>	Fuga de diesel por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-101 o 103 en entrada a TV-01 o TV-02, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	A (Personal)	Nodo 1: Línea de Descarga de Diesel	3	5	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
2	<b>NODO 1, ESCENARIO No. 1: LIN.DESCARGA.D.CARVEL.2022.1.2 (CA-01-DIESEL-N1-ESC-1,2,3)</b>	Derrame de Diesel con incendio /explosión causado por desconexión de manguera flexible de autotanque	A (Personal)	Nodo 1: Línea de Descarga de Diesel	3	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
8	<b>NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.2 (PC-02-DSL-WTIF-S4)</b>	Caída de rayo en tanque TV-01 o TV-02 debido a condiciones climáticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	B (Ambiente)	Nodo 2: Almacenar Diesel para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
9	<b>NODO 2 ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.3 (PC-01-DSL-N2-ESC-13,14,15,16)</b>	Derrame de diesel por un mayor nivel de TV-01 o TV-02 por falla en el control de llenado en paro de bombas (NODO 2 )	B (Personal)	Nodo 2: Almacenar Diesel para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
15	<b>NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.3 (PC-05-GP-N8-ESC-62)</b>	Derrame por alto nivel en tanque TV-05 o TV-06 por falla en el control de llenado o en paro de bombas	C personal	Nodo 6 Almacenar Gasolina Premium para su posterior entrega.	3	1	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Premium
16	<b>NODO 11, ESCENARIO NO.; TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.1 (CA-10-DSL-WTIF-S4)</b>	Fuga de diesel por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	B (Ambiente)	Nodo 7 Almacenar Diesel para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
4	<b>NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.2 (CA-04-GR-N4-ESC-24,25,26)</b>	Derrame de gasolina regular por desconexión de manguera en autotanque	A (Personal)	Nodo 2: Línea de Descarga de Gasolina Regular	3	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Regular
5	<b>NODO 7, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.1 (CMP-05-GR-N7-ESC-50,51,53,54,55)</b>	Fuga de gasolina Premium por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-301 o 303 en entrada a TV-05 o TV-06, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	A (Personal)	Nodo 3: Línea de Descarga de Gasolina Premium	3	5	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Premium
3	<b>NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.1 (CMP-03-GR-N3-ESC-27,28,29,30,31,32)</b>	Fuga de gasolina regular por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-201 o 203 en entrada a TV-03 o TV-04, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	A (Personal)	Nodo 2: Línea de Descarga de Gasolina Regular	3	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Regular
11	<b>NODO 5, ESCENARIO: No. TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.2 (PC-04-GR-WTIF-S4)</b>	Incendio en tanque TV-03 o TV-04 por caída de rayo debido a condiciones climáticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	B (Ambiente)	Nodo 5: Almacenar Gasolina Regular para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Regular
12	<b>NODO 5, ESCENARIO No.: TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.3 (PC-03-RG-N5-ESC-39)</b>	Derrame de gasolina regular del tanque TV-03 o TV-04 por alto nivel causado por la falla en el control de llenado	C personal	Nodo 5: Almacenar Gasolina Regular para su posterior entrega.	3	1	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Regular
10	<b>NODO 5, ESCENARIO NO.; TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.1 (CA-05-GR-WTIF-S4)</b>	Fuga de gasolina regular por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	B (Ambiente)	Nodo 5: Almacenar Gasolina Regular para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Regular
18	<b>NODO 7, ESCENARIO No.: TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.3 (PC-07-DSL-N11-ESC-86)</b>	Derrame de diesel por un mayor nivel de TV-07 o TV-08 por falla en el control de llenado en paro de bombas	C (Personal)	Nodo 7 Almacenar Gasolina magna para su posterior entrega.	3	1	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
19	<b>NODO 3 ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.1 (CMP-02-DIESEL-N3-ESC-18,19,20,21)</b>	Fuga de diesel por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por mayor presión ocasionada por taponamiento de	A (personal)	Nodo 8: Línea de Descarga de Diesel	3	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA RELACIONADO CON CONSECUENCIAS)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMAS	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
		filtros FC-105 / 106 / 107 / 108 o cierre de válvulas de llenado de autotanque							
17	NODO 11, ESCENARIO: No. TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.2 (PC-08-DSL-WTIF-S4)	De What IF..?, condiciones climáticas	B (Ambiente)	Nodo 7 Almacenar Gasolina magna para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
23	NODO 9, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.1 (CMP-06-GP-N9-ESC-65,66,67,68)	Fuga de gasolina premium por conexiones o instrumentos con incendio por mayor presión causado por taponamiento de filtr FC 302 / 303 o válvulas de llenado de autotanque cerradas	A (personal)	Nodo 10: Línea de Descarga de Gasolina Premium	3	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Premium
24	NODO 10, ESCENARIO No: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.2 (CA-09-GP-N9-ESC-63,64)	Fuga de gasolina premium por ruptura o desconexión de manguera flexible en conexión a autotanque	C (Personal)	Nodo 10: Línea de Descarga de Gasolina Premium	2	3	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Premium
22	NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.2 (CA-06-GR-N6-ESC-40)	Fuga de gasolina regular con posible incendio por ruptura de manguera flexible o desconexión en autotanque	C (Personal)	Nodo 9: Línea de Descarga de Gasolina Regular	2	3	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Regular
6	NODO 7, ESCENARIO No: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.2 (CA-07-GP-N7-ESC-47,48,49)	Derrame de gasolina premium por desconexión de manguera en autotanque	A (Personal)	Nodo 3: Línea de Descarga de Gasolina Premium	3	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Premium
7	NODO 4, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.1 (CA-02-DSL-WTIF-S4)	Fuga de diesel por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	B (Ambiente)	Nodo 4: Almacenar Diesel para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
13	NODO 8, ESCENARIO NO.: TV-05 al TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.1 (CA-08-GP-WTIF-S4)	Fuga de gasolina premium por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	B (Ambiente)	Nodo 6 Almacenar Gasolina Premium para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Premium
14	NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.2 (PC-06-GP-WTIF-S4)	Incendio en tanque TV-05 o TV-06 por caída de rayo debido a condiciones climáticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	B (Ambiente)	Nodo 6 Almacenar Gasolina Premium para su posterior entrega.	2	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Premium
20	NODO 3 ESCENARIO No. : LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.2 (CA-03-GR-N3-ESC-17)	Fuga de diesel por ruptura de manguera flexible en conexión a autotanque	C (Personal)	Nodo 8: Línea de Descarga de Diesel	2	3	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
21	NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.1 (CMP-04-GR-N6-ESC-41,42,43,44)	Fuga de gasolina regular por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por mayor presión ocasionada por taponamiento de filtros FC-205 / 206 / 207 / 208 o cierre de válvulas de llenado de autotanque	A (personal)	Nodo 9: Línea de Descarga de Gasolina Regular	3	4	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Regular
20	NODO 3 ESCENARIO No. : LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.2 (CA-03-GR-N3-ESC-17)	Fuga de diesel por ruptura de manguera flexible en conexión a autotanque	C (Personal)	Nodo 8: Línea de Descarga de Diesel	2	3	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Diesel
22	NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.2 (CA-06-GR-N6-ESC-40)	Fuga de gasolina regular con posible incendio por ruptura de manguera flexible o desconexión en autotanque	C (Personal)	Nodo 9: Línea de Descarga de Gasolina Regular	2	3	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	No aplica por no ser pozo exploratorio.	Gasolina Regular

#### 5.4.2. ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGO

Un Análisis Cuantitativo de Riesgo es un estudio que cuantifica el riesgo asociado a un determinado proceso u operación, permitiendo comparar los valores de riesgo obtenidos con diferentes criterios de aceptabilidad. Esta comparación permite definir modificaciones al proceso, incorporar protecciones adicionales o revisar la distribución de equipos (en el caso de un proyecto en desarrollo).

Los Un Análisis Cuantitativo de Riesgo deben ser aplicados en proyectos de nuevas instalaciones o en modificaciones de plantas ya existentes (incorporación de equipos, cambios en condiciones operativas, incremento de inventarios, etc). Adicionalmente debe ser realizado en instalaciones existentes a las que nunca se ha realizado el estudio, a fin de determinar su nivel de riesgo y poder definir acciones para su control o reducción (procedimientos, planes de emergencia, instrumentación de seguridad).

Los resultados de un Análisis Cuantitativo de Riesgo tienen la potencialidad de ser utilizados con distintas finalidades:

1. Comparar los niveles de riesgos del proyecto a desarrollar o proceso existente con criterios de tolerancia de riesgo individual y social de la empresa o criterios internacionales.
2. Definir la ubicación de equipos, instalaciones y oficinas de un nuevo proyecto, así como el tipo de construcción a aplicar en las edificaciones.
3. Elaborar planes de emergencia y de evacuación.
4. Establecer zonas de seguridad en la Planta.
5. Delimitar zonas de combate de incendios y necesidad de incorporar equipamiento de combate automático.
6. Obtener herramientas que permitan tomar decisiones para incrementar el nivel de seguridad de una Planta, incorporando medidas de protección e instrumentación que permitan reducir el riesgo.

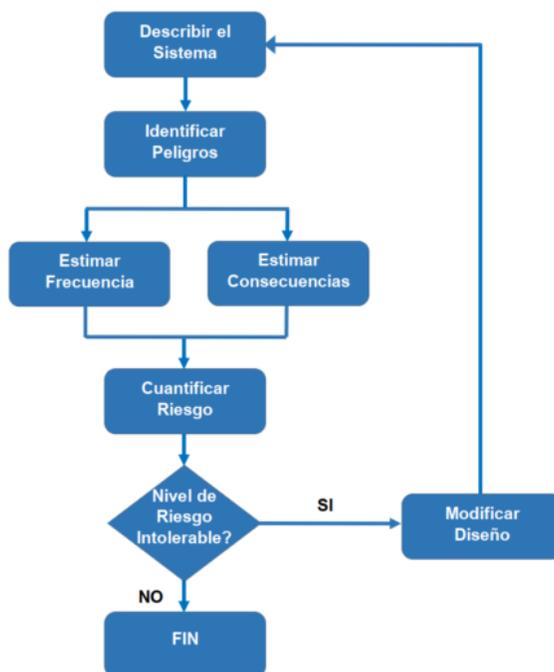


Imagen 5. Metodología del Análisis Cuantitativo de Riesgo

**Descripción del Sistema.** Como se indica en la figura anterior, la descripción del sistema constituye la primera etapa del Análisis Cuantitativo de Riesgo, en dicha etapa deben quedar esclarecidas todas las definiciones que se tomarán como base del estudio: meteorología, inventarios, condiciones operativas, tiempos de respuesta ante un escenario de pérdida de contención, etc.

**Identificación de Peligros.** Es una etapa crítica dentro del ACR, dado que, si un escenario no es identificado en esta etapa, no será evaluado como parte del estudio de riesgo. Los escenarios pueden ser identificados a partir de estudios previos (HAZOP, Wha If) o utilizando criterios internacionales desarrollados especialmente para la elaboración de un ACR (CRP 18E – Guidelines for Quantitative Risk Assessment / Base de datos de fallas y eventos elaborada por la Agencia HSE).

**Estimación de Frecuencias:** Las frecuencias a utilizar en el estudio pueden ser obtenidas a partir de información de bases de datos de equipos o de registros propios de la planta/proceso a evaluar. Para escenarios con cierta complejidad que no se incluyen en bases de datos (ej: un evento de sobrellenado de un tanque) se utiliza la técnica de árbol de fallas para estimar una frecuencia de falla final del evento, partiendo de información conocida de los eventos iniciadores y protecciones existentes. Cualquiera sea el origen de los datos a utilizar, los mismos deben ser analizados con criterio ingenieril y contrastados con la experiencia de los operadores/ingenieros encargados del proyecto.

**Estimación de Consecuencias.** Se realiza utilizando un conjunto de modelos matemáticos que permiten estimar el área de afectación y el nivel de daño a personas y equipamiento, para los diferentes eventos finales que puedan ocurrir: incendio (daños por radiación), explosión (daños por sobrepresión) y fuga de sustancias tóxicas (daño por toxicidad).

**Cuantificación del Riesgo** Los conceptos más utilizados a la hora de cuantificar el riesgo son el riesgo individual y el riesgo social. Ambos tipos de riesgo se calcula a partir de la combinación de la frecuencia del escenario con la severidad de las consecuencias. El riesgo individual contempla el riesgo al que se expone un ser humano que pueda estar ubicado en cualquier punto de la zona de efectos del accidente, mientras que el riesgo social contempla la afectación sobre las poblaciones que se ubican cercanas a las zonas estudiadas.

**Criterios de Tolerancia.** Es fundamental para la utilidad del estudio disponer de criterios de tolerancia de riesgos, puesto que de otra forma no existe medio absoluto para evaluar los resultados del ACR ni de formular las recomendaciones adecuadas. Dichos criterios establecen límites por encima de los cuales se deberá reducir el riesgo por medio de la incorporación de protecciones de ingeniería que reduzcan la frecuencia (ej: funciones de seguridad) o protecciones físicas que reduzcan las consecuencias (ej.: recintos de contención, sistemas F&G, reducción de inventarios de equipos y líneas).

Finalmente, se cuantifican las consecuencias de cada acontecimiento. Para la determinación de los efectos de cada evento, se utiliza un software de simulación que utiliza modelos teóricos verificados experimentalmente y que grafica curvas del alcance de los efectos (radiación, sobrepresión, nube tóxica).

Los efectos de eventos como la radiación y nubes tóxicas, dependen tanto de la intensidad del efecto (radiación térmica por metro cuadrado o concentración del tóxico) como del tiempo de exposición, factores que son sopesados en “modelos de vulnerabilidad” (como la ecuación de “probit”) para determinar la vulnerabilidad Leza, Escriña & Asociados S.A. Consultores en Ingeniería de Riesgos y Valuaciones Perú 345 12º C Buenos Aires Argentina [www.lea.com.ar](http://www.lea.com.ar) [info@lea.com.ar](mailto:info@lea.com.ar) tel: 4334.2514 fax: 54.11.4334.8323 Análisis de Riesgos Protección contra incendios Valuaciones Ajustes y peritajes Riesgos del trabajo de las personas o instalaciones.

### 5.4.2.1. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

Para el análisis detallado de Frecuencias de los escenarios de riesgo identificados en el establecimiento denominado **ENERGETCA CARVEL, S.A. DE C.V.** se utilizó la Metodología Análisis del Modo Falla y Efecto (**AMEF-FEMAC**).

Esta metodología ya fue descrita en el numeral 5.4.1.3, para determinar el NPR se emplearon los criterios de evaluación indicados en las siguientes tablas, dichos criterios fueron considerados de

ESTA CLASIFICACIÓN RESULTA CUANDO UN MODO DE FALLA POTENCIAL RESULTA DE UN DEFECTO CON UN CLIENTE FINAL Y/O UNA PLANTA DE MANUFACTURA/ENSAMBLE. EL CLIENTE FINAL DEBE SER SIEMPRE CONSIDERADO PRIMERO. SI OCURREN AMBOS, USE LA MAYOR DE LAS DOS SEVERIDADES.			
Efecto	EFEECTO EN EL CLIENTE	EFEECTO EN MANUFACTURA/ENSAMBLE	CALIF.
<b>Peligroso sin aviso</b>	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental.	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble).	<b>10</b>
<b>Peligroso con aviso</b>	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble).	<b>9</b>
<b>Muy alto</b>	El producto/item es inoperable (perdida de la función primaria)	El 100% del producto tendría que ser desechado o reparado con un tiempo o costo infinitamente mayor	<b>8</b>
<b>Alto</b>	El producto/item es operable, pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho.	El producto tiene que ser seleccionado y una parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy alto.	<b>7</b>
<b>Moderado</b>	Producto/item operable, pero un item de confort/conveniencia es inoperable. Cliente insatisfecho.	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado en un tiempo y costo muy alto	<b>6</b>
<b>Bajo</b>	Producto/item operable, pero un item de confort/conveniencia son operables a niveles de desempeño bajos.	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea pero no necesariamente va a al área de retrabajo.	<b>5</b>
<b>Muy bajo</b>	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 75% de los clientes.	El producto tendría que ser seleccionado, sin desecho, y una parte retrabajada.	<b>4</b>
<b>Menor</b>	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 50% de los clientes.	El producto tendría que ser retrabajado, sin desecho, en línea, pero fuera de la estación.	<b>3</b>
<b>Muy menor</b>	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 25%)	El producto tendría que ser retrabajado, sin desecho en la línea en la estación.	<b>2</b>
<b>Ninguno</b>	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador, sin efecto.	<b>1</b>

**Tabla 43. Criterio de Evaluación de Severidad sugerido para PFMEA**

PROBABILIDAD	ÍNDICES POSIBLES DE FALLA	PPK	CALIF.
<b>Muy alta: fallas persistentes</b>	10 por mil piezas	<0.55	<b>10</b>
	50 por mil piezas	>0.55	<b>9</b>
<b>Alta: Fallas frecuentes</b>	20 por mil piezas	>0.78	<b>8</b>
	10 por mil piezas	>0.86	<b>7</b>
<b>Moderada: fallas ocasionales</b>	5 por mil piezas	>0.94	<b>6</b>
	2 por mil piezas	>1.00	<b>5</b>
	1 por mil piezas	>1.10	<b>4</b>
<b>Baja: relativamente pocas fallas</b>	0.5 por mil piezas	>1.20	<b>3</b>
	0.1 por mil piezas	>1.3	<b>2</b>
<b>Remota. La falla es improbable</b>	<0.01 por mil piezas	>1.67	<b>1</b>

**Tabla 44. Criterio de evaluación de Ocurrencia sugerido para PFMEA**

PROBABILIDAD	ÍNDICES POSIBLES DE FALLA	PPK	CALIF.
<b>Muy alta: fallas persistentes</b>	10 por mil piezas	<0.55	<b>10</b>
	50 por mil piezas	>0.55	<b>9</b>
<b>Alta: Fallas frecuentes</b>	20 por mil piezas	>0.78	<b>8</b>
	10 por mil piezas	>0.86	<b>7</b>
<b>Moderada: fallas ocasionales</b>	5 por mil piezas	>0.94	<b>6</b>
	2 por mil piezas	>1.00	<b>5</b>
	1 por mil piezas	>1.10	<b>4</b>
<b>Baja: relativamente pocas fallas</b>	0.5 por mil piezas	>1.20	<b>3</b>
	0.1 por mil piezas	>1.3	<b>2</b>
<b>Remota. La falla es improbable</b>	<0.01 por mil piezas	>1.67	<b>1</b>

**Tabla 45. Criterio de Evaluación de Ocurrencia sugerido para PFMEA**

Una vez revisados los escenarios que cayeron en nivel de Riesgo no Tolerable, se procedió a aplicar la Metodología AMEF, los resultados de dicha aplicación, se encuentran en el **Anexo 16**.

Los valores de referencia mostrados anteriormente son tomados de una combinación de valores del Manual AMEF Análisis de modo y efecto de fallas potenciales de Armando Hidalgo Mascorro y de los valores de Bestraten y Orriols, 2006.

Para el FMEA se analizaron los caso no tolerables resultantes de la metodologías HAZOP y What If..?, para determinar su probabilidad de falla dando como resultado los valores mostrados en la Figura 6, para cada sustancia se manejaron 3 nodos (descarga, almacenamiento y llenado), y un nodo adicional de tanque de Diesel par los tanques TV-07 y TV-08, al ser de menor capacidad. Dando un total de 10 sistemas analizados.

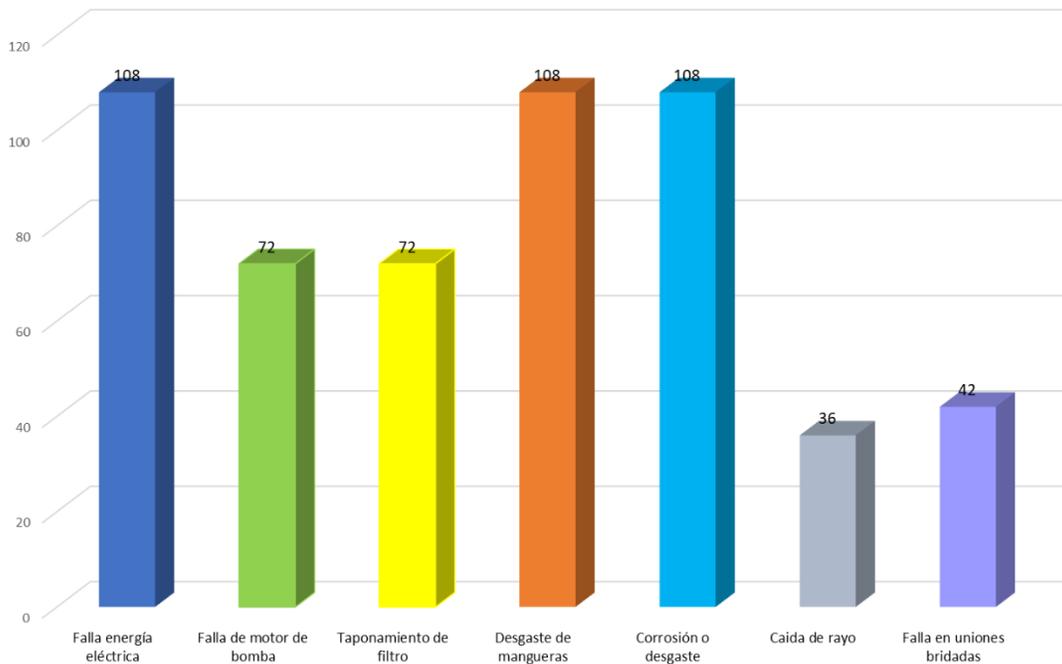


Imagen 6 valores de NPR resultantes para terminal de almacenamiento Carvel

Como se describió en el numeral 5.4.1.3, los valores de NPR mayores a 600 se analizaría para reducir su NPR, en nuestro análisis el NPR mayor fue de 108, por lo que se puede concluir que se tiene valores bajos de fallas o de ocurrencias.

#### 5.4.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

La materialización de un riesgo puede generar consecuencias diferentes. Por esta razón, la estimación de la consecuencia se realizará en función del impacto del pasivo ambiental en la salud, la calidad del ambiente la seguridad de la población.

#### Estimación de la Consecuencia

Para la estimación de las consecuencias se utilizan modelos matemáticos especializados, reconocidos y validados para Simulación de consecuencias, considerando los casos más probables y los Peores Casos, y posibles casos alternos.

#### Modificación del sistema Para reducir la consecuencia

En cuanto a las instalaciones de distribución, transporte y almacenamiento de gas natural, existen varias regulaciones en nuestro país que permiten proteger al establecimiento, al personal y al entorno.

Entre las Normas más importantes se encuentran las siguientes:

1. NOM-002-SECRE-2010
2. NOM-007-SECRE-2010
3. NOM-007-ASEA-2016
4. NOM-028-STPS-2012

Algunas medidas de la Reducción del riesgo, enfocadas a medidas de protección y seguridad pueden ser las siguientes:

1. Deben existir distancias suficientes, basadas en los escenarios de riesgos, con el objetivo de minimizar la posibilidad de que, si se llegase a producir algún accidente en uno de ellos, no afecte al otro equipo u otro tipo de instalación.
2. Las instalaciones deben contar con sistemas de seguridad para evitar los riesgos de la electricidad estática o de los propios equipos eléctricos existentes en las mismas.

#### **Determinación de los radios potenciales de afectación**

La determinación de los radios potenciales de afectación fue llevada a cabo mediante modelo matemático especificado en el software SCRI.

#### **Principio de operación del software SCRI**

El sistema SCRI-Modelos versión 4 es un programa para efectuar la simulación en computadora de los siguientes modelos atmosféricos:

1. Emisiones Continuas Puntuales (Chimeneas) y de Áreas.
2. Derrames con evaporación a nivel del suelo (Continuos y finitos)
3. Chorro horizontal elevado (Continuos y finitos)
4. Chorro vertical elevado o chimenea (Continuos y finitos)
5. Emisión instantánea de una fuente de área. (instantáneos)
6. Derrame de líquidos (Continuos, finitos e instantáneos)
7. Nubes Explosivas

Con estos modelos se pueden simular escenarios de afectación bajo diferentes condiciones de fugas, derrames o emisiones continuas, en diversos escenarios meteorológicos para efectuar estudios de impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones industriales y apoyar en la capacitación y entrenamiento de personal en el manejo de situaciones de emergencia. El sistema SCRI-Modelos 4 ofrece mejoras en los algoritmos de cálculo, tales como los utilizados por los modelos regulatorios (ISC3) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) e incluye modelos para evaluar las consecuencias de emisiones accidentales de emisiones más densas que el aire, con algoritmos del modelo SLAB desarrollados por Lawrence Livermore National Laboratory. El SCRI se utiliza actualmente por la PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección Ambiental) y por más de 400 empresas y Universidades en México y en el extranjero.

Entre las mejoras del sistema se tienen las siguientes:

1. Cálculo para varias fuentes de emisión simultáneas.
2. Emisiones puntuales y de áreas.
3. Afectaciones de la pluma por edificios cercanos.
4. Factores de decaimiento de las sustancias.
5. Consideraciones de irregularidades del terreno.
6. Tiempo de muestreo variables.
7. Consideración de cambios en la velocidad del viento con la altura y alturas de mezclado.
8. En el caso de nubes explosivas se considera la eficiencia de la explosión en base a índices por sustancias y se mejoró la interfase con el usuario.
9. Posibilidad de exportar las gráficas y los resultados a Word ó Excel.

### Condiciones operativas y climáticas alimentadas al simulador SCRI

Respecto a las condiciones ambientales, el manual del sistema establece que el software SCRI puede almacenar una colección de escenarios meteorológicos, los cuales se utilizan en los cálculos de los distintos modelos de simulación.

En los modelos “Fire Ball”, “Jet fire”, “Pool fire” y de explosiones, el valor relevante que se toma en cuenta, es la humedad relativa, mientras que en el modelo “Flash fire” se utilizan los demás parámetros que se definen en cada escenario.

Por lo tanto, al momento de estar cargando los datos operativos de cada escenario, así como las coordenadas de ubicación de la instalación que está siendo objeto de estudio de Riesgo ambiental, hay que elegir el escenario a simular y el software toma de su base de datos las condiciones ambientales que le aplican, en las siguientes capturas de pantalla se muestra cómo queda el reporte, todos los reportes de cada escenario simulado se pueden observar en el **Anexo 17**.

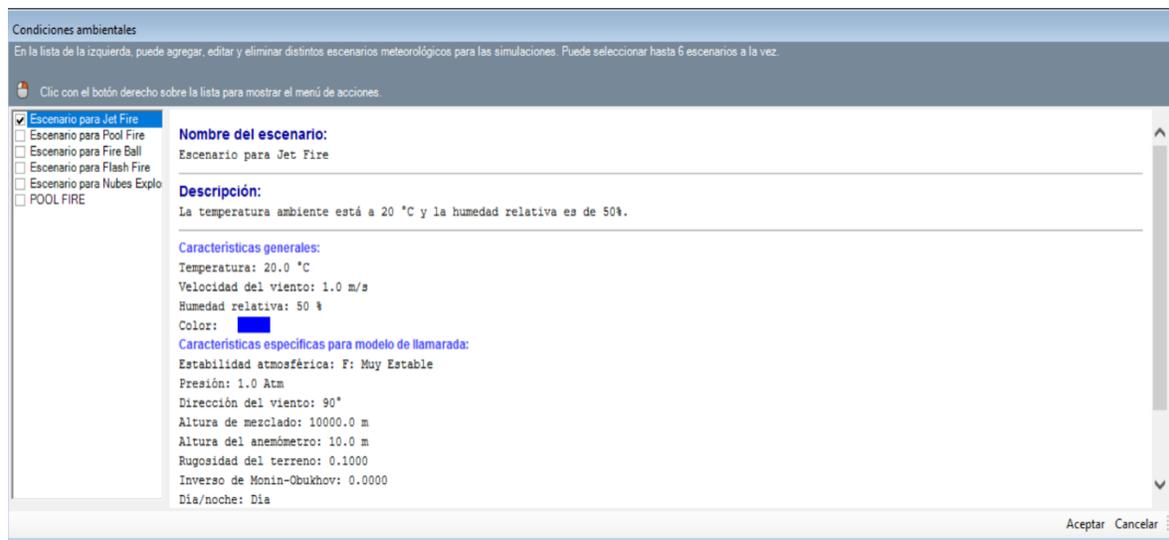


Figura 21 Pantalla de Selección de Condiciones Meteorológicas del SCRI

Así mismo, también en la siguiente imagen se muestran los parámetros de condiciones operativas capturadas en cada escenario de riesgo identificado y jerarquizado, dichas condiciones también se pueden consultar en el mismo Anexo de los reportes arrojados por el SCRI.

<b>SCRI FUEGO</b>	
<b>Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones</b>	
<b>MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR FUEGO EN UN DERRAME (POOLFIRE)</b>	
<b>REPORTE DE RESULTADOS</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>Datos de la modelación</b>	
Nombre: .....	NODO 1, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.D.CARVEL.2022.1.1
Fecha: .....	14 de abril de 2022
<b>Instalación</b>	
Nombre: .....	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.
Dirección: .....	AV. INDUSTRIAL 1 S/N, COLONIA SECTOR ROBINSON , CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, Mexico, Tel.
Ubicación: .....	Lat:28° 37' 55.51 N Lon:106° 01' 37.62 O
<b>Descripción</b>	
Paro en la alimentación por fuga de la manguera del DIESEL del Autotonque al Tanque de Almacenamiento.	
<b>DATOS DE LA SUSTANCIA</b>	
<b>Identificación</b>	
Nombre: .....	DIESEL
CAS: .....	68334-30-5
Nombre CAS: .....	No Disponible
Nombre IUPAC: .....	No Disponible
Fórmula: .....	No Disponible
Estructura: .....	No Disponible
Sinónimos (en español): .....	DIESEL
<b>Propiedades</b>	
Calor de Combustión .....	39700.00 kJ/kg
Tasa de Combustión de Masa .....	0.03500 kg/m <sup>2</sup> ·s
<b>PARÁMETROS DE ENTRADA</b>	
<b>Datos de la fuente</b>	
Tipo de confinamiento:	Sin confinamiento
Flujo volumétrico: .....	0.0393 m <sup>3</sup> /s
Diámetro máximo calculado: .....	34.86 m
Altura de base de la flama: .....	0.00 m
Fracción radiante: .....	0.40
<b>Datos meteorológicos</b>	
Nombre: .....	Escenario para Pool Fire
Humedad relativa: .....	50 %
Temperatura: .....	293.2 K (20.0 °C)
<b>RESULTADOS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO</b>	
Flujo volumétrico: .....	0.0393 m <sup>3</sup> /s
Densidad del líquido: .....	850.00 kg/m <sup>3</sup>
Diámetro calculado del área: .....	34.86 m
Consumo vertical por combustión: .....	4.118E-05 m/s
Área del derrame: .....	954.43 m <sup>2</sup>
Altura de la base del fuego: .....	0.00 m
Tasa de combustión total: .....	33.405 kg/s
Altura de flama: .....	28.59 m

Figura 22 Extracto de Ejemplo de Reporte del SCRI

Adicionalmente incluye un mejor manejo de mapas, con opciones para incluir dibujos de CAD (DXF, DGN, DWG), archivos de Bitmaps (TIFF, JPG,), "Shape Files" (SHP) e imágenes de satélite ERDAS(GIS,LAN) y MrSID(SID).

Se llevo a cabo el análisis detallado de consecuencias para los escenarios de riesgos ubicados en las regiones de NO TOLERABLE A y ALARP B.

Los riesgos industriales graves suelen estar relacionados con la posibilidad de incendios, explosiones o dispersión de sustancias químicas tóxicas, y por lo general entrañan el escape de un recipiente, seguido, en el caso de sustancias volátiles de su evaporación y dispersión.

En la fuga de materiales inflamables, el mayor peligro radica del repentino escape de gases o líquidos volátiles, que producen una gran nube de vapor, que posiblemente pudiera ser explosiva. Si esta nube se llegara a inflamar, los efectos que produciría la combustión dependerían de varios factores, entre los son importantes de mencionar se encuentran la velocidad del viento y la medida en que la nube esta diluida en el seno del aire.

La fuga de materiales inflamables o tóxicos a la atmósfera, puede por tanto provocar explosiones, un incendio o la formación de una nube tóxica.

Las explosiones se caracterizan por una onda de choque que puede producir un estallido causando daños a las instalaciones adyacentes. Los efectos de la onda de choque varían según las características del material, su cantidad y el grado de restricción de la nube de vapor.

Las explosiones pueden producirse en forma de una deflagración o de una detonación. Se produce una deflagración cuando la velocidad de combustión o la velocidad de la llama son relativamente lentas, del orden de 1 m/s. En una detonación en cambio, la velocidad de la llama es extremadamente elevada. El hecho de que se produzca una deflagración o una detonación dependerá del material de que se trate, así como de las condiciones en que ocurra la explosión.

Los tipos de incidentes a considerar que pueden producir la pérdida de control sobre las sustancias peligrosas y desencadenar consecuencias negativas para las personas y las instalaciones en el proyecto son.

En el software SCRI las simulaciones fueron desarrolladas tomando en cuenta entre otros los aspectos siguientes:

En definitiva, los riesgos humanos son mínimos porque:

1. La industria del gas funciona con pocas fábricas, o ninguna;
2. Las "materias primas" no son modificadas sino sencillamente purificadas y tratadas;
3. La industria del gas está totalmente automatizada.

En la fuga de materiales inflamables, el mayor peligro radica del repentino escape de gases o líquidos volátiles, que producen una gran nube de vapor, que posiblemente pudiera ser explosiva. Si esta nube se llegara a inflamar, los efectos que produciría la combustión dependerían de varios factores, entre los son importantes de mencionar se encuentran la velocidad del viento y la medida en que la nube esta diluida en el seno del aire.

La fuga de materiales inflamables o tóxicos a la atmósfera, puede por tanto provocar explosiones, un incendio o la formación de una nube tóxica.

Las explosiones se caracterizan por una onda de choque que puede producir un estallido causando daños a las instalaciones adyacentes. Los efectos de la onda de choque varían según las características del material, su cantidad y el grado de restricción de la nube de vapor.

Las explosiones pueden producirse en forma de una deflagración o de una detonación. Se produce una deflagración cuando la velocidad de combustión o la velocidad de la llama son relativamente lentas, del orden de 1 m/s. En una detonación en cambio, la velocidad de la llama es extremadamente elevada. El hecho de que se produzca una deflagración o una detonación dependerá del material de que se trate, así como de las condiciones en que ocurra la explosión.

Los tipos de incidentes a considerar que pueden producir la pérdida de control sobre las sustancias peligrosas y desencadenar consecuencias negativas para las personas y las instalaciones en la operación de la Planta propiedad de ENERGETICA CAREL, S.A. de C.V. son:

#### **Pool Fire.**

La fuga al exterior (Pool Fire) tras un derrame no confinado con generación de un incendio, tiene un efecto de propagación mayor al riesgo intrínseco del suceso del peligro principal. Esto podría generar circunstancias negativas para el depósito que contiene el líquido derramado o para otros depósitos cercanos. Los sucesos que las pueden provocar son las siguientes:

- Rupturas ocasionadas por impactos en las diferentes etapas de instalación del proyecto (equipo pesado y grúas).
- Situaciones de sobre presión o fugas debidas a fallas en la instrumentación o válvulas del sistema de operación.

#### **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.

El análisis de consecuencias se describe detalladamente en la tabla titulada ESCENARIOS DE RIESGO IDENTIFICADOS, ubicada en la Tabla 41 Lista de Nodos y claves asignadas después de la Jerarquización

En el software SCRI las simulaciones fueron desarrolladas tomando en cuenta entre otros los aspectos siguientes:

1. Diámetro del orificio de fuga)
2. Tasas de descarga (en caso de que dicho dato sea alimentado manualmente)
3. Condiciones climáticas
4. Estabilidad atmosférica
5. Dimensiones del equipo o tubería
6. Propiedades de la sustancia, incluyendo la composición molar o fracción masa
7. Diámetros de fuga o ruptura considerados
8. Dirección de la fuga
9. Tiempos de duración de la fuga, y
10. Condiciones de operación, entre otros
11. Velocidad del viento
12. Calor de Combustión
13. Tasa de Combustión de Masa
14. Tipo de confinamiento: Sin confinamiento
15. Flujo volumétrico
16. Diámetro máximo calculado
17. Altura de base de la flama
18. Fracción radiante
19. Humedad relativa
20. Temperatura
21. Flujo volumétrico
22. Densidad del líquido
23. Diámetro calculado del área
24. Consumo vertical por combustión
25. Área del derrame
26. Altura de la base del fuego
27. Tasa de combustión total
28. Altura de flama

Para el caso de fugas por orificio o poros, por estadística se cuenta con los siguientes resultados:

1. El 90 % de los casos corresponde a un orificio equivalente de 0,5”.
2. El 9 % de los casos corresponde a un orificio equivalente de 1”.
3. El 1% de los casos corresponde a un orificio de 2”.

Para el caso de orificios debido a golpes o rupturas parciales de líneas o ductos se considera que:

1. Para tuberías de diámetro mayor o igual a 6” se considera un orificio de fuga con un diámetro equivalente al 20.0 % de la sección transversal de la propia tubería.
2. Para tuberías de diámetro inferior a 6” se ha postulado la ruptura total de la línea.

### **Criterios de Simulación.**

Los criterios que permiten efectuar las estimaciones y predicciones de daños provocados por la fuga, incendio y explosión de Gas natural:

#### **Peor Caso**

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;

#### **Caso más probable.**

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

#### **Caso Alterno**

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 recipientes.

#### **Construcción de Escenarios.**

Como se mencionó anteriormente, para determinar los eventos no deseados que pudiesen ocurrir en el Gasoducto, se consideró el diámetro de la tubería que conforman el trazo del ducto, así como cruces y/o intersecciones.

A fin de dar mayor claridad a la forma en que se seleccionó el evento se citan las siguientes consideraciones.

Se consideró que los casos más catastróficos están relacionados con la fuga o ruptura del de las líneas de Descarga, Tanques Verticales de almacenamiento de Diesel, de Gasolina Regular y de Gasolina Premium, así como de Llenado de autotanques, también se partió de la premisa que, a mayor presión, mayor flujo y viceversa.

A fin de dar mayor claridad a la forma en que se seleccionó el evento se citan las siguientes consideraciones.

Se consideró que los casos más catastróficos están relacionados con la fuga de los tanques de almacenamiento y la ruptura de cualquiera de las líneas de carga y descarga de los Petrolíferos que integran distribuye **ENERGETICA CARVEL, S.A. de C.V.**

### Tiempo de descarga o duración de la emisión (tiempo de Fuga).

Es importante comentar que los tiempos de descarga se consideraron en base al tiempo en el que tardan en cerrarse las válvulas de detectores de mezclas explosivas y de flama. De acuerdo con el departamento de seguridad de **ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V.**, en caso de fuga entraría los detectores de mezclas explosivas y esa señal se manda al cuarto de control de ahí de manda señal al sistema de paro por emergencia y de ahí manda señal a válvulas necesarias para el cierre del sector, conforme a la matriz de gas y fuego, transcurren alrededor de 15 segundos. En caso de incendio, entra el detector de flama, y esa señal se manda al cuarto de control de ahí de manda señal al sistema de Contraincendios y se bloquea toda la Planta, transcurren alrededor de 15 segundos.

### Tasa de descarga.

La tasa de descarga para cada escenario fue determinada en función de las características de cada nodo.

### Condiciones de operación

CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LINEAS DE CARGA Y DESCARGA		
<b>Operación de la Planta</b>		
<b>Descarga de Diesel</b>		
Flujo	Presión	Temperatura
1.5 m <sup>3</sup> /Min	3.5 kg/cm <sup>2</sup>	Ambiente
<b>Descarga de Gasolina Regular</b>		
1.5 m <sup>3</sup> /Min	1 atm	Ambiente
<b>Descarga de Gasolina Premium</b>		
1.5 m <sup>3</sup> /Min	1 atm	Ambiente
<b>Almacenamiento de Diesel en Tanques verticales TV-01 y TV-02</b>		
3663703.3412 litros c/u	3.9 kg/cm <sup>2</sup>	Ambiente
<b>Almacenamiento de Gasolina Regular en Tanques verticales TV-03 y TV-04</b>		
3663703.3412 litros c/u	3.5 kg/cm <sup>2</sup>	Ambiente
<b>Almacenamiento de Gasolina Premium en Tanques verticales TV-06 y TV-06</b>		
1356797.6182 litros c/u	3.5 kg/cm <sup>2</sup>	Ambiente
<b>Almacenamiento de Diesel en Tanques Verticales TV-07 al TV-08</b>		
1356797.6182 c/u	3.9 kg/cm <sup>2</sup>	Ambiente
<b>Línea de Llenado de Diesel</b>		
1.5 m <sup>3</sup> /min	4.0 kg/cm <sup>2</sup>	Ambiente
<b>Línea de Llenado de Gasolina Regular</b>		
1.5 m <sup>3</sup> /min	4.0 kg/cm <sup>2</sup>	Ambiente
<b>Línea de Llenado de Gasolina Premium</b>		
1.5 m <sup>3</sup> /min	4.0 kg/cm <sup>2</sup>	Ambiente

Tabla 46. Condiciones de Operación en las Líneas de Carga y Descarga de ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.

**Datos alimentados al simulador:**

**Líneas de Carga y Descarga**

CONDICIONES CLIMÁTICAS	HUMEDAD RELATIVA TEMPERATURA:	50% 20°C
<b>Datos y propiedades del combustible</b>	Nombre: Diesel	No. CAS: 68334-30-5 Calor de Combustión: 39700.00 kJ/kg Densidad del líquido: 850 Kg/m <sup>3</sup>
	Nombre: Gasolina Magna	No. CAS: 8006-61-9 Calor de Combustión: 43700.00 kJ Densidad del líquido: 740 Kg/m <sup>3</sup>
	Nombre: Gasolina Premium	No. CAS: 8006-61-9 Calor de Combustión: 43700.00 kJ Densidad del líquido: 740 Kg/m <sup>3</sup>

**Tabla 47. Datos alimentados al simulador SCRI para las Líneas de Carga y Descarga de Diesel y Gasolina Magna y Premium Regular**

**NOTA:** El flujo considerado en las líneas de carga y descarga es el equivalente al 10% del flujo la línea de carga y Descarga de 1.5 m<sup>3</sup>/min

**Tanques Verticales**

CONDICIONES CLIMÁTICAS	HUMEDAD RELATIVA TEMPERATURA:	50% 20°C
<b>Datos y propiedades del combustible</b>	Nombre: Diesel	No. CAS: 68334-30-5 Calor de Combustión: 39700.00 kJ/kg Densidad del líquido: 850 Kg/m <sup>3</sup>
	Nombre: Gasolina Regular	No. CAS: 8006-61-9 Calor de Combustión: 43700.00 kJ Densidad del líquido: 740 Kg/m <sup>3</sup>
	Nombre: Gasolina Premium	No. CAS: 8006-61-9 Calor de Combustión: 43700.00 kJ Densidad del líquido: 730 Kg/m <sup>3</sup>

**Tabla 48. Datos alimentados al simulador para escenarios en Tanques Horizontales y verticales**

Posteriormente se procedió clasificar los escenarios en Caso alterno, caso más Probable y Peor caso, en seguida se muestra la tabla correspondiente.

NO. DE NODO Y CLAVE DEL ESCENARIO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO A SIMULAR	TIPO DE CASO	DE
NODO 1, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.D.CARVEL.2022.1.1 (CMP-01-DSL-N1.ESC- 4,5,6,7,8)	Fuga de diesel por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-101 o 103 en entrada a TV-01 o TV-02, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	Caso	más probable
NODO 1, ESCENARIO No. 1: LIN.DESCARGA.D.CARVEL.2022.1.2 (CA-01-DIESEL-N1.ESC-1,2,3)	Derrame de Diesel con incendio /explosión causado por desconexión de manguera flexible de autotanque	Caso	Alterno
NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.2 (PC-02-DSL-WTIF-S4)	Caida de rayo en tanque TV-01 o TV-02 debido a condiciones climaticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	Peor	caso
NODO 2 ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.3 (PC-01-DSL-N2-ESC-13,14,15,16)	Derrame de diesel por un mayor nivel de TV-01 o TV-02 por falla en el control de llenado en paro de bombas (NODO 2 )	Peor	caso
NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.3 (PC-05-GP-N8-ESC-62)	Derrame por alto nivel en tanque TV-05 o TV-06 por falla en el control de llenado o en paro de bombas	Peor	caso
NODO 11, ESCENARIO NO.; TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.1 (CA-10-DSL-WTIF-S4)	Fuga de diesel por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	Caso	Alterno
NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.2 (CA-04-GR-N4-ESC-24,25,26)	Derrame de gasolina regular por desconexión de manguera en autotanque	Caso	Alterno
NODO 7, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.1 (CMP-05-GR-N7-ESC-50,51,53,54,55)	Fuga de gasolina Premium por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-301 o 303 en entrada a TV-05 o TV-06, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	Caso	más probable
NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.1 (CMP-03-GR-N3-ESC-27,28,29,30,31,32)	Fuga de gasolina regular por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-201 o 203 en entrada a TV-03 o TV-04, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	Caso	más probable
NODO 5, ESCENARIO: No. TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.2 (PC-04-GR-WTIF-S4)	Incendio en tanque TV-03 o TV-04 por caída de rayo debido a condiciones climaticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	Peor	caso
NODO 5, ESCENARIO No.: TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.3 (PC-03-RG-N5-ESC-39)	Derrame de gasolina regular del tanque TV-03 o TV-04 por alto nivel causado por la falla en el control de llenado	Peor	caso
NODO 5, ESCENARIO NO.; TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.1 (CA-05-GR-WTIF-S4)	Fuga de gasolina regular por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	Caso	Alterno
NODO 7, ESCENARIO No.: TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.3 (PC-07-DSL-N11-ESC-86)	Derrame de diesel por un mayor nivel de TV-07 o TV-08 por falla en el control de llenado en paro de bombas	Peor	caso
NODO 3 ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.1 (CMP-02-DIESEL-N3-ESC-18,19,20,21)	Fuga de diesel por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por mayor presión ocasionada por taponamiento de filtros FC-105 / 106 /	Caso	más probable

NO. DE NODO Y CLAVE DEL ESCENARIO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO A SIMULAR	TIPO DE CASO
	107 / 108 o cierre de válvulas de llenado de autotanque	
<b>NODO 11, ESCENARIO: No. TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.2 (PC-08-DSL-WTIF-S4)</b>	Incendio en tanque TV-07 o TV-08 por caída de rayo debido a condiciones climáticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	Peor caso
<b>NODO 9, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.1 (CMP-06-GP-N9-ESC-65,66,67,68)</b>	Fuga de gasolina premium por conexiones o instrumentos con incendio por mayor presión causado por taponamiento de filtro FC 302 / 303 o válvulas de llenado de autotanque cerradas	Caso más probable
<b>NODO 10, ESCENARIO No: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.2 (CA-09-GP-N9-ESC-63,64)</b>	Fuga de gasolina premium por ruptura o desconexión de manguera flexible en conexión a autotanque	Caso Alterno
<b>NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.2 (CA-06-GR-N6-ESC-40)</b>	Fuga de gasolina regular con posible incendio por ruptura de manguera flexible o desconexión en autotanque	Caso Alterno
<b>NODO 7, ESCENARIO No: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.2 (CA-07-GP-N7-ESC-47,48,49)</b>	Derrame de gasolina premium por desconexión de manguera en autotanque	Caso Alterno
<b>NODO 4, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.1 (CA-02-DSL-WTIF-S4)</b>	Fuga de Diesel por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	Caso Alterno
<b>NODO 8, ESCENARIO NO.; TV-05 al TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.1 (CA-08-GP-WTIF-S4)</b>	Fuga de gasolina premium por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	Caso Alterno
<b>NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.2 (PC-06-GP-WTIF-S4)</b>	Incendio en tanque TV-05 o TV-06 por caída de rayo debido a condiciones climáticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	Peor caso
<b>NODO 3 ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.D. CARVEL.2022.8.2 (CA-03-GR-N3-ESC-17)</b>	Fuga de Diesel por ruptura de manguera flexible en conexión a autotanque	Caso Alterno
<b>NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.1 (CMP-04-GR-N6-ESC-41,42,43,44)</b>	Fuga de gasolina regular por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por mayor presión ocasionada por taponamiento de filtros FC-205 / 206 / 207 / 208 o cierre de válvulas de llenado de autotanque	Caso más probable

**Tabla 49. Lista de escenarios tipificados como Peor Caso, Más probable y Casos Alternos**

Los estudios de análisis y consecuencias nos definieron las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en base a la radiación térmica y para ello se utilizaron los criterios establecidos en las Tablas 49 y 50 de la guía de análisis de riesgos de la ASEA.

VELOCIDAD DEL VIENTO U10 (M/S)	RADIACIÓN SOLAR			HORAS DE NOCHE	
				FRACCIÓN CUBIERTA DE NUBES	
	FUERTE	MODERADO	DÉBIL	≥1/2	≤1/2
<2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	B-C	E	F
3 - 5	B	B	B-C	E	F
5 – 6	C	C – D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

**Tabla 50. Estabilidad atmosférica de Pasquill.**

	ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS	ZONA DE ALTO RIESGO	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
Toxicidad (Concentración)	-	IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m <sup>2</sup> a 37.5 kW/m <sup>2</sup>	5.0 kW/m <sup>2</sup>	1.4 kW/m <sup>2</sup>
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in <sup>2</sup> a 10 lb/in <sup>2</sup>	1.0 lb/in <sup>2</sup> (0.070 kg/cm <sup>2</sup> )	0.5 lb/in <sup>2</sup> (0.035 kg/cm <sup>2</sup> )

**Tabla 51. Parámetros a utilizar para la determinación de las zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo.**

Con la lista de la tipificación de casos se realizaron los cálculos para cada uno de los escenarios identificados, dicha memoria de cálculo se ubica en el **Anexo 17**.

Los datos alimentados al simulador de consecuencias de cada escenario de riesgo, así como los resultados obtenidos para los radios de radiación térmica mediante el software SCRI se encuentran localizados en el **Anexo 18**.

Los valores obtenidos de radiación y/o sobrepresión para cada caso se presentan en la tabla 54

No final	Clave del Escenario	Radiación térmica (m)			Sobrepresión (m)		
		1.4 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	12.5- kW/m <sup>2</sup>	0.5 psi	1.0 psi	3-10 psi
1	NODO 1, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.D.CARVEL.2022.1.1 (CMP-01-DSL-N1.ESC- 4,5,6,7,8)	64.5	34.43	21.34			
2	NODO 1, ESCENARIO No. 1: LIN.DESCARGA.D.CARVEL.2022.1.2 (CA-01-DIESEL-N1.ESC-1,2,3)	57.71	30.76	19.02			
3	NODO 2 ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.3 (PC-01-DSL-N2-ESC-13,14,15,16)	72.53	34.11	12.59			
4	NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.1 (CA-02-DSL-WTIF-S4)	51.3	27.31	16.83			
5	NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.2 (PC-02-DSL-WTIF-S4)	72.53	34.11	12.59			
6	NODO 3 ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.1 (CMP-02-DIESEL-N3-ESC-18,19,20,21)	62.14	33.15	20.53			

No final	Clave del Escenario	Radiación térmica (m)			Sobrepresión (m)		
		1.4 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	12.5- kW/m <sup>2</sup>	0.5 psi	1.0 psi	3-10 psi
7	NODO 3 ESCENARIO No. : LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.2 (CA-03-GR-N3-ESC-17)	61.32	32.7	20.22			
8	NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.1 (CMP-03-GR-N3-ESC- 27,28,29,30,31,32)	55.63	29.52	18.07			
9	NODO 4, ESCENARIO No.: LIN. DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.2 (CA-04-GR-N4-ESC-24,25,26)	54.2	28.76	17.58			
10	NODO 5, ESCENARIO No.: TV-03 AL TV- 04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.3 (PC-03-RG-N5-ESC-39)	95.55	46.97	22.55			
11	NODO 5, ESCENARIO NO.; TV-03 AL TV- 04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.1 (CA-05-GR-WTIF-S4)	98.43	52.59	32.68			
12	NODO 5, ESCENARIO: No. TV-03 AL TV- 04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.2 (PC-04-GR-WTIF-S4)	95.55	46.97	22.55			
13	NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.1 (CMP-04-GR-N6-ESC- 41,42,43,44)	58.37	31	19			
14	NODO 6, ESCENARIO No.: LIN. LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.2 (CA-06-GR-N6-ESC-40)	58.37	31	19			
15	NODO 7, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.1 (CMP-05-GR-N7-ESC- 50,51,53,54,55)	55.63	29.52	18.07			
16	NODO 7, ESCENARIO No: LIN. DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.2 (CA-07-GP-N7-ESC-47,48,49)	54.2	28.76	17.58			
17	NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV- 06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.3 (PC-05-GP-N8-ESC-62)	63.86	29.86	10.51			
18	NODO 8, ESCENARIO NO.; TV-05 al TV- 06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.1 (CA-08-GP-WTIF-S4)	63.86	29.86	10.51			
19	NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV- 06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.2 (PC-06-GP-WTIF-S4)	63.86	29.86	10.51			
20	NODO 9, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.1 (CMP-06-GP-N9-ESC- 65,66,67,68)	58.37	31	19			
21	NODO 10, ESCENARIO No: LIN. LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.2 (CA-09-GP-N9-ESC-63,64)	58.37	31	19			
22	NODO 11, ESCENARIO No.: TV-07.AL TV- 08.ALM.D.CARVEL.2022.7.3 (PC-07-DSL-N11-ESC-86)	48.83	22.33	6			
23	NODO 11, ESCENARIO NO.; TV-07.AL TV- 08.ALM.D.CARVEL.2022.7.1 (CA-10-DSL-WTIF-S4)	10.78	5.86	3.78			
24	NODO 11, ESCENARIO: No. TV-07.AL TV- 08.ALM.D.CARVEL.2022.7.2 (PC-08-DSL-WTIF-S4)	48.83	22.33	6			

Tabla 52 Resultados de análisis de consecuencias

## 5.5 REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIONES DE CONSECUENCIA (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN)

Una fuga procedente de las tuberías, equipos y accesorios deriva en el traslado de una masa de vapor o gas de una sustancia a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geoméricamente o de una pluma gaseosa, o de un área de radiación térmica en el caso de un chorro de fuego (JetFire) con un punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con la distribución de distintas concentraciones en su interior. Dichas formas de emisión están sometidas a un grado creciente de dilución en el aire que hace que las concentraciones en la nube o en la pluma vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dispersión depende de varios factores donde los más relevantes son la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gas, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión, en el **Anexo 19** se muestra el llenado del **Anexo 2** de la guía del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos implementada por la ASEA

Los radios de afectación determinados mediante el modelo SCRI son calculados en los niveles de radiación  $\text{kw/m}^2$  de:

- $1.4 \text{ kw/m}^2$
- $5 \text{ kw/m}^2$
- $12.5 \text{ kw/m}^2$

Esta grafica se representa en planos de los resultados de simulación de consecuencias o en foto mapas en los cuales se identificar los puntos de interés como áreas naturales protegidas, asentamientos humanos, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua entre otros.

De la Imagen 7 a la Imagen 9, se presentan los radios más grandes para el Diesel, gasolina Regular y gasolina premium. Dicha representación gráfica se llevó a cabo en el formato del **Anexo 3** de la guía de análisis de riesgo emitida por la ASEA, también debe incluirse los nombres y firmas de los responsables de elaboración, revisión y autorización de los planos, en el **Anexo 19** se ubican todos los diagramas de pétalos elaborados

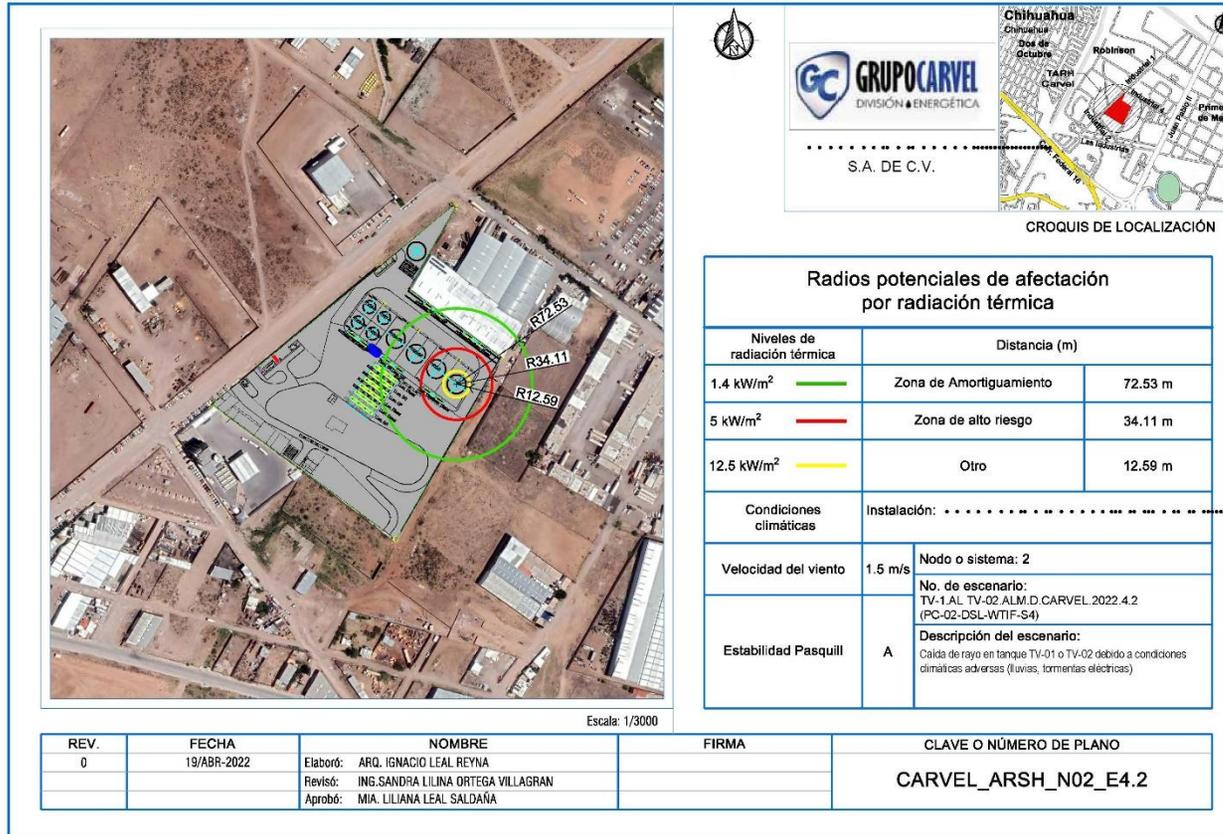


Imagen 7 Radio de afectación por radiación térmica NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.2 (PC-02-DSL-WTIF-S4)

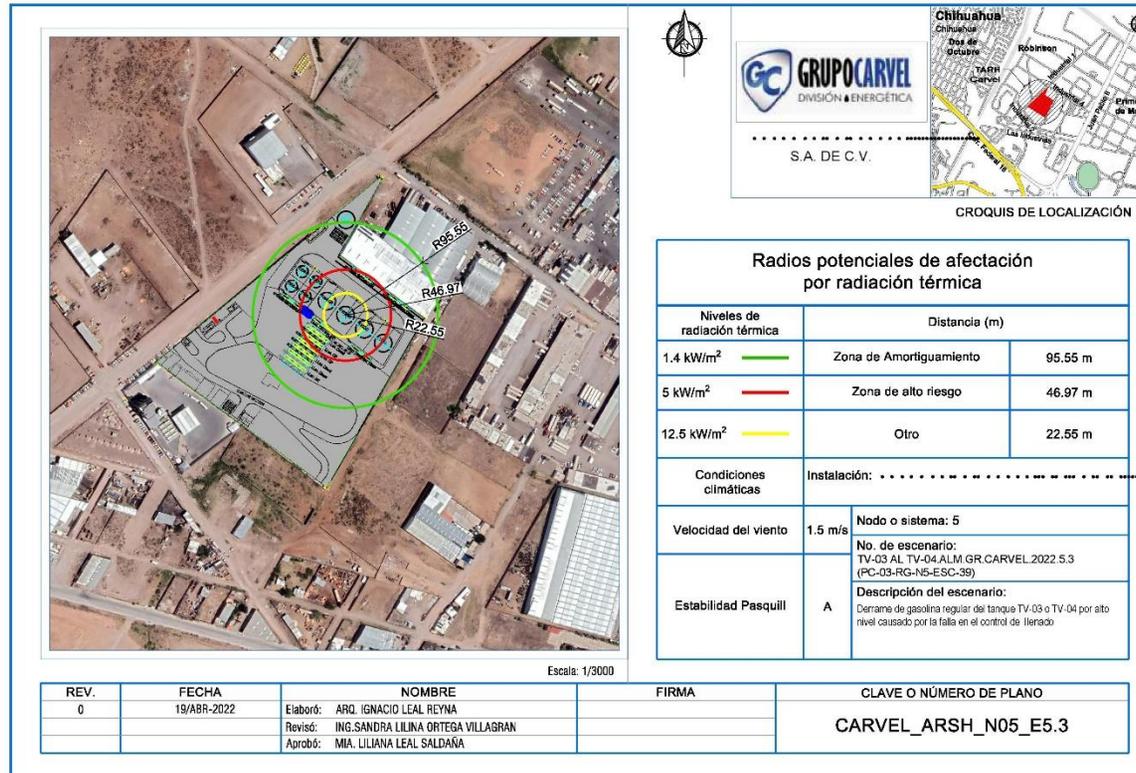


Imagen 8 Radio de afectación por radiación térmica escenario NODO 5, ESCENARIO No.: TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.3 (PC-03-RG-N5-ESC-39)

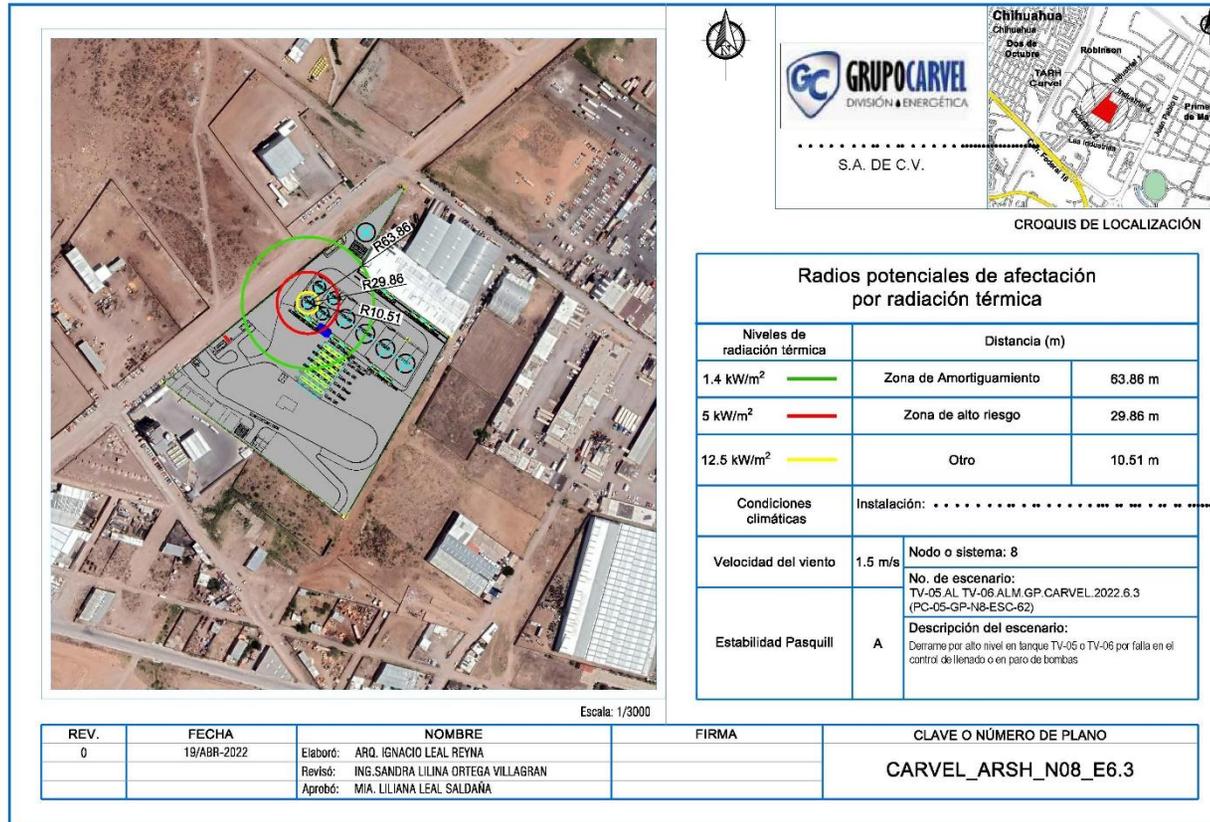


Imagen 9 Radio de afectación por radiación térmica escenario NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.3 (PC-05-GP-N8-ESC-62)

## 5.6 ANALISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

### 5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La Planta **ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V.**, se ubicará en Av. Industrial 1 S/N, Colonia Sector Robinson C.P. 31370 En Chihuahua, Chih., C.P. 31146, como se ha mencionado distribuye y comercializa combustibles derivados de hidrocarburos fósiles (Gasolina Magna y Diesel)

#### Receptores de Riesgo.

Se realizó una consulta en el sitio: <http://atlasnacionalderiesgos.gob.mx>, y se hizo un análisis en un radio de 1000 metros para determinar los posibles receptores de riesgo (escuelas, supermercados, servicios de comunicación, iglesias) expuestos, a continuación, se muestra el resultado de la consulta.

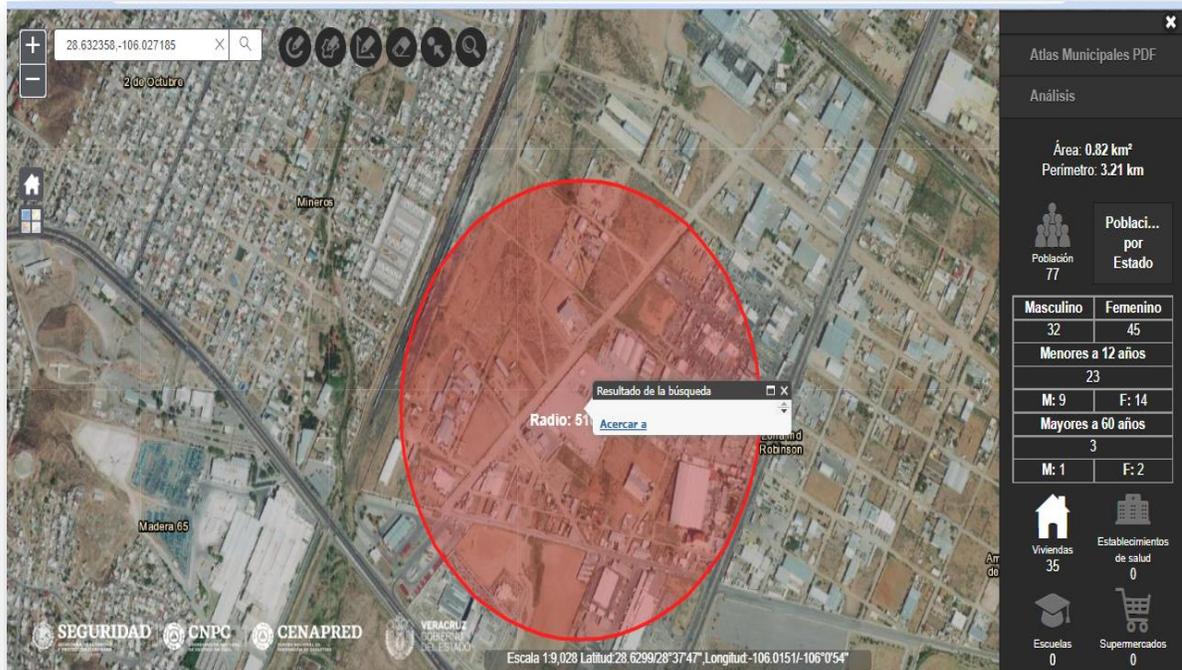


Imagen 10. Receptores de Riesgo y vulnerabilidad

Como se puede observar en la figura anterior, si existen sitios aledaños son los que se enlistan en la siguiente tabla:

ASENTAMIENTOS HUMANOS	
Asentamiento/comercio	Distancia en metros
Central de abastos Chihuahua	198.05 metros
Concretera Moldupino	485.00 metros
Albergeu SanVicente de Paul	330.51 metros

**Tabla 53 Instalaciones Receptoras de Riesgo**

Tomando en cuenta los resultados del análisis de estimación de consecuencias realizados, para nuestra Planta, particularmente en el área de Descarga de Gasolina Regular nos arrojó un resultado máximo de 133.46 metros de afectación en una zona de radiación térmica de 5 kw/m<sup>2</sup>, es decir la zona de Alto Riesgo alcanzaría al personal, de igual manera en el área de descarga de gasolina Premium, arrojó un resultado máximo de 162.04 metros de afectación en una zona de radiación térmica de 5 kw/m<sup>2</sup>, es decir la zona de Alto Riesgo, al igual que en la zona de almacenamiento de Diesel y de Gasolina Regular se obtuvieron resultados por debajo de los mencionados pero afectarían a las instalaciones aledañas inmediatas de las instalaciones de ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V., a la central de abastos de chihuahua, así como a las oficinas ubicadas al norte del establecimiento, en caso de que se presente un evento de sobrepresión, arrojo un resultado de 213.05 metros de afectación en una zona de sobrepresión de 1.0 psi, solo por citar algunos; por lo tanto, lo más conveniente es realizar simulacros externos con sitios aledaños próximos, sobre todo con los que se encuentren instalados en los radios de riesgo.

Dicho análisis también no arrojo la presencia de habitantes expuestos, los cuales se detallan a continuación:

DESCRIPCIÓN	NUMERO
Masculino	32
Femenino	45
Viviendas	35
<b>Población</b>	<b>77</b>

**Tabla 54. Población Receptora de riesgo**

Para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los escenarios de Riesgo, se diseñó un Programa de mantenimiento

Aunado a lo anterior, también se elaborará un Programa de Contingencias y un Protocolo de Respuesta a emergencias, el cual se aplica cuando ocurre alguna fuga, derrame o Incendio en las instalaciones, los receptores de riesgo se encuentran en el Anexo 20.

## 5.6.2 INTERACCIONES DE RIESGO

En el presente numeral se analizaron las interacciones de riesgo para cada uno de los escenarios identificados, en caso de que se presente materialización de alguno de ellos, tanto en el interior de la estación de servicio como en instalaciones aledañas, tomando en cuenta el alto Riesgo y la zona de amortiguamiento, así como las salvaguardas con las que contara la Planta.

De los resultados capturados en la tabla **41**, concluimos que posiblemente en caso de que se materialice un escenario de incendio y encuentre una fuente de ignición y se prenda, sobre todo en los escenarios de **alto riesgo**, los empleados de la Planta podrían verse afectados, toda la infraestructura del establecimiento, así las instalaciones comerciales y de servicios aledañas.

Para reducir la vulnerabilidad se indican las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia de las interacciones señaladas.

- Se contará con sistemas de pararrayos, que impidan problemas de energía estática y situaciones de riesgo en tormentas eléctricas.
- Procedimientos estandarizados operativos y de emergencias para administración de la seguridad de los procesos, buenas prácticas operativas y formación de brigadas de respuesta a emergencias.
- Programa de capacitación inicial y continua para todo el personal de la Planta
- Programas de mantenimiento preventivo a equipos operativos, sobre todo equipos críticos tales como conectores, mangueras, llenaderas, instrumentos y sistemas de control de fugas, así como mantenimiento a equipos contra incendios,
- Calibración de válvulas e instrumentos de medición y control,
- Medición de espesores como medida preventiva para integridad mecánica de recipientes y tuberías.
- Programa de contingencias

En el **Anexo 21** se muestra la tabla de Interacciones de Riesgo.

### Efecto domino.

Analizando las diferentes simulaciones de identificación de riesgos, se determina que puede existir un efecto domino en caso de ocurrir un evento de incendio y este no se logrará controlar.

Existen tres posibles iniciadores de un efecto domino:

- ❖ Primer escenario fuga en bombas o líneas de recepción de autotanques (Diesel o gasolina)
- ❖ Segundo escenario Fuga en bombas o líneas de llenado de autotanques (Diesel o gasolina)
- ❖ Tercer escenario incendio en tanque de almacenamiento de gasolina o Diesel

De los escenarios mencionados, el evento que sería más difícil de controlar sería el incendio en el tanque de almacenamiento, por lo que los tanques próximos a este pueden ser alcanzados por las llamas y se puede provocar un breve o que se pueda incendiar el mismo recipiente. En la Imagen 8 y 9, se muestra las posibles interacciones de riesgo de un efecto domino donde se verían involucrados los tanques de almacenamiento, para considerar los radios generados se consideraron los resultados de las simulaciones ya realizadas en la instalación con radiación de 5 kw/m<sup>2</sup>.

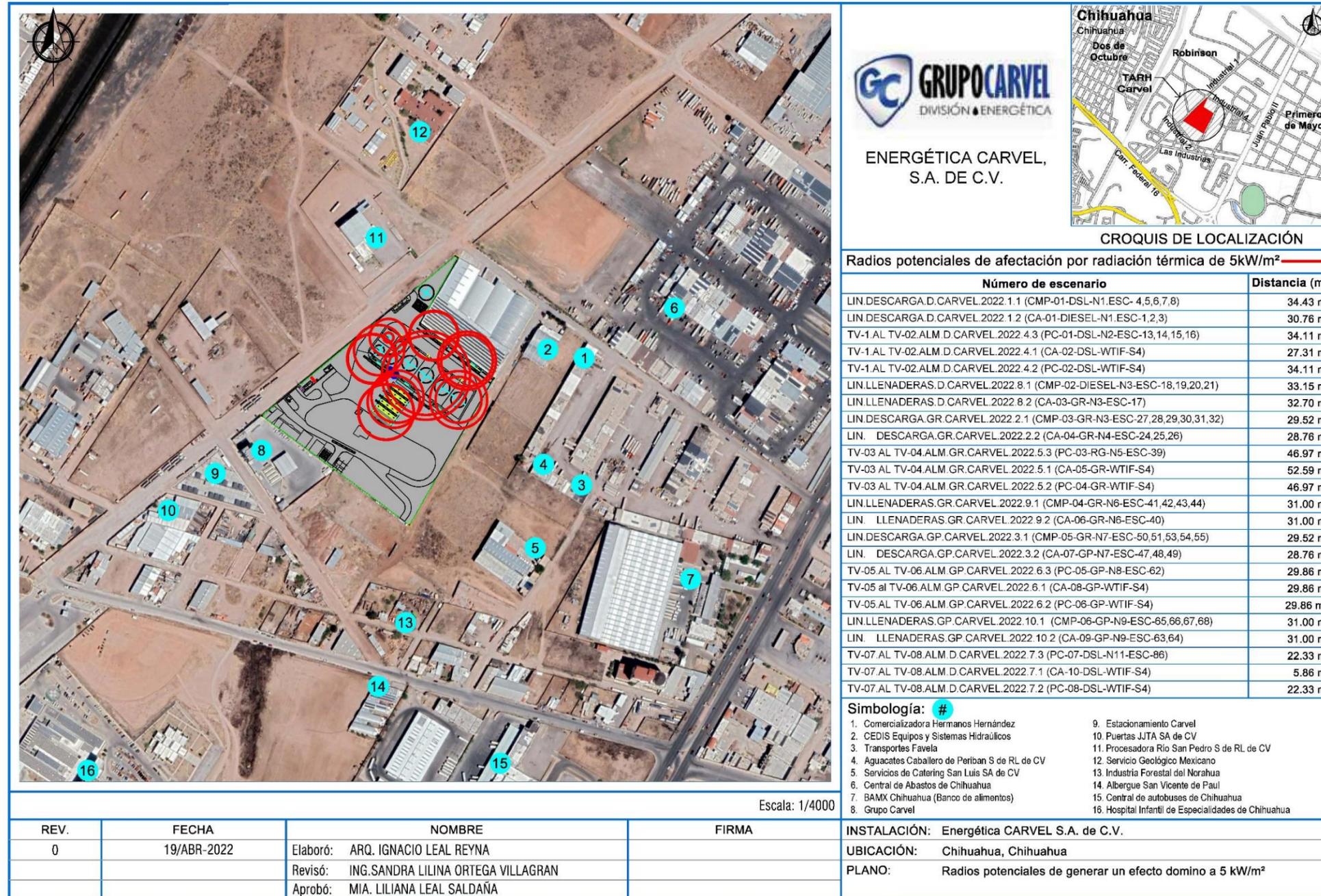


Imagen 11 Efecto domino radios 5 kw/m2



Imagen 12 Efecto domino radios 5 kw/m2

Como se puede ver en la Imágenes 6 y 7, se consideraron los radios de afectación de un incendio y que generaron una radiación de 5 kw/m<sup>2</sup>, de todos escenarios simulados de Diesel, gasolina premium y gasolina magna, se consideró todos los radios posibles de un evento de incendio en cada uno de ellos, así como las posibles fugas en la recepción (descarga de combustible a tanques de almacenamiento) y de llenado de autotanques para distribución.

Se considero la radiación de 5 kw/m<sup>2</sup>, ya que este es el radio de alto riesgo y genera mayor daño a equipos, lo que provocaría que sea posible que ocurra el efecto domino. Ver Anexo 25 Planos efecto Domino

La mayoría de los radios plasmados de radiación térmica, quedaron englobados, el área generada de un efecto domino es mostrado en la Imagen 7

Los efectos salen de la instalación, por lo que es posible la afectación al personal, en la etapa de diseño y operación, se deberá de considerar planes de respuesta externos, que consideren estos eventos dentro de sus simulacros y generar sus plan de respuesta a emergencia.

## 5.7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.

De acuerdo a los resultados de Análisis de frecuencia y de consecuencia, se demostró que es posible que ocurran escenarios de incendio o explosión, las afectaciones son menores a hacia la población a estar el punto más cercano de población a 198 m, el radio mayor de incendio fue menor a 100 metros, aunado a esto al estimar la falla de las posibles causas de estos eventos, se determinó que su valor de NPR es menor a 108, lo cual está en valores de falla aceptables.

Estos valores, se pueden mantener con la finalidad de obtener un ambiente de trabajo seguro para todos los trabajadores y al mismo tiempo estimular la prevención de accidentes en las distintas áreas de trabajo, es necesaria la capacitación del personal, así como implementar principios encaminados a prevenir la integridad física del trabajo, el buen uso de los equipos, accesorios y herramientas de la empresa y que las instalaciones cumplan con las leyes y normatividades aplicables en materia de seguridad, salud, operación y ambiental.

En el **Anexo 22**, se pueden consultar las hojas de trabajo del HAZOP, con el reposicionamiento de riesgos de los escenarios que su región de riesgo es no aceptable. Con sus valores de riesgo residual.

Una vez reposicionado el riesgo los escenarios identificados quedan en región de riesgo aceptable y ALARP.

## 5.8 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

Nuestra Planta contara con el siguiente inventario de Equipos de Seguridad para atender situaciones de riesgo.

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	
NOMBRE DE DISPOSITIVO	CANTIDAD
Detector de fuego ir3 (f)	No disponible
Detector de mezclas explosivas (dme)	No disponible
Detector de calor lineal (dcl)	No disponible
Detector de humo (dh)	No disponible
Estación manual de alarma (ema)	No disponible
Estación manual de abandono de instalaciones (emai)	No disponible
Monitor contra incendio	No disponible
Extintidores a base de polvo químico seco tipo ABC.	No disponible
Extintidores a base de bióxido de carbono tipo BC.	No disponible
Alarma contra incendio auditiva	No disponible
	No disponible
Alarma contra incendio visual	No disponible
Botón de paro de emergencia	No disponible

**Tabla 55. Lista de equipo de Contraincendios**

## 5.8 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

### 5.8.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD

**ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V.** contrato personal especializado para el desarrollo, calculo y diseño del Sistema de Contraincendios.

### 5.8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

**ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V.** contrato personal especializado para el desarrollo, calculo y diseño del Sistema de Contraincendios, a continuación, se presenta un resumen de lo que comprenderá dicho sistema.

#### Descripción del Sistema agua contra incendio.

Sistemas de bomba Contraincendios

Equipo de bombeo contra incendio a emplear, deberá contar con un sistema de bombeo cuya capacidad satisfaga los requerimientos del riesgo mayor de la Planta, por lo que la ingeniería debe contemplar las memorias de cálculo a fin de determinar la capacidad de las bombas contra incendio (principal, relevo y Jockey), las cuales serán diseñadas de acuerdo a lo indicado en el presente documento y a los requerimientos del código NFPA 20 en su última edición.

Deben ser del tipo centrifugas horizontales y debe cumplir con lo siguiente: a gasto cero la presión no debe exceder de 140 por ciento de la presión de descarga nominal y para un gasto de prueba de 150 por ciento de capacidad nominal, la presión de descarga no debe ser menor de 65 por ciento de la presión de descarga nominal.

Las bombas para servicio de agua contra incendio principales, deben ser accionadas con motores de combustión interna a diésel.

Las bombas para servicio de agua contra incendio redundantes (relevo), deben ser accionadas con motor de combustión interna a Diésel con el propósito de contar en todo momento con el suministro necesario de agua contra incendio.

La casa de bombas contra incendio deberá contar con los siguientes componentes o elementos:

Bomba principal impulsada con motor de combustión interna con capacidad suficiente para combatir riesgo mayor.

Bomba auxiliar impulsada con motor de combustión interna capacidad suficiente para combatir riesgo mayor.

Bomba jockey impulsado con motor eléctrico para mantener la presión mínima en la red contra incendio de 7 kg/cm<sup>2</sup> (100 lb/plg<sup>2</sup>).

Todas las bombas, deben contar con su correspondiente tablero de control. Todos los equipos, controles y accesorios que integren este sistema tengan aprobaciones UL y FM.

Las bombas de mantenimiento de presión “jockey”, no es necesario que sean listadas y/o aprobadas por UL/FM o equivalentes.

### **Cobertizos de bombeo**

Los cobertizos de bombeo se deben diseñar y construir de materiales no combustibles, en áreas libres de afectaciones ocasionadas por: explosión, fuego, inundación, sismo, tormentas de viento, congelamiento y vandalismo entre otras.

La ubicación en cuanto a distanciamientos, debe cumplir con lo indicado en la NOM-006- ASEA-2017 en su última revisión, apartada de las zonas de riesgo identificadas en la instalación; deben diseñarse con un mínimo de dos accesos, libres de obstáculos y dimensiones que faciliten la operación y el mantenimiento de los equipos.

Todas las llegadas de líneas conduit a los tableros y gabinetes de las bombas contra incendio principales, redundantes (relevo) y de mantenimiento de presión “jockey”, deben estar selladas para evitar la entrada de insectos y/o roedores que dañen las instalaciones eléctricas.

En los sitios en donde durante el año se presenten temperaturas ambiente recurrentes por debajo de los 5° C; se deben proveer los medios para mantener la temperatura en el cobertizo por arriba de ésta; así mismo contar con luz natural y artificial; esta última conforme a la NOM-025-STPS-2008, se debe incluir iluminación de emergencia, con luces fijas accionadas por medio de baterías exclusivas para este fin, que deben ser independientes de las contempladas como baterías de encendido del motor de la bomba, la ventilación natural y los pisos deben tener una pendiente de 1 (uno) por ciento, para permitir el escurrimiento.

El diseño debe considerar el escurrimiento del agua hacia el drenaje pluvial y mantener su interior seco.

Todos los acoplamientos motor-bomba, se deben mantener aislados con guardas, de acuerdo a lo descrito en la sección 8 del ANSI B15.1 Aparatos de Transmisión de Energía Mecánica (Mechanical Power Transmisión Apparatus).

Los motores, patines, soporte y botoneras de accionamiento, deben estar aterrizados.

La alimentación de fuerza de la instalación eléctrica para el alumbrado y las tomas de corriente, deben cumplir con los requerimientos de la NOM-001-SEDE-2012.

#### **Almacenamiento de agua contraincendios**

El tanque de almacenamiento debe ser vertical, atmosférico, de techo fijo, con venteo y recubrimiento interno.

La localización del tanque o tanques de almacenamiento de agua contra incendio, debe cumplir con los distanciamientos establecidos en NOM-006-ASEA-2017 o la vigente en su última revisión, de tal forma que no estén expuestos al fuego o ubicados en zonas de riesgo que puedan afectar su integridad, con base en el cálculo de círculos de afectación por incendio.

El diseño de los tanques de almacenamiento de agua contra incendio debe cumplir con los requerimientos establecidos en API 650 y NFPA 22 en su última edición, con una tolerancia a la corrosión en sus placas, mínimo de 1,6 mm (1/16 pulg).

Se deberá de considerar un tanque armado a nivel de tierra con las consideraciones de obra civil para soportar el peso del mismo más el agua contenida, este tanque deberá de estar cercano al área donde se ubicarán los equipos de bombeo contra incendio.

El tanque de almacenamiento del agua contra incendio se deberá de dimensionar considerando el sistema de aspersión más demandante, así como la demanda de los hidrantes-monitores de acuerdo a lo indicado por los códigos y documentos abajo mencionados siendo la más estricta la que predominará.

Se debe verificar que la capacidad de almacenamiento de agua para servicio contra incendio, sea suficiente para combatir ininterrumpidamente el incendio del riesgo mayor de la instalación, por un tiempo de 4 horas mínimo sin considerar reabastecimiento.

El diseño y construcción del tanque de almacenamiento de agua contra incendio deberá estar avalada por un inspector API 653/650 con certificación vigente al momento del diseño y construcción del mismo.

El tanque cisterna deberá tener una capacidad, la cual será vista “por parte del cliente” y será expreso para el servicio única y exclusivamente para agua de contra incendios

### **Red de agua contraincendios**

La red general de agua contra incendio para la Planta Carvel constará de tubería superficial y aéreas alrededor de las instalaciones, formando circuitos cerrados (anillos) para la distribución de agua contra incendio a los puntos o sitios a proteger de las mismas instalaciones.

El punto de suministro del agua contra incendio a las redes de la Planta Carvel, provendrá de la descarga de los equipos de bombeo contra incendio, estas redes según sea el caso estarán conformadas por hidrantes, monitores, alimentación a los sistemas para protección contra exposición al fuego, sistemas de rociadores y sistemas de espuma.

La red general contra incendio debe contar con válvulas de seccionamiento identificadas y localizadas en los puntos apropiados que permitan sectorizar o aislar el sistema en anillos y tramos de tubería que no exceda de cinco unidades de suministros de agua contra incendio entre las válvulas de seccionamiento.

El dimensionamiento de la tubería para la red contra Incendio, debe ser determinado mediante un cálculo hidráulico, considerando la activación del sistema de mayor riesgo.

La presión mínima de la red debe mantenerse a 7 kg/cm<sup>2</sup> man. (100 psig) en el punto hidráulicamente más desfavorable, tomando como referencia la brida de descarga de la(s) bomba(s) principal(es) de alimentación de agua contra incendio.

La tubería, accesorios y otros componentes de la red general de agua contra incendio deben estar clasificados para la presión de trabajo máxima del sistema a la cual estos están expuestos, pero la clasificación no debe ser menor a 150 psi (10.3 bares).

La velocidad máxima permisible para el dimensionamiento de la red general de agua contra incendio será 20 pies/s.

La selección de los materiales debe ser conforme a su clase y especificación, a fin de que estas puedan soportar las presiones de diseño establecidas, cumpliendo con la tabla 6.3.1.1 de la NFPA-13, edición 2016 o equivalente en su última edición y 10.1.1 de la NFPA-24 edición 2015 o

equivalente en su última edición y deben ser listadas para servicio contra incendio por UL o equivalente. Se deberá tomar en cuenta la instalación un sistema de protección catódica para tuberías de acero al carbón enterradas (cruces de calle).

La tubería no enterrada del anillo utilizada en la red de agua contra incendio, debe ser pintada en toda su longitud de color rojo de acuerdo con la NOM-026-STPS-2008, incluyendo válvulas, conexiones y accesorios. La información complementaria de las tuberías, la tipografía debe ser de color blanco.

La tubería de los sistemas secos, desde la válvula de diluvio hacia los sistemas de anillos de enfriamiento deberán ser de acero al carbono ASTM-A-53 Gr. B, galvanizado por inmersión en caliente. La tubería galvanizada no debe ser soldada en campo para evitar daños al galvanizado. Unirla con bridas o solución aceptable por norma, los materiales deben estar de acuerdo a la especificación D-TCARVEL0721-S-ES-001.

### **Tuberías y Accesorios**

Debe considerarse tubería superficial/enterrada y debe cumplir con los requisitos señalados en la NFPA-13 y NFPA-24, ediciones 2015 o equivalentes en su última edición.

En áreas de instalaciones de proceso y en lugares donde la temperatura ambiente pueda llegar a ser inferior a los 0 °C.

La tubería de la red de agua contra incendio que pase debajo de caminos o carreteras, el diseño debe indicar que la tubería contra incendio se debe enterrar a una profundidad mínima de 0,9 m (3 pie), con respecto a la parte superior de la tubería.

En el diseño de la tubería exterior y accesorios aéreos, se debe considerar la protección anticorrosiva que cumpla con los lineamientos establecidos en la NFPA 24 en su última revisión y en cuanto al color este debe ser rojo.

La red de agua contra incendio no debe ubicarse en el mismo corredor de tuberías donde se localicen tuberías de proceso. Y deberá apegarse a las especificaciones de tuberías establecidas en la NFPA 24 para agua contra incendio (Húmedo y seco) y espuma.

### **Válvulas de Seccionamiento**

La red de agua contra incendio debe contar con válvulas de seccionamiento identificadas y localizadas en los puntos apropiados que permitan sectorizar o aislar el sistema en anillos y tramos de tubería, sin dejar de proteger ninguno de los equipos que lo requieren, para fines de mantenimiento o ampliación; así como para conducir preferentemente el agua hacia los equipos a proteger; considerando su ubicación en lugares de fácil acceso y protegidas contra golpes donde se requiera.

Las válvulas deben ser del tipo compuerta de vástago ascendente y observando los requisitos de la NFPA 24 edición 2016.

### **Hidrante gabinete con manguera**

Los hidrantes en gabinete con manguera serán instalados en la red de agua contra incendio, con la finalidad de sofocar algún incendio en las siguientes áreas: taller, laboratorio, oficinas norte, sur y acceso principal de la Planta (caseta) Los hidrantes deben tener una toma para manguera de 1 ½" (125 gpm).

### **Momitores**

La red general de agua contra incendio contará con monitores para la protección del área de tanques de almacenamiento, la cobertura mínima para los monitores se considera de 30 m (98.4 ft) de radio y deben de estar ubicados fuera de los diques de contención de los tanques. El flujo mínimo requerido para cada monitor debe ser de 1,892.7 lpm (500 gpm).

Los Monitores deben localizarse a no menos de 12,2 m (40 ft) del área a proteger y deben estar libres de obstrucciones que puedan afectar su operación.

Los Monitores deben estar protegidos contra daño mecánico en aquellos sitios en donde por el tránsito o transporte de materiales se haga necesario, esto no debe representar un obstáculo para su operación.

La toma siamesa tendrá dos conexiones de entrada de 2 ½" en cuerda NST (NH) con capacidad para un gasto de 500 GPM, válvula anti-retorno en cada entrada que permiten agregar líneas adicionales sin interrumpir el flujo. Las tomas incluirán anillos giratorios, juego de tapones de 2 ½" con cadena, en cuerda NST y disco con leyenda de "BOMBEROS". Material de bronce con acabado cromado.

### **Hidrantes**

La red de agua contra incendio contará con hidrantes para conectar mangueras contra incendio, los hidrantes deben contar con dos conexiones para manguera de 63.5 mm (2 ½") para 250 gpm y 38.1 mm (1 ½") para 125 gpm.

Los hidrantes deben localizarse a no menos de 12,2 m (40 ft) del área a proteger y deben estar libres de obstrucciones que puedan afectar su operación.

Los hidrantes deben estar protegidos contra golpes en aquellos sitios en donde por el tránsito o transporte de materiales se haga necesario, esto no debe representar un obstáculo para su operación.

La instalación de los Hidrantes debe cumplir con las recomendaciones de la Norma NFPA 24.

### **Hidrantes monitores**

Los Hidrantes-Monitores en plataforma deberán ser instalados en la red de agua contra incendio del área de tanques de almacenamiento.

Los hidrantes-monitores deben tener tomas para mangueras de 1 ½" (125 gpm) y 2 ½" (250 GPM), deben manejar un gasto de 500 GPM para el monitor.

### **Gabinete con equipo de bomberos**

Los gabinetes para resguardo del equipo de bomberos se deben distribuir de tal forma que estén disponibles y cerca de los hidrantes gabinete con manguera, hidrantes, hidrantes-monitores e hidrantes con tomas para camión, deberán ser de acero inoxidable, pintados de rojo bermellón y con letrero que indique “E”.

Los gabinetes para mangueras contra incendio deberán contener mangueras de 1 ½” por 30.48 m de longitud con boquilla de combinación neblina-chorro directo, así como llave universal, el equipamiento de bomberos como: equipos de respiración autónoma, trajes de aproximación al fuego extintores portátiles, entre otros accesorios.

### **Toma siamesa**

La red de agua contra incendio de las Planta contará con toma siamesa accesible y visible para el servicio de bomberos. Se conectará directamente a la red general de agua contra incendio, no se debe conectar al tanque de agua contra incendio ni a una red de suministro exterior.

Los sistemas de aspersión serán tipo diluvio a base de agua contra incendio y constarán de un sistema de tuberías fijas conectadas a la red general contra incendio. El sistema estará diseñado hidráulicamente con boquillas de aspersión para lograr la descarga de agua específica y distribución en la superficie o área a cubrir.

El sistema de aspersión debe contar con una válvula de control con activación automática (válvula de diluvio) a través de un sistema de detección y activación remota desde el cuarto de control.

La válvula de diluvio deberá ser aprobada y/o listada para el servicio contra incendio o de otro modo demostrar que es adecuada para el uso en sistemas de aspersión de agua. La válvula de diluvio deberá tener un medio de operación manual dentro del trim de la válvula.

La válvula de diluvio debe contar con un interruptor de presión, el cual permitirá saber cuándo el sistema ha sido activado de manera automática o de manera manual desde la misma válvula.

La válvula de Diluvio debe estar situada a una distancia de al menos 50 pies (15,2 m) del área a proteger.

Las válvulas de diluvio deben estar ubicadas e instaladas donde no sufran daños mecánicos y/o daños por alguna explosión (si existiera esa condición). El sistema de aspersión debe contar con una válvula de aislamiento (válvula de compuerta) normalmente abierta, entre la válvula de diluvio y el suministro de agua.

El sistema de aspersión debe contar con un filtro capaz de remover todos los sólidos del tamaño que puedan obstruir las boquillas de aspersión, normalmente Perforaciones de 3.2 mm (1/8 in) son adecuados.

Las tuberías de los anillos de aspersión deben tener una pendiente hacia el tubo de alimentación para asegurar el drenado de los anillos y cabezales una vez que se concluya la operación del sistema.

El dimensionamiento de la tubería de cada sistema de aspersión, debe ser determinado por medio de cálculos hidráulicos, considerando que la boquilla más alejada debe operar a una presión mínima de 4.21 kg/cm<sup>2</sup> (60 psi).

El material de la tubería del sistema de aspersión debe ser de acero al carbono ASTM A53 Gr. B galvanizado.

### **Sistema de Aspersión en Tanques de Almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento contarán con un sistema de aspersión para la protección contra la exposición al fuego del tanque en caso de un incendio

El sistema de aspersión deberá ser diseñado para que el tanque sea mojado con una densidad de aplicación de 4.1 lpm/m<sup>2</sup> (0.1 gpm/ft<sup>2</sup>).

La distribución de agua de enfriamiento se debe hacer por medio de anillos colocados a diferentes alturas del tanque, la cual suministrará agua a las boquillas de aspersión. Los anillos deben ser seccionados para hacer eficiente el uso del suministro de agua contra incendio.

Los anillos de los sistemas de aspersión deben tener juegos de bridas en sus extremos que permitan desmantelarlo cuando se realicen trabajos de mantenimiento.

La distancia horizontal entre boquillas debe ser tal que los patrones de pulverización se traslapen en la superficie protegida.

Las boquillas de aspersión para los sistemas de enfriamiento deben ser del tipo chorro plano.

Los tanques atmosféricos de almacenamiento de techo fijo con altura de 9.75 m (32 pies) o mayor, deben poseer un mínimo de dos anillos de enfriamiento: uno ubicado en la parte media del tanque, de manera que la descarga de las boquillas se encuentre ubicada aproximadamente a 7 metros de altura, medidos a partir de la base del tanque y otro en la parte superior del recipiente, cuyas boquillas descarguen en el último anillo de la envolvente.

Tanques con altura menor de 9.75 metros, únicamente requerirán de un anillo de enfriamiento en la parte superior del tanque, cuyas boquillas descarguen en la parte superior del último anillo de la envolvente.

Por razones de mantenimiento y por confiabilidad en la operación, no se deben utilizar boquillas de aspersión menores que 12.7 mm (1/2 pulg) de diámetro, tampoco diámetros de orificio menores que 6.35 mm (1/4 pulg).

La suma de los gastos de las boquillas de aspersión, debe proporcionar una cobertura homogénea en la superficie de la envolvente del tanque que se desee proteger. Equivalente por lo menos, al resultado de multiplicar la superficie total de dicha envolvente, por la densidad de aplicación especificada.

Para el dimensionamiento de las tuberías de los anillos de enfriamiento, se deben tomar en cuenta velocidades máximas de flujo de 6.09 m/s (20 pie/s) (agua dulce) y un diámetro mínimo de tubería de 63,5 mm (2½ pulg).

Las tuberías a los sistemas de aspersión de acero al carbón (ASTM A-53) con recubrimiento galvanizado, se deben prefabricar las piezas con juntas soldadas dejando en sus extremos bridas y posteriormente galvanizarlas tanto por su interior como por su exterior, el número de secciones en que se divida el anillo de aspersión, debe ser suficiente para permitir ensamblar las piezas en campo. El cambio de especificación de acero al carbón galvanizado, debe ser en la brida de la última válvula de bloqueo del sistema de aspersión. Se debe evitar la instalación de tuberías menores de 63,5 mm (2½ pulg.) de diámetro, en los arreglos de los sistemas de anillos de enfriamiento para tanques atmosféricos, excepto para la alimentación individual de cada boquilla de aspersión.

### Sistemas de rociadores

Los sistemas de protección agua contra incendio en área de edificios se integran por áreas a proteger para proporcionar acciones oportunas y eficaces ante la presencia de condiciones y eventos peligrosos que pudieran presentarse en el desarrollo de las operaciones en las áreas tripuladas, protegiendo al personal e instalaciones. Las clasificaciones de riesgo para los cuartos que van a ser protegidos por los sistemas de rociadores están identificadas en parte de abajo. Estas clasificaciones son utilizadas para establecer los criterios de diseño que nos proporcionará las demandas de agua del sistema contra incendio en las instalaciones de rociadores de acuerdo a NFPA 13, edición 2016.

Definiciones de “Clasificación de Riesgos” de acuerdo a lo indicado en el capítulo 5 de la NFPA 13:

Clasificación de Ocupaciones (NFPA13 sección 5.1 a 5.5) incluye:

- Riesgo Ligero
- Riesgo ordinario grupo 1
- Riesgo ordinario grupo 2

### Sistema de espuma contra incendios

La siguiente tabla indica el tipo de clasificación del líquido contenido en los tanques de almacenamiento. Los tanques serán protegidos con un sistema de espuma por inyección superficial (protección en sellos) e inyección superficial.

SERVICIO	CANTIDAD DE TANQUES	CAP (Barriles)	CLASIFICACION DE LIQUIDOS
<b>Diésel</b>	2	23,044	<b>Clase II</b>
<b>Diésel</b>	2	8,534	<b>Clase II</b>
<b>Gasolina Regular</b>	2	23,044	<b>Clase IB</b>
<b>Gasolina Premium</b>	2	8,534	<b>Clase IB</b>

Tabla 56. Clasificación de sistema de espuma para cada Tanque Vertical

\*. Clasificación de acuerdo a NFPA

### **Red de Suministro Agua-espuma**

El material de la tubería que suministrará la solución de Agua-Espuma es de Acero al Carbono ASTM A53 Gr. B galvanizado.

El dimensionamiento de la tubería para el suministro de agua-Espuma, debe ser determinado mediante un cálculo hidráulico de acuerdo a NFPA 11 Ed. 2016.

### **Inyección superficial de espuma**

El material de la tubería que suministrará la solución de Agua-Espuma es de Acero al Carbono ASTM A53 Gr. B galvanizado.

El dimensionamiento de la tubería para el suministro de agua-Espuma, debe ser determinado mediante un cálculo hidráulico de acuerdo a NFPA 11 Ed. 2016.

Y el sistema de inyección superficial de espuma contra incendio para el área de tanques de almacenamiento contará con puntos de descarga de espuma tipo II.

La densidad mínima de aplicación considerada para la aplicación de espuma superficial en tanques de almacenamiento será de 12.2 lpm/m<sup>2</sup> (0.3 gpm/ft<sup>2</sup>); para tanques con membrana interna flotante.

La densidad mínima de aplicación considerada para la aplicación de espuma superficial en tanques de almacenamiento será de 4.1 lpm/m<sup>2</sup> (0.1 gpm/ft<sup>2</sup>); para tanques sin membrana interna flotante.

### **Sistema de rociadores agua-espuma en bombas**

Para las bombas que manejen líquidos inflamables o combustibles se debe considerar para la protección contra incendio, un sistema de aspersión de agua-espuma que proteja el sello mecánico. La orientación de las boquillas se debe dirigir hacia el o los sellos y no al motor, cada sello tendrá por lo menos dos boquillas colocadas en sentido opuesto.

El sistema de aspersión deberá ser diseñado con una densidad de aplicación de 6.52 lpm/m<sup>2</sup> (0.16 gpm/ft<sup>2</sup>).

El sistema de aspersión debe tener juegos de bridas en sus extremos que permitan desmantelarlo cuando se realicen trabajos de mantenimiento

### **Sistema de rociadores de agua-espuma en Llenaderas**

El área de llenaderas contará con un sistema de rociadores con agua-espuma de acuerdo a NFPA 16 Ed. 2015.

La densidad de aplicación para el área de llenaderas no debe ser menor a 6.5 lpm/m<sup>2</sup> (0.16 pm/ft<sup>2</sup>).

El espaciamiento entre rociadores no debe exceder de 9.3 m<sup>2</sup> (100 ft<sup>2</sup>) por rociador o exceder 3.7 m (12 ft) de distancia entre rociadores en un ramal o entre ramales.

El sistema de Rociadores con agua-espuma debe contar con una válvula de control con activación automática (válvula de diluvio) a través de un sistema de detección. La válvula de control deberá tener un medio de operación manual dentro del trim de la misma válvula. El sistema de Rociadores debe contar con una válvula de aislamiento (válvula de compuerta), normalmente abierto entre la válvula de diluvio y el suministro de agua.

SERVICIO	CANTIDAD DE TANQUES	DIÁM. (m)	ALTURA (m)	NÚMERO DE PUNTOS DE DESCARGA DE ESPUMA*
Gasolina Regular	2	18.0	14.58	4
Gasolina Premium	2	12.0	12.15	3
Diésel	2	18.0	14.58	2
Diésel	2	12.0	12.15	2

**Tabla 57. Cantidad de puntos de descarga de rociadores de espuma en cada tanque**

\* De acuerdo con la Tabla 5.3.5.3.1 de la NFPA 11 Ed. 2016.

### Sistema de Gas y fuego

Con la finalidad de mantener un monitoreo constante y para detectar condiciones de riesgo que deriven en un incendio, explosión o daños a la salud por intoxicación, La Planta contará de un sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGF), dicho sistema estará compuesto por los siguientes elementos principales:

- Controlador.
- Detectores de Fuego.
- Detectores de Mezclas explosivas.
- Detectores de Gas Hidrógeno.
- Estaciones Manuales.
- Alarmas Audibles.
- Alarmas Visibles.
- Generador de tonos.

El Sistema de Gas y Fuego (SDGF) deberá prevenir y minimizar el daño al personal y a las instalaciones de toda la planta, a través del monitoreo continuo de las condiciones de Seguridad y deberá proveer al operador la información del estado que guarda la Instrumentación asociada al SDGF.

Todos los detectores deberán comunicarse con el controlador del Sistema de Gas y Fuego con un circuito de señales de línea (SLC) con protocolo propietario mediante dos hilos en un circuito Clase X de acuerdo a NFPA 72 Ed.2016, todos los detectores deberán contar con autodiagnóstico.

Todos los equipos deberán estar listados y/o aprobados para su uso por una organización reconocida como "Underwriters Laboratories" (UL), "Factory Mutual" (FM) o equivalente y deberán estar marcados de manera permanente con dicho reconocimiento.

El Sistema de Gas y Fuego debe ser independiente en Hardware y Software de otros sistemas de control.

Para brindar apoyo visual al personal durante un evento de incendio, el SDGF se comunicará con el sistema de CCTV (mediante señales digitales "contactos secos" y su interconexión será en el Cuarto de Control), el cual mediante rutinas pregrabadas posicionará y enfocará a la o las cámaras más cercanas hacia el sitio donde se produjo la alarma del SDGF y desplegará las imágenes en las pantallas localizadas en el cuarto de control.

En caso de un incendio, el SDGF se comunicará con los paneles de control de acceso de las Planta mediante contacto secos para la liberación de las puertas de emergencia.

Todos los componentes del Sistema de Gas y Fuego deberán cumplir con los requerimientos de la clasificación del área donde serán instalados.

### **Detectores de fuego**

Los detectores de fuego serán localizados de tal forma que puedan tener una cobertura óptima para monitorear y confirmar la presencia de fuego que pudiera presentarse en los equipos de proceso.

Para la localización de los detectores se debe considerar el traslape de los campos de visión en el área a proteger, así como la relación entre la sensibilidad y la separación del detector de fuego.

Los detectores siempre deben estar dirigidos hacia abajo de 10° a 20° por lo menos, para prevenir el reflejo de la luz en el horizonte. Deben ser inmunes a falsas alarmas provocadas por arcos de soldadura, rayos del sol, para ello debe diferenciar las características de una flama provocada por la combustión de hidrocarburos.

Los detectores de fuego deberán ser capaces de registrar la radiación infrarroja (IR), producida por un fuego derivado de la combustión de hidrocarburos en el ambiente por medio de un multiespectro basado en tres bandas IR lo que permite una detección a largas distancias y alta inmunidad a falsas alarmas.

### **Detectores de mezclas explosivas**

Para la instalación y espaciado de estos detectores se consideran los puntos de fuga potencial tales como las bridas, purgas, conexiones, válvulas, bombas y compresores, la densidad relativa del gas, la dirección de los vientos, la concentración del gas objetivo en las corrientes de proceso, la ventilación del lugar, así como la ubicación de cada equipo a ser protegido. La canalización eléctrica deberá estar separada de líneas de alta tensión. Los detectores se deberán instalar de tal forma que se eviten las vibraciones debido que estas podrían afectar su funcionamiento (en caso de estar fuera del rango permitido por el Fabricante), así mismo se deberán usar protecciones requeridas por el fabricante, para evitar el ingreso de agua por salpicaduras y filtros para protección contra polvo.

El detector será capaz de transmitir al Controlador del Sistema de Gas y Fuego los siguientes niveles de alarma:

- Transmitir de forma continua el valor de la variable en el rango de 0-100 LEL.
- Baja concentración de gas combustible.
- Alta concentración de gas combustible.

Y además deberá transmitir las siguientes señales de diagnóstico:

- Detector de mezclas explosivas en estado normal.
- Detector de mezclas explosivas en alarma (baja y alta).
- Detector de mezclas explosivas en falla.

### **Detector de hidrogeno (H2)**

Los detectores de Hidrógeno (H2) serán del tipo puntual y estarán localizados en los cuartos de baterías.

Los detectores deben ser capaces de detectar gas hidrógeno (H2) mediante el principio de celda catalítica, estos detectores se componen básicamente por un sensor y un transmisor. Los detectores de Hidrógeno serán instalados en los cuartos de baterías, por lo que el sensor deberá ser localizado al interior de los cuartos y el transmisor será localizado el exterior de dichos cuartos, cercano al acceso y a una altura tal que sea posible su fácil lectura para notificar al personal la presencia de concentraciones de gas hidrógeno.

El detector será capaz de transmitir al Controlador del Sistema de Gas y Fuego los siguientes niveles de alarma:

1. Transmitir de forma continua el valor de la variable en el rango de 0-100 LEL.
2. Baja concentración de gas hidrógeno.
3. Alta concentración de gas hidrógeno.
4. Y además deberá transmitir las siguientes señales de diagnóstico:
5. Detector de gas hidrógeno en estado normal.
6. Detector de gas hidrógeno en alarma (baja y alta).
7. Detector de gas hidrógeno en falla.

### **Estaciones manuales de Alarma**

Se colocarán estaciones manuales de alarma para que el personal que se encuentre en el área pueda dar aviso del evento de fuego y se activen las alarmas visibles y audibles.

Las estaciones manuales de alarma serán del tipo doble acción “empujar y jalar” o “levantar y jalar” con el objetivo de evitar su accionamiento accidental. Se debe operar con una sola mano.

La parte operable de la estación manual de alarma no debe instalarse a menos de 1.07 m (42 in) y no más de 1.22 m (48 in) desde el piso terminado.

Las estaciones manuales estarán situadas dentro de 5 pies. (1.5 m) de cada puerta de salida.

Las estaciones manuales adicionales se localizarán de manera que la distancia de viaje a la estación manual más cercana, no será superior a 200 ft. (61 m), medidos horizontalmente.

La estación manual tendrá un acabado en color rojo bermellón e incluirá una placa con las instrucciones de operación en idioma español, así como la leyenda "Fuego".

La alarma debe contar con un mecanismo con llave, para restablecerse manualmente después de que ha sido activada.

Las estaciones manuales deberán ser especificadas para cumplir con los requerimientos necesarios de acuerdo al área donde sean instaladas.

### **Alarmas audibles**

Las alarmas audibles están formadas por:

- Bocinas amplificadoras (altoparlantes).
- Generador de tonos.

El tono y mensaje de voz correspondiente a cada tipo de riesgo, será enviado desde el generador de tonos y mensajes pregrabados hacia las alarmas audibles en campo para que estas lo reproduzcan. Los tonos reproducibles deben ser diferentes para cada tipo de riesgo detectado.

En áreas exteriores se deben instalar alarmas audibles del tipo corneta con la intensidad suficiente para asegurar que sea escuchado claramente el tono/mensaje pregrabado de alarma en dichas áreas, el nivel sonoro producido por las alarmas audibles no deberá exceder los 110 dB en la distancia auditiva mínima.

Las alarmas audibles deberán producir un nivel sonoro de al menos 15 dB por encima del nivel sonoro ambiente promedio o de 5 dB sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos.

Por otro lado, la frecuencia debe estar dentro del rango de 300 Hz a 1 500 Hz y cumplir con los requerimientos para instalación certificada de acuerdo a la clasificación de área donde serán instaladas.

Las alarmas audibles estarán localizadas en la parte superior o a un lado de las alarmas visibles (semáforo), en un herraje de montaje rígidamente fijado al poste.

### **Generador de tonos.**

Las alarmas audibles deben contar con un generador de tonos para producir los tonos/mensajes pregrabados.

El generador debe reproducir los tonos/mensajes previamente grabados en idioma español que serán reproducidas mediante las alarmas audibles distribuidas estratégicamente en las áreas de proceso y fuera de los cuartos de baterías.

Los tonos o mensajes de voz deben ser grabados en forma digital y almacenados en circuitos de memoria no volátil, cada generador debe tener capacidad como mínimo de hasta seis circuitos de memoria con capacidad de almacenar tonos o mensajes de hasta 30 segundos de duración, cada uno.

Los tonos que deben ser pregrabados en el generador de tonos, se muestran a continuación:

ALARMAS GENERALES				
PRIORIDAD	RIESGO/ MENSAJE	TONO/SONIDO	FRECUENCIA	REPETICIÓN
1	Abandono de Instalación	Sirena extremadamente rápida	560-1055 Hz	6 ciclos /s
2	Fuego	Sirena rápida	560-1055 Hz	3.3 ciclos/s
3	Alta concentración de gas combustible	Corneta continua	470 Hz	Continuo
4	Todo está bien/Situación bajo control	Corneta/Intermitente/lenta	470 Hz	50 ciclos/s

**Tabla 58. Tabla de tonos**

### Alarmas visibles.

Las alarmas visibles en campo servirán para alertar al personal el tipo de riesgo existente en el área, serán dispuestas en arreglo tipo semáforo vertical o colgante horizontal de 4 luces. Todas las alarmas serán operadas por señales provenientes del Sistema de Gas y Fuego (SDGF) e indicarán el tipo de riesgo de acuerdo a la siguiente tabla:

ALARMAS VISIBLES EXTERIORES		
COLOR	TIPO	LETRERO (RAZÓN DE ALARMA)
Verde	Continuo	Condición normal
Rojo	Intermitente	Fuego
Amarillo	Intermitente	Alta concentración de gas combustible
Blanca	Intermitente	Abandono de Instalación

**Tabla 59. Color de luz del semáforo de acuerdo al tipo de riesgo.**

Las alarmas visibles tipo semáforo serán colocadas de forma estratégica donde sean visibles rápida y oportunamente por el personal. Cada luz deberá contar con una placa de identificación con la leyenda indicada, fabricada en aluminio, acero inoxidable o plástico laminado que deberá ser sujeta de forma permanente.

La altura mínima para instalarlas será de 1.50 m para el semáforo tipo vertical del nivel de piso terminado a la parte inferior del conjunto de luces (semáforo). Para su instalación en el semáforo tipo horizontal la altura mínima será de 2.03 m y de 2.44 m como máximo tomando como base el nivel de piso terminado. Cuando por las bajas alturas de los techos no se pueda cumplir con la altura mínima de 2.03 m, las luces se instalarán a 150 mm debajo del techo.

Podrán estar activadas una o más alarmas visibles a la vez, excepto la verde, que solo permanecerá activa si y solo si no existe algún evento de alarma. Las alarmas visibles (estroboscópicas) que indiquen condición de alarma deben ser del tipo destellante/intermitente, con una velocidad de intermitencia de máximo de 120 destellos por minuto (2 Hz) y mínimo de 60 destellos por minuto (1 Hz), con una intensidad luminosa efectiva de 1 000 cd de intensidad efectiva como máximo.

También se instalará sistema de detección en edificios con un Tablero de control para el sistema de detección en los edificios el cual estará comunicado en el Controlador del Sistema de Gas y Fuego (SDGF), la descripción integra de toda la infraestructura del sistema de Contraincendios, se ubica en el **Anexo 23**, así como la filosofía de operación de cada uno de los sistemas.

### **5.8.3 RECOMENDACIONES TECNICO-OPERATIVAS**

La Planta **ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.**, como se mencionó en el apartado de medidas de seguridad contará con varias medidas de protección y prevención que aplicara para la seguridad interna y externa de la Planta, contempla para el caso de la ocurrencia de algún derrame, entre ella la Fosa API, los Dique de contención en los Tanque Verticales y Horizontales, en las zonas de almacenamiento, llenado y despacho, con las cuales se lograría captar parte del posible derrame que pudiera ocurrir, evitar su vaporización (formación de nube explosiva) y posible incendio, enseguida, se enlistas las recomendaciones específicas para cada Nodo.

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO, SISTEMA, O KM	ELEMENTO DEL SASISOPA RELACIONADO CON LA RECOMENDACIÓN,	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO. O IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN		
R1	Realizar programa de mantenimiento o remplazó de filtro de acuerdo a fabricante	1	2	1. NODO 1 ISLA DE DESCARGA DE AUTOTANQUES DE LLENADO DE DIESEL (ISLA 1 E ISLA 2)	Fuga de diesel por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-101 o 103 en entrada a TV-01 o TV-02, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	A (Personal)
R2	Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque Verificar de acuerdo a radios de afectación si son suficientes los monitores e hidrantes para combatir el incendio	1	2	NODO 1, ESCENARIO No. 1: LIN.DESCARGA.D.CARVEL.2022.1.2 (CA-01-DIESEL-N1.ESC-1,2,3)	Derrame de Diesel con incendio /explosión causado por desconexión de manguera flexible de autotanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	A (Personal)
R3	Verificar que el dique cumpla con la capacidad marcada en la normativa	2	2	NODO 2 ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.AL.M.D.CARVEL.2022.4.3 (PC-01-DSL-N2-ESC-13,14,15,16)	Derrame de diesel por un mayor nivel de TV-01 o TV-02 por falla en el control de llenado o en paro de bombas (NODO 2 )	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	B (Personal)
R4	Llevar a cabo la medición de espesores de las Líneas de recepción de Gasolina Regular	2	2	NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.AL.M.D.CARVEL.2022.4.1 (CA-02-DSL-WTIF-S4)	Fuga de diesel por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	B (Ambiente)
R5	Instalar sistema de Tierras físicas. Y apartarrayos	2	2	NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.AL.M.D.CARVEL.2022.4.2 (PC-02-DSL-WTIF-S4)	Caida de rayo en tanque TV-01 o TV-02 debido a condiciones	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	B (Ambiente)

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO, SISTEMA, O KM	ELEMENTO DEL SASISOPA RELACIONADO CON LA RECOMENDACIÓN,	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO. O IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN		
					climáticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)		
R6	Realizar programa de mantenimiento o reemplazó de filtro de acuerdo a fabricante	3	2	NODO 3 ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.1 (CMP-02-DIESEL-N3-ESC-18,19,20,21)	Fuga de diesel por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por mayor presión ocasionada por taponamiento de filtros FC-105 / 106 / 107 / 108 o cierre de válvulas de llenado de autotanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	A (personal)
R7	Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque  Realizar programa de mantenimiento o reemplazó de manguera flexible de acuerdo a fabricante	3	2	NODO 3 ESCENARIO No. : LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.2 (CA-03-GR-N3-ESC-17)	Fuga de diesel por ruptura de manguera flexible en conexión a autotanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	C (Personal)
R8	Realizar programa de mantenimiento o reemplazó de filtro de acuerdo a fabricante.	4	2	NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.1 (CMP-03-GR-N3-ESC-27,28,29,30,31,32)	Fuga de gasolina regular por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-201 o 203 en entrada a TV-03 o TV-04, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	A (Personal)
R9	Verificar de acuerdo a radios de afectación si son suficientes los monitores e	4	2	NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.2 (CA-04-GR-N4-ESC-24,25,26)	Derrame de gasolina regular por desconexión de manguera en autotanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	A (Personal)

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO, SISTEMA, O KM	ELEMENTO DEL SASISOPA RELACIONADO CON LA RECOMENDACIÓN,	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO. O IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN		
	hidrantes para combatir el incendio						
R10	Verificar que el dique cumpla con la capacidad marcada en la normativa	5	2	NODO 5, ESCENARIO No.: TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.3 (PC-03-RG-N5-ESC-39)	Derrame de gasolina regular del tanque TV-03 o TV-04 por alto nivel causado por la falla en el control de llenado	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	C personal
R11	Llevar a cabo la medición de espesores de las Líneas de recepción de Gasolina Regular	5	2	NODO 5, ESCENARIO NO.; TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.1 (CA-05-GR-WTIF-S4)	Fuga de gasolina regular por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	B (Ambiente)
R12	Instalar sistema de Tierras físicas. Y apartarrayos	5	2	NODO 5, ESCENARIO: No. TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.2 (PC-04-GR-WTIF-S4)	Incendio en tanque TV-03 o TV-04 por caída de rayo debido a condiciones climáticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	B (Ambiente)
R13	Realizar programa de mantenimiento o remplazó de filtro de acuerdo a fabricante.	6	2	NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.1 (CMP-04-GR-N6-ESC-41,42,43,44)	Fuga de gasolina regular por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por mayor presión ocasionada por taponamiento de filtros FC-205 / 206 / 207 / 208 o cierre de válvulas de llenado de autotanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	A (personal)
R14	Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque	6	2	NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.2 (CA-06-GR-N6-ESC-40)	Fuga de gasolina regular con posible incendio por ruptura de manguera flexible o desconexión en autotanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	C (Personal)

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO, SISTEMA, O KM	ELEMENTO DEL SASISOPA RELACIONADO CON LA RECOMENDACIÓN,	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO. O IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN		
R15	<p>Verificar de acuerdo a radios de afectación si son suficientes los monitores e hidrantes para combatir el incendio</p> <p>Realizar programa de mantenimiento o reemplazó de filtro de acuerdo a fabricante</p>	7	2	NODO 7, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.1 (CMP-05-GR-N7-ESC-50,51,53,54,55)	Fuga de gasolina Premium por bridas, conexiones o instrumentos con incendio / explosión por alta presión causado por cierre de MOV-301 o 303 en entrada a TV-05 o TV-06, taponamiento de filtros o falla en charnela (interno) de válvula check	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	A (Personal)
R16	<p>Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque</p> <p>Verificar de acuerdo a radios de afectación si son suficientes los monitores e hidrantes para combatir el incendio</p>	7	2	NODO 7, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.2 (CA-07-GP-N7-ESC-47,48,49)	Derrame de gasolina premium por desconexión de manguera en autotanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	A (Personal)
R17	Verificar que el dique cumpla con la capacidad marcada en la normativa	8	2	NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.3 (PC-05-GP-N8-ESC-62)	Derrame por alto nivel en tanque TV-05 o TV-06 por falla en el control de llenado o en paro de bombas	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	C personal

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO, SISTEMA, O KM	ELEMENTO DEL SASISOPA RELACIONADO CON LA RECOMENDACIÓN,	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO. O IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN		
R18	Llevar a cabo la medición de espesores de las Líneas de recepción de Gasolina r	7	2	NODO 8, ESCENARIO NO.: TV-05 al TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.1 (CA-08-GP-WTIF-S4)	Fuga de gasolina premium por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	B (Ambiente)
R19	Instalar sistema de Tierras físicas. Y apartarrayos	8	2	NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.2 (PC-06-GP-WTIF-S4)	Incendio en tanque TV-05 o TV-06 por caída de rayo debido a condiciones climáticas adversas (Lluvias, tormentas eléctricas)	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	B (Ambiente)
R20	Realizar programa de mantenimiento o reemplazó de filtro de acuerdo a fabricante	9	2	NODO 9, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.1 (CMP-06-GP-N9-ESC-65,66,67,68)	Fuga de gasolina premium por conexiones o instrumentos con incendio por mayor presión causado por taponamiento de filtr FC 302 / 303 o válvulas de llenado de autotanque cerradas	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	A (personal)
R21	Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque Realizar programa de mantenimiento o reemplazó de manguera flexible de acuerdo a fabricante Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque	9	2	NODO 9, ESCENARIO No: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.2 (CA-09-GP-N9-ESC-63,64)	Fuga de gasolina premium por ruptura o desconexión de manguera flexible en conexión a autotanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	C (Personal)
R22	Verificar que el dique cumpla con la capacidad marcada en la normativa	11	2	NODO 11, ESCENARIO No.: TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.3 (PC-07-DSL-N11-ESC-86)	Derrame de Diesel por un mayor nivel de TV-07 o TV-08 por falla en el control de llenado en paro de bombas	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	B (Ambiente)

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO, SISTEMA, O KM	ELEMENTO DEL SISISOPA RELACIONADO CON LA RECOMENDACIÓN,	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO. O IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN		
R23	Llevar a cabo la medición de espesores	11	2	NODO 11, ESCENARIO NO.; TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.1 (CA-10-DSL-WTIF-S4)	Fuga de diesel por fisura en paredes del tanque debido a soldadura ineficiente / fatiga del material o corrosión	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	B (Ambiente)
R24	Instalar sistema de Tierras físicas. Y apartarrayos	11	2	NODO 11, ESCENARIO: No. TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.2 (PC-08-DSL-WTIF-S4)	Incendio en tanque TV-07 o TV-08 por caída de rayo debido a condiciones climáticas adversas (lluvias, tormentas eléctricas)	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.,	B (Ambiente)
R25	<p>RECOMENDACIONES GENERAL EN LA ETAPA DE OPERACIÓN NORMAL DE LA INSTALACION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizarán y darán cumplimiento a los Programas de Contingencias (PPA, PRE, ARP, PIPC, ETC)</li> <li>En función del estudio de impacto ambiental se aplicará el Plan de vigilancia ambiental para dar cumplimiento a las medidas de mitigación identificadas en las diferentes etapas del proyecto incluyendo la operación.</li> </ul>						

**Tabla 60. Recomendaciones Técnico-Operativas**

A continuación, se muestran las medidas que se tomarán para reducir los riesgos

RECOMENDACIONES POR IMPLEMENTAR					FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
ESCENARIO DE RIESGO	NO.	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	
<b>1. NODO 1 ISLA DE DESCARGA DE AUTOTANQUES DE LLENADO DE DIESEL (ISLA 1 E ISLA 2)</b>	R1	A (Personal)	Realizar programa de mantenimiento o remplazó de filtro de acuerdo a fabricante	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
<b>NODO 1, ESCENARIO No. 1: LIN.DECARGA.D.CARVEL.2022.1.2 (CA-01-DIESEL-N1.ESC-1,2,3)</b>	R2	A (Personal)	Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque  Verificar de acuerdo a radios de afectación si son suficientes los monitores e hidrantes para combatir el incendio	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
<b>NODO 2 ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.3 (PC-01-DSL-N2-ESC-13,14,15,16)</b>	R3	B (Personal)	Verificar que el dique cumpla con la capacidad marcada en la normativa	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
<b>NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.1 (CA-02-DSL-WTIF-S4)</b>	R4	B (Ambiente)	Llevar a cabo la medición de espesores de las Líneas de recepción de Gasolina Regular	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
<b>NODO 2, ESCENARIO No.: TV-1.AL TV-02.ALM.D.CARVEL.2022.4.2 (PC-02-DSL-WTIF-S4)</b>	R5	B (Ambiente)	Instalar sistema de Tierras físicas. Y apartarrayos	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
<b>NODO 3 ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.1 (CMP-02-DIESEL-N3-ESC-18,19,20,21)</b>	R6	A (personal)	Realizar programa de mantenimiento o remplazó de filtro de acuerdo a fabricante	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
<b>NODO 3 ESCENARIO No. : LIN.LLENADERAS.D.CARVEL.2022.8.2 (CA-03-GR-N3-ESC-17)</b>	R7	C (Personal)	Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque  Realizar programa de mantenimiento o remplazó de manguera flexible de acuerdo a fabricante	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO

RECOMENDACIONES POR IMPLEMENTAR					
ESCENARIO DE RIESGO	NO.	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.1 (CMP-03-GR-N3-ESC-27,28,29,30,31,32)	R8	A (Personal)	Realizar programa de mantenimiento o remplazó de filtro de acuerdo a fabricante.	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 4, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GR.CARVEL.2022.2.2 (CA-04-GR-N4-ESC-24,25,26)	R9	A (Personal)	Verificar de acuerdo a radios de afectación si son suficientes los monitores e hidrantes para combatir el incendio	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 5, ESCENARIO No.: TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.3 (PC-03-RG-N5-ESC-39)	R10	C personal	Verificar que el dique cumpla con la capacidad marcada en la normativa	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 5, ESCENARIO No.: TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.1 (CA-05-GR-WTIF-S4)	R11	B (Ambiente)	Llevar a cabo la medición de espesores de las Líneas de recepción de Gasolina Regular	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 5, ESCENARIO: No. TV-03 AL TV-04.ALM.GR.CARVEL.2022.5.2 (PC-04-GR-WTIF-S4)	R12	B (Ambiente)	Instalar sistema de Tierras físicas. Y apartarrayos	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.1 (CMP-04-GR-N6-ESC-41,42,43,44)	R13	A (personal)	Realizar programa de mantenimiento o remplazó de filtro de acuerdo a fabricante.	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 6, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GR.CARVEL.2022.9.2 (CA-06-GR-N6-ESC-40)	R14	C (Personal)	Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 7, ESCENARIO No.: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.1 (CMP-05-GR-N7-ESC-50,51,53,54,55)	R15	A (Personal)	Verificar de acuerdo a radios de afectación si son suficientes los monitores e hidrantes para combatir el incendio  Realizar programa de mantenimiento o remplazó de filtro de acuerdo a fabricante	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 7, ESCENARIO No: LIN.DESCARGA.GP.CARVEL.2022.3.2 (CA-07-GP-N7-ESC-47,48,49)	R16	A (Personal)	Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO

RECOMENDACIONES POR IMPLEMENTAR					FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
ESCENARIO DE RIESGO	NO.	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	
			Verificar de acuerdo a radios de afectación si son suficientes los monitores e hidrantes para combatir el incendio		
NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.3 (PC-05-GP-N8-ESC-62)	R17	C personal	Verificar que el dique cumpla con la capacidad marcada en la normativa	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 8, ESCENARIO NO.; TV-05 al TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.1 (CA-08-GP-WTIF-S4)	R18	B (Ambiente)	Llevar a cabo la medición de espesores de las Líneas de recepción de Gasolina r	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 8, ESCENARIO: No.TV-05.AL TV-06.ALM.GP.CARVEL.2022.6.2 (PC-06-GP-WTIF-S4)	R19	B (Ambiente)	Instalar sistema de Tierras físicas. Y apartarrayos	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 9, ESCENARIO No.: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.1 (CMP-06-GP-N9-ESC-65,66,67,68)	R20	A (personal)	Realizar programa de mantenimiento o remplazó de filtro de acuerdo a fabricante	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 9, ESCENARIO No: LIN.LLENADERAS.GP.CARVEL.2022.10.2 (CA-09-GP-N9-ESC-63,64)	R21	C (Personal)	<p>Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque</p> <p>Realizar programa de mantenimiento o remplazó de manguera flexible de acuerdo a fabricante</p> <p>Contar con manual e indicaciones de conexiones en carro tanque</p>	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 11, ESCENARIO No.: TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.3 (PC-07-DSL-N11-ESC-86)	R22	B (Ambiente)	Verificar que el dique cumpla con la capacidad marcada en la normativa	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO
NODO 11, ESCENARIO NO.; TV-07.AL TV-08.ALM.D.CARVEL.2022.7.1 (CA-10-DSL-WTIF-S4)	R23	B (Ambiente)	Llevar a cabo la medición de espesores	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO

RECOMENDACIONES POR IMPLEMENTAR					FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
ESCENARIO DE RIESGO	NO.	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	
NODO 11, ESCENARIO: No. TV-07.AL TV-08.AL.M.D.CARVEL.2022.7.2 (PC-08-DSL-WTIF-S4	R24	B (Ambiente)	Instalar sistema de Tierras físicas. Y apartarrayos	ENERGETICA CARVEL S.A. DE C.V.	ETAPA DE DISEÑO

Tabla 61. Programa de implementación de recomendaciones

## 5.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio realizado a la Planta propiedad de **ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V.**, nos llevó a la identificación de escenarios de riesgo que requieren que se realicen acciones para prevenir y/o minimizar las consecuencias asociadas a los escenarios de riesgo identificados. Esta identificación de escenarios se llevó a cabo utilizando la metodología de Análisis HAZOP, el cual se enfoca en determinar todas las consecuencias, causas, protecciones y recomendaciones que estén asociadas a una desviación en particular. La metodología de análisis HAZOP es adecuada para la identificación de peligros en la instalación. Del análisis de riesgos se emitieron recomendaciones en donde se debe tomar en cuenta que:

Las recomendaciones emitidas en el análisis, están fundamentadas en la normatividad actual, prácticas recomendadas de seguridad, políticas de seguridad y protección al ambiente y en las buenas prácticas de ingeniería.

Las recomendaciones están enfocadas a la disminución de riesgos durante la operación de los equipos. El análisis de riesgos se complementa con la jerarquización de riesgos la cual se llevó a cabo con la aplicación de criterios de aceptabilidad y tolerabilidad de riesgos. Los resultados de esta técnica se plasmaron en las matrices de riesgo de daños al personal, daños a la población, daños al medio ambiente, daños a la instalación y daños por pérdida de producción.

De la jerarquización de riesgos se obtuvieron escenarios de riesgo Tipo No Tolerable “A” y ALARP B. El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Para este caso en particular se emitieron una serie de recomendaciones que ayudaran a llevar a cabo el control de estos riesgos.

De los resultados del análisis de consecuencias se puede observar que los efectos por radiación o sobrepresión ante un escenario de fuga o ruptura (que puede desencadenar en un incendio y/o explosión), puede afectar ligeramente la integridad física del personal, población y de las instalaciones aledañas.

Por lo tanto, es importante tener integrado y sincronizadas las acciones lógicas de cierre o paro, así como de mantener en condiciones operables y disponibles los sistemas superficiales de seguridad tales como; el sistema de paro por emergencia, con la finalidad de evitar o minimizar las consecuencias para estos escenarios de riesgo.

## 5.10 RESUMEN EJECUTIVO

### Resumen de la situación general.

La Planta, tendrá una capacidad de almacenamiento 126,312 barriles de petrolíferos, los tanques requeridos deberán contar con los siguientes aspectos:

- Diseño y construcción de acuerdo a API 650.
- Tanques de techo fijo.
- Alarmas de alto y alto-alto con sistemas independientes de conexión y redundancia al PLC.
- Transmisores de temperatura a diferentes niveles del tanque.
- Sistemas de válvulas motorizadas de entrada y salida para paro de emergencia.
- Sistema de red contra incendio de acuerdo a códigos NFPA, ASEA (NOM-006-ASEA-2017) y CRE.
- Sistemas de líneas de monitoreo de control de inventarios.
- Sistemas de drenado y vaciado Total en caso que se requiera hacer un cambio de servicio.

### Infraestructura de salida a la Planta.

La salida de la Planta Carvel, será a través de un rack de llenaderas de Autotanques con capacidad de 3,250 – 9,000 BPD, para esto se requiere la siguiente infraestructura:

- Área de Carga de autotanques.
- Sistema de bombeo por cada producto.
- Sistema de medición.
- Válvulas motorizadas en líneas para paro de emergencia local o remoto.

### Sistema de seguridad.

Se deberá contar con el equipo necesario para los siguientes sistemas:

- Sistema de detección:
- Detectores de fuego tipo triple infrarrojo 3IR, ya que presentan alta inmunidad a radiación continua o pulsante.
- Detectores de Gas combustible (Mezclas Explosivas)
- Detectores de Humo
- Sistemas de alarmas audibles y visibles.
- Sistema de protección complementario:
- Extintor de polvo químico seco Tipo ABC.
- Extintor portátil
- Letreros de Seguridad
- Conos de Viento
- Regaderas y Lavaojos

Los sistemas de detección, intercomunicación, alarmas y voceo, son responsabilidad de las disciplinas de Instrumentación y Eléctrico.

### **Sistema de agua contra incendio.**

La red contra incendio tendrá la finalidad de proteger los equipos y/o áreas de la Planta, en caso de presentarse un incendio por equipo o por radiaciones de incendios de equipos adyacentes.

Las características del equipo de bombeo son las siguientes:

- Bomba Principal Contra incendios con Motor de Combustión Interna.
- Bomba de Relevo de Contra incendios Con Motor de Combustión Interna.
- Bomba Jockey.

La red de agua contra incendio de la Planta, contará con hidrantes, hidrantes-monitores, hidrantes con tomas para camión y gabinetes para almacenar mangueras; y para el sistema de aspersión se contarán con las válvulas de diluvio necesarias.

La red general de agua contra incendios debe contar con válvulas de seccionamiento suficientes, localizadas estratégicamente para aislar partes del sistema.

A continuación se hace una descripción de los factores bióticos y socioeconómicos que se podrían ver afectados por posibles afectaciones ocasionadas por la operación de la planta. Partiendo de que el riesgo de mayor radio detectado es de 300 metros, por lo cual se hace una descripción de un radio de 300 mts de los factores bióticos y socioeconómicos del sitio del proyecto.

## **FACTORES BIOTICOS.**

### **Caracterización de la Vegetación**

El conocer las interacciones que se manifiestan en las comunidades vegetales es de importancia prioritaria ya que proporciona la información básica para cualquier actividad relacionada con la ecología, por lo tanto, constituye uno de los aspectos fundamentales que nos permiten conocer las condiciones ambientales del territorio y del estado actual de su ecosistema.

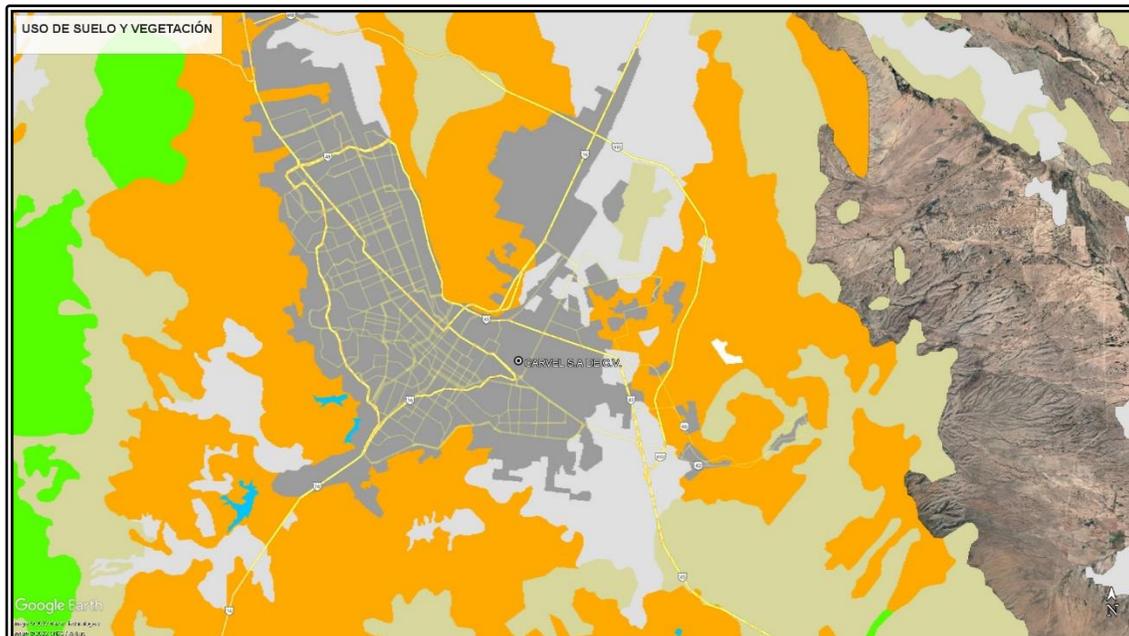
Por la gran variedad de formas de relieve que presenta México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica, éstas influyen sobre las características climáticas y si sumamos a estos factores los tipos de suelo, donde su interacción conjunta nos ofrece los diferentes tipos de vegetación que ahí se desarrollan. Estas características, si las agrupamos por sus elementos particulares nos lleva a la definición de las regiones o provincias fisiográficas.



El municipio de Chihuahua pertenece a la vertiente occidental del Río Conchos, que se nutre de las principales corrientes del municipio. Existen 18 arroyos de importancia de los cuales aproximadamente 10 se encuentran canalizados en algunos tramos: Chamizal, Galera, Saucito, Mimbres, Nogales, Chuvíscar, Cantera, San Jorge, San Rafael, Plaza de Toros, La Manteca y el Picacho. De las regiones hidrológicas que comprende el estado, se desprenden dos vertientes: los ríos Chuvíscar y Sacramento que se unen en las inmediaciones del municipio Chihuahua.

Existen cuatro presas de importancia en el municipio de las cuales tres están situadas dentro de los límites de la ciudad: Chihuahua, Chuvíscar y El Rejón, mientras que La Presa de San Marcos se encuentra fuera del área metropolitana. La Presa Chihuahua abastece de agua a una pequeña parte de la ciudad y es utilizada como uso recreativo para la pesca. La Presa El Rejón, tiene una cortina de 33 metros de altura y 320 metros de largo, su capacidad útil es de 6.6 millones de metros cúbicos

De acuerdo con la Comisión Nacional para Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) el Área de influencia del proyecto se localiza en la División Florística denominada altiplanicie; corresponde esencialmente a la región fisiográfica de este nombre que en México se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla. (Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990; CONABIO, 1997).



**Figura 23.-** Se observa que el área donde se localiza CARVEL S.A. de C. V. corresponde en el uso de suelo y vegetación del INEGI denominada área urbana (polígono gris) perteneciente a la ciudad de Chihuahua.

Por otro lado, en cuanto al uso de suelo y vegetación el proyecto se localiza en la parte central del estado de Chihuahua, dentro de la zona urbana de la ciudad capital del mismo nombre La

distribución de la vegetación en el Estado de Chihuahua coincide con sus zonas climáticas, provincias fisiográficas y usos del suelo, por lo que se identifican cuatro unidades biogeográficas principales:

- 1) matorrales desérticos de las bajadas de las sierras y planicies,
- 2) zacatales y bosques de roble de los taludes del pie de las sierras,
- 3) bosques de encino y pino-roble de la Sierra Madre Occidental y
- 4) bosques subtropicales de hojas caducifolias localizados en el talud occidental de la sierra y en los cañones y barrancas profundos.

La vegetación del municipio de Chihuahua, corresponde a la asociación denominada como Matorral desértico rosetófilo, tomando en consideración la abundancia de las especies arbustivas de tallas baja y mediana, de hojas carnosas o fibrosas dispuestas en rosetas y terminadas en espina;

Área del radio de afectación.

En el caso particular del predio donde se ejecutan las actividades del proyecto es una zona perturbada por diversos factores antropogénicos, como lo son el desarrollo de áreas urbanas, además se pudo observar el desarrollo de la industria en los alrededores, así como comercios y demás infraestructura típica de las áreas urbanizadas.

En el área del proyecto no se presenta una cubierta vegetal ya que actualmente cuenta con un piso de concreto que impide que la vegetación se establezca. En sus colindancias la vegetación que se identifica es de tipo secundaria, la mayoría de las especies presentes son herbáceas (gramíneas y especies ruderales).

No se localizan especies dentro el NOM-059-SEMARNART-2010 dentro del radio de afectación.

#### **Caracterización de la fauna.**

##### **Área de Influencia**

La fauna de México es reconocida como una de las más ricas a nivel mundial, definiendo al país como mega diverso, al registrar la mayor riqueza de especies en reptiles, segundo lugar en mamíferos, el cuarto lugar en anfibios (Toledo, 1988). En el país se registran 5,167 especies, de las cuales 290 son especies de anfibios, 2,628 de peces, 491 de mamíferos y 704 de reptiles (Flores y Gerez, 1994). Las aves ocupan un lugar especial de nuestra biodiversidad, pues en territorio mexicano habita el 12% (1,054 especies de aves) del total de especies del mundo.

Por otra parte, el país presenta un alto grado de endemismo entre las diversas especies que habitan la República Mexicana, ya que se estima que el 61% de los Anfibios son endémicos, los Reptiles tienen un endemismo del 53% y 30% de las especies de Mamíferos son endémicas (Sélem-Salas C., et. al. 2004). Dichos endemismos son producto de diversos factores, como es la diversidad del hábitat, la topografía y el clima, entre otros, los cuales generan microambientes que permiten las especializaciones de las diferentes especies de fauna silvestre (Flores-Villela y Gerez, 1994).

El área de influencia del proyecto se encuentra localizada en la Provincia Altiplano Norte (chihuahuense) esta provincia está ubicada rea central al norte de la provincia Austro-Central, al este de la Sierra Madre Occidental y al oeste de la provincia Tamaulipeca. Dentro de esta provincia se reconocen tres secciones: Occidental, Central y Oriental. (Figura 3)



**Figura 24.-** Con base a su ubicación geográfica (punto rojo), el área del proyecto (AP) se localiza en la Provincia Biogeográfica Altiplano Norte (CONABIO 2012).

**Área del radio de afectación.**

En un contexto local el radio de afectación como ya se mencionó no cuenta con una cobertura vegetal prístina que sirva como nicho ecológico para la fauna silvestre. Sin embargo, hay algunas especies que se han adaptado a estas condiciones de urbanización y se lograron visualizar durante la visita a la zona del proyecto y se presenta un listado de especies a continuación.

**Tabla 62.-** Listado de especies localizadas en el AI del proyecto.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE (S) COMUN(ES)	NOMBRE EN INGLES	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES		
						Apéndice I	Apéndice II	Apéndice III
Sauria	Phrynosomatidae	<i>Aspidocelis exsanguis</i>	Huico pinto de Chihuahua	Neaves' Whiptail				
Sauria	Gekkonidae	<i>Hemidactylus turcicus</i>	Geco Casero del Mediterráneo	Mediterranean Gecko				
Ciconiiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabeza roja	Turkey Vulture	-	-	-	
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola, conguita, torito	Common Ground-Dove				
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma bravia	Rock dove				
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tyrano palido	Arkansaw Flycatcher	-	-	-	
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion doméstico	House Sparrow (I)	-	-	-	

Las especies localizadas en el área de influencia del proyecto corresponden a especies altamente adaptadas a las zonas urbanas, no localizándose especies de fauna con algún tipo de endemismo y tampoco en alguna categoría del NOM-059-SEMARNAT-2010 ni en ningún apéndice del CITES.

### Edafología en un radio de 300 metros

A partir de información rescatada de las cartografías de Conjuntos de Datos Vectorial Edafológico a Escala 1:250,000 Serie III para las secciones H13-10 y H13-11 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía muestra, qué, para un radio de 300 metros desde la planta de distribución de hidrocarburos Energética Carvel, S.A. de C.V., se le determina al tipo de suelo como Zona Urbana (ZU) como se logra apreciar en la Figura 25. Carta de edafología H13-10 y H13-11 del INEGI.

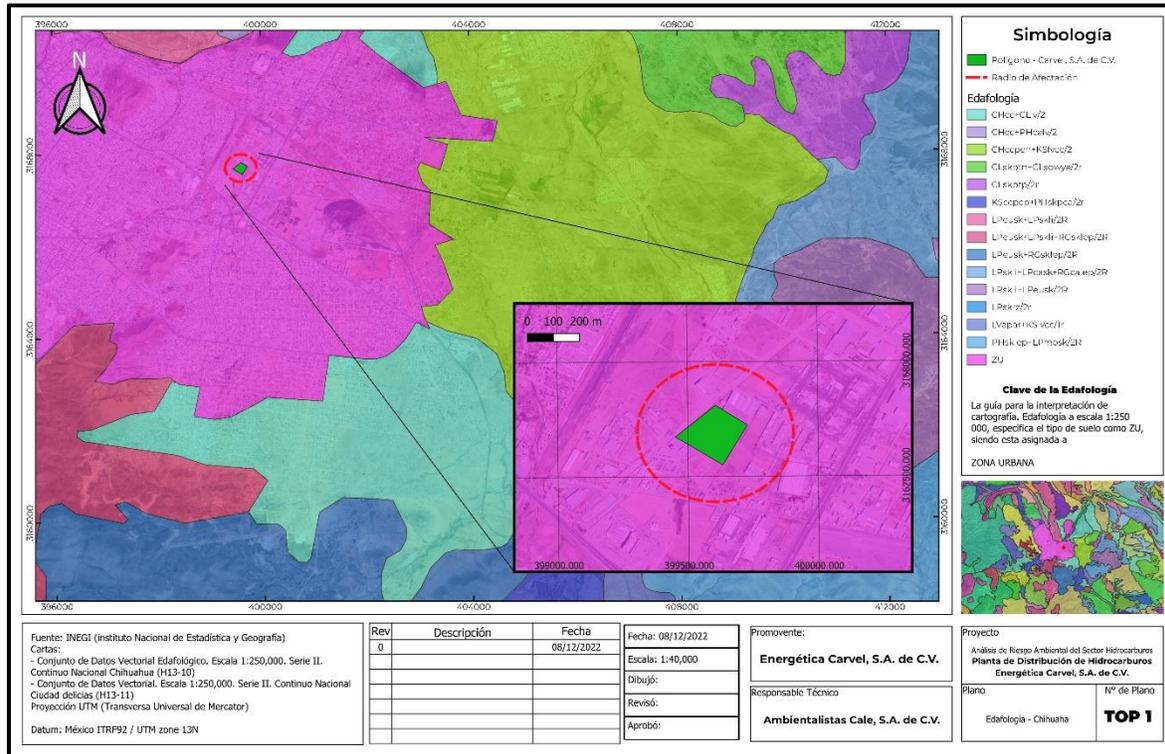


Figura 25. Carta de edafología H13-10 y H13-11 del INEGI

### Delimitación a 300 metros

La actividad comercial dentro de un área delimitada por un radio de influencia de 300 m, se encuentra en una Zona Urbana, el análisis obtenido a partir del Atlas Nacional de Riesgos, arrojó un resultado de 77 habitantes expuestos de los cuales 32 son hombres y 45 mujeres, del total de esta población, 23 son menores de 12 años que se subdividen en 9 hombres y 14 mujeres (ver **Figura 26**. Radio de Influencia a 300 metros).



**Figura 26.** Radio de Influencia a 300 metros

Existe un registro de 35 viviendas dentro del área de influencia, especificada dentro de la **Tabla 64** Análisis de Servicios en el Radio de Influencia de 300 metros; a su vez, el Atlas Nacional de Riesgo no registró la presencia de escuelas, hospitales, supermercados, aeropuertos, hoteles, bancos, gasolineras, presas, etc.

Por otro lado, tampoco se establecen colonias dentro de la delimitación de 300 metros, que puedan identificarse con algún riesgo por la presencia de la planta de distribución de hidrocarburos de Energética Carvel, S.A. de C.V.



Masculino	Femenino
32	45
Menores a 12 años	
23	
M: 9	F: 14
Mayores a 60 años	
3	
M: 1	F: 2

**Población**  
**77**

**Tabla 63.** Población Total del Área de Influencia en un Radio de 500 Metros

					
<b>Viviendas</b>	<b>Establecimientos de Salud</b>	<b>Escuelas</b>	<b>Supermercados</b>	<b>Aeropuertos</b>	<b>Hoteles</b>
35	0	0	0	0	0
					
	<b>Bancos</b>	<b>Gasolineras</b>	<b>U.P. Cuarias</b>	<b>Colonias</b>	
	0	0	0	0	

**Tabla 64** Análisis de Servicios en el Radio de Influencia de 300 metros

### Conclusiones

El Proyecto ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V., contará con una operación controlada en los aspectos de seguridad ambiente y administrativos y estos se evidencian en los análisis de riesgos con la metodología HAZOP, las tablas de Jerarquización y los modelos matemáticos de análisis de consecuencias obtenidas con el software SCRI.

En el establecimiento prevalecerán las mismas condiciones de la zona, ya que los impactos ambientales identificados son adversos pocos significativos hacia la atmósfera, debido a que se ubicará en zona Industrial.

El cumplimiento de las herramientas de regulación ambiental permite asegurar que la construcción y puesta en operación y el mantenimiento del Planta propiedad de ENERGETICA CARVEL, S.A. DE C.V. no se generará contaminación al suelo, subsuelo, manto freático o cuerpos de agua; y sin embargo la población local, así como los prestadores de servicio se verán impactados en forma positiva ante la derrama económica que efectúa la empresa durante la operación y el mantenimiento de la construcción de la Planta, por lo que se considera que es viable ambientalmente el Proyecto.

De los escenarios siguientes se llevaron a cabo los análisis de riesgos con la metodología HAZOP y simulación con el software SCRI.

A través de las tres metodologías utilizadas en este estudio para la identificación, cuantificación y evaluación de riesgos intrínsecos del sistema (Que pasa si?, HazOp con matriz de riesgo y AMEF), se observó que el nivel de riesgo que se detectó en los escenarios de riesgo son **Tolerable C, esto quiere decir que 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.**

### Informe Técnico

En el **Anexo 24**, se presenta el Informe Técnico del presente Arsh de acuerdo al formato de la Guía de Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos versión 2020.

El informe técnico de las tablas mencionadas a continuación:

1. Datos generales del regulado
2. Generalidades del terreno
3. Sustancias manejadas
4. Sustancias transportadas por ductos (No aplica el llenado).
5. Sustancias transportadas por medio distinto a ducto
6. Escenarios de riesgos modelados
7. Criterios de estimación de consecuencias
8. Resultados de la estimación de consecuencias

### 6.0 ANALISIS DE CAPAS DE PROTECCION (LOPA)

El proyecto contará con las siguientes capas independientes.

La primera capa de protección es un diseño seguro en base a cumplimiento de la NOM-006-ASEA- 2017, API-650, API-653, NOM-001-SEDE-2012y en las mejores prácticas internacionales.

#### Alarmas.

Sensor de sobrellenado de tanques de almacenamiento con alarmas sonora y visual. Alarmas y disparos en bombas por fallas. Alarmas de los detectores de explosividad y fuego sonoras y visuales. Otras alarmas operativas son reportadas en las pantallas del centro de control.

#### Sistema de Gas y Fuego (FGS).

El sistema FGS (se encarga del paro total o parcial de la planta en caso de que existiera alguna condición insegura dentro de las instalaciones, como presencia de explosividad o detección de fuego y obedece a la activación de cualquiera de las señales provenientes de los hongos de paro de emergencia instalados de forma estratégica en cada una de las llenaderas, descargaderos, casa de bombas, en el cuarto de control y tanques de almacenamiento.

### **Sistemas de protección mecánica.**

El alivio de presión en los tanques se realiza mediante una Válvula de Presión y Vacío. Las válvulas de presión/vacío se utilizan para evitar que el tanque se dañe tras el exceso de presión interna o de vacío, y para reducir la evaporación del contenido del tanque hacia la atmosfera evitando el venteo libre. Los tanques de almacenamiento se presurizan cuando el líquido es bombeado al interior del tanque debido a que el vapor interno se comprime mientras sube el nivel, o también con temperaturas elevadas ya que los gases existentes se expanden. Asimismo, las condiciones de vacío se dan cuando se extrae líquido del tanque o cuando la temperatura disminuye. También se cuenta con un arresta flama para evitar que una chispa provoque un incendio.

También se cuentan con válvulas de Seguridad de Presión (PSV) en los circuitos de bombas, que se activan con dispositivos mecánicos de fuelle. Estas válvulas pueden ser de recirculación (flujo mínimo) o por expansión térmica.

Se cuenta con un sistema descrito en el numeral 5.8 de la presente guía.

### **Protecciones Externas**

La Planta contará con diques de contención (con una capacidad de 1.1 veces el volumen máximo potencialmente almacenado) en todos los tanques de almacenamiento que pueden contener la capacidad total del tanque mayor. También se cuenta con una fosa separadora de aceites API para el sistema de drenaje aceitoso de la Planta, con la finalidad de separar las gasolinas o combustibles del agua del drenaje, provenientes de derrames accidentales de las áreas de autotanques o de los diques de los tanques de almacenamiento.

### **Acciones del personal.**

En caso de presentarse un incendio, el personal de campo deberá estar entrenado en el conocimiento del equipo contra incendio, debe accionar los monitores y preparar los hidrantes con mangueras que se encuentren más cercanos al área del siniestro, provocando también con ello el arranque del sistema de bombeo de agua contra incendio.

Para el desarrollo del Análisis de Capas de Protección, se partió de los Escenarios de Riesgo listados en la siguiente tabla.

#### 4. DEFINICIONES

**I.- Amenaza:** Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro;

**II.- Análisis de Riesgo de Proceso (ARP):** Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar metodológicamente los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún escenario de Riesgo identificado;

**III.- Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH):** Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

**IV.- Análisis Preliminar de Peligros:** Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;

**V.- BLEVE:** ("*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición;

**VI.- Capa de Protección:** Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación;

**VII.- Efecto Dominó:** También conocido como encadenamiento de eventos, evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

**VIII.- Escenario de Riesgo:** Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias;

**IX.- Exposición:** Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación Peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo;

**X.- Función Instrumentada de Seguridad (FIS):** Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma;

**XI.- IDLH** (*“Immediately Dangerous to Life or Health”*, por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud;

**XII.- Nivel de Integridad de Seguridad (SIL, Safety Integrity Level, por sus siglas en inglés);** Es el nivel discreto (uno de cuatro) para especificar los requisitos de integridad de las funciones instrumentadas de seguridad que se asignarán a los sistemas instrumentados de seguridad;

**XIII.- Riesgo Inherente:** Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;

**XIV.- Riesgo Residual:** Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo inherente; el Riesgo residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;

**XV.- Riesgo Tolerable:** Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;

**XVI.- Seguridad Funcional:** parte de la seguridad relacionada con el proceso y cada uno de los sistemas básicos del control de proceso y su funcionamiento correcto de los sistemas instrumentados de seguridad y otras Capas de Protección;

**XVII.- Sistemas de Seguridad:** Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

**XVIII.- Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS):** Es un sistema instrumentado para implementar una o más funciones instrumentadas de cualquier combinación de sensores, controlador lógico y elementos finales de control;

**XIX.- Simulación.** Representación de un escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas;

**XX.- Sustancia Explosiva:** La que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión en forma casi instantánea;

**XXI.- Sustancia Inflamable:** Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;

**XXII.- Sustancia Peligrosa:** Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;

**XXIII.- Sustancia Tóxica:** Aquella que puede producir alteraciones en organismos vivos, lesiones, enfermedades, al material genético o muerte;

**XXIV.- TLV (15 min, STEL):** (“*Thresold Limit Value-Short Term Exposure Limit*”, por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;

**XXV.- TLV (8 h. TWA):** (“*Thresold Limit Value-Time Weighted Average*”, por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

**XXVI.- Vulnerabilidad:** Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este;

**XXVII.- Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo:** Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente, y

**XXVIII.- Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo:** Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.