



# **ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO CAPÍTULO 1**

---

**“Construcción de infraestructura para la  
perforación del Pozo Macavil-1”.**

---

**Mayo, 2022**



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1 ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
I.1 Bases de diseño.....	1
I.1.1 Características del sitio.....	5
I.1.2 Proyecto civil.....	34
I.1.3 Proyecto mecánico.....	38
I.1.4 Proyecto del sistema contra-incendio.....	46
I.2 Descripción detallada del proceso.....	47
I.2.1 Materias primas, productos y subproductos.....	52
I.2.2 Hojas de seguridad.....	53
I.2.3 Almacenamiento.....	53
I.2.4 Equipos de proceso y auxiliares.....	54
I.2.5 Pruebas de verificación.....	54
I.3 Condiciones de operación.....	54
I.3.1 Especificaciones del cuarto de control.....	55
I.3.2 Sistemas de aislamiento.....	55
I.4 Análisis y evaluación de riesgos.....	56
I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes.....	57
I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización.....	57



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura I. 1.</b> Macrolocalización del proyecto con respecto de los límites municipales. ....	2
<b>Figura I. 2.</b> Macrolocalización del proyecto con respecto de los límites municipales. ....	3
<b>Figura I. 3.</b> Clima presente en el Área del proyecto. ....	7
<b>Figura I. 4.</b> Trayectorias de los ciclones tropicales más cercanos al Área del proyecto. ....	10
<b>Figura I. 5.</b> Características litológicas presentes en el Área del proyecto. ....	11
<b>Figura I. 6.</b> Provincias fisiográficas relacionadas al Área del proyecto. ....	13
<b>Figura I. 7.</b> Características del relieve en el Área del proyecto. ....	14
<b>Figura I. 8.</b> Fallas y fracturas presentes en el Área del proyecto. ....	15
<b>Figura I. 9.</b> Regionalización sísmica de México de la CFE. ....	16
<b>Figura I. 10.</b> Ubicación del Área del proyecto con respecto a la zonificación sísmica de CFE. ....	17
<b>Figura I. 11.</b> Índice de riesgo por inundación en la República Mexicana (CENAPRED, 2009). ....	21
<b>Figura I. 12.</b> Susceptibilidad de inundación para el estado de Tabasco (IPCET, 2019). ....	22
<b>Figura I. 13.</b> Tipos de suelo presentes en el Área del proyecto. ....	23
<b>Figura I. 14.</b> Red hidrográfica del Área del proyecto. ....	24
<b>Figura I. 15.</b> Identificación de vegetación en el área de la obra. Coordinada Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los arts. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP. ....	25
<b>Figura I. 16.</b> Vegetación de Pastizal. Coordinada [REDACTED] ....	26
<b>Figura I. 17.</b> Número de especies por grupo taxonómico. ....	27
<b>Figura I. 18.</b> Revisión de posibles sitios de anidación de serpientes. ....	28
<b>Figura I. 19.</b> Ejemplificación de los componentes del sistema de izaje. ....	41
<b>Figura I. 20.</b> Diagrama del preventor de reventones (BOP). ....	43



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

**Figura I. 21.** Diagrama del cabezal del pozo..... 46

**Figura I. 22.** Estado mecánico propuesto para el Pozo Macavil-1.....51



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I. 1.</b> Coordenadas de las obras relacionadas al Proyecto. ....	3
<b>Tabla I. 2.</b> Datos promedio de temperatura y precipitación (1951-2010) de la estación meteorológica 27033 Mosquitero .....	6
<b>Tabla I. 3.</b> Registro histórico de los ciclones tropicales que han estado en cercanía de la zona del proyecto.....	8
<b>Tabla I. 4.</b> Registro de sismos en un radio de 20 kilómetros a la zona del proyecto. ....	17
<b>Tabla I. 5.</b> Resultado del barrido de fauna en el área de la obra. ....	29
<b>Tabla I. 6.</b> Listado de las especies florísticas encontradas en el trazo del proyecto. ....	30
<b>Tabla I. 7.</b> Descripción general del cabezal CAMERON. ....	44
<b>Tabla I. 8.</b> Registros geofísicos.....	48
<b>Tabla I. 9.</b> Composición porcentual molar del hidrocarburo del Pozo Macavil-1.....	52
<b>Tabla I. 10.</b> Propiedades de los fluidos de perforación base agua y base aceite.....	53
<b>Tabla I. 11.</b> Propiedades del yacimiento del Pozo Macavil-1.....	54
<b>Tabla I. 12.</b> Composición porcentual molar del hidrocarburo del Pozo Macavil-1...	56
<b>Tabla I. 13.</b> Desviaciones identificadas a partir del ¿Qué pasa sí?, para el proceso de perforación del Pozo Macavil-1.....	58
<b>Tabla I. 14.</b> Desviaciones identificadas a partir del ¿Qué pasa sí?, para el proceso de perforación del Pozo Macavil-1.....	59
<b>Tabla I. 15.</b> Categorías de frecuencia.....	59
<b>Tabla I. 16.</b> Categorías de severidad. ....	60
<b>Tabla I. 17.</b> Matriz de evaluación de riesgos para daño al medio ambiente. ....	62
<b>Tabla I. 18.</b> Nivel de riesgo para el proceso de perforación del Pozo Macavil-1.....	63



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

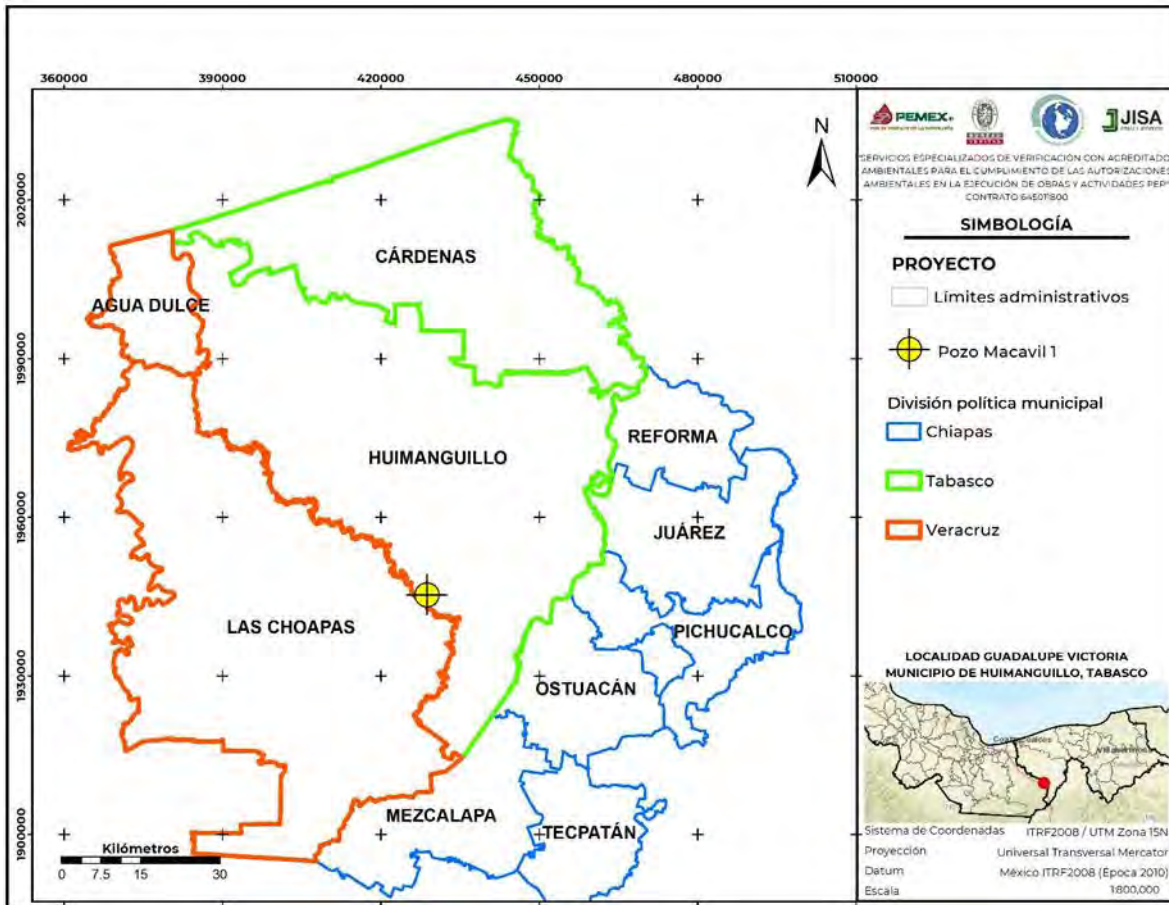
## **1 ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.**

### **I.1 Bases de diseño.**

El proyecto de **“Construcción de infraestructura para la perforación del Pozo Macavil-1”** se ubica en el Ejido Guadalupe Victoria, Huimanguillo, en el estado de Tabasco (**Figura I. 1** y **Figura I. 2**), perteneciente al Proyecto de Inversión Comalcalco Fase II, dentro de la asignación AE-0147-Comalcalco, cuyo Título de asignación para realizar actividades de exploración y extracción de hidrocarburos fue otorgado por la Secretaría de Energía el 28 de agosto de 2019, siendo considerado en el Plan de exploración en el Escenario incremental, aprobado por la Comisión Nacional de Hidrocarburos el día 04 de febrero de 2020.

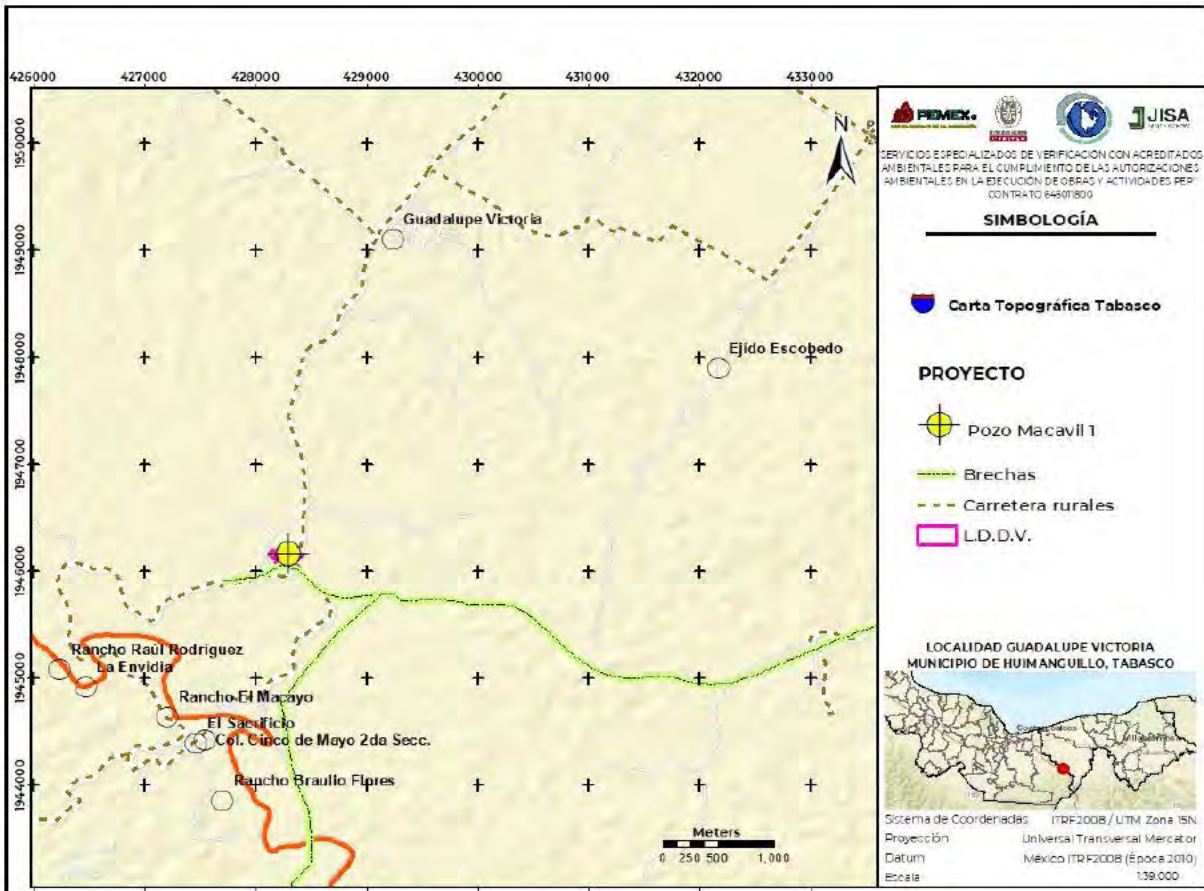
El Proyecto pretende llevar a cabo la construcción del camino de acceso, para (plataforma de perforación), camino de acceso, camino de acceso alternativo, camino a presa de quema, presa de quema, área de cabezal, ampliación, área de logística y perforación del Pozo Macavil-1. En la **Tabla I. 1** se presentan las coordenadas del Pozo Macavil-1 y las coordenadas de las obras a realizar.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 1.** Macrolocalización del proyecto con respecto de los límites municipales.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 2.** Macrolocalización del proyecto con respecto de los límites municipales.

**Tabla I. 1.** Coordenadas de las obras relacionadas al Proyecto.

Punto/Vértice	Coordenadas		Punto/Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
<b>Localización</b>					
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.					

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Punto/Vértice	Coordenadas		Punto/Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
<b>Área de cabezal</b>					
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.					
<b>Ampliación</b>					
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.					
<b>Área de logística</b>					
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.					
<b>Camino a presa de quema</b>					
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.					

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Punto/Vértice	Coordenadas		Punto/Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y
<b>Camino de acceso alternativo</b>					
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.					
<b>Camino de acceso</b>					
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.					

## I.1.1 Características del sitio

### I.1.1.1 Medio abiótico

- Clima
- Tipo de clima

El Estado de Tabasco presenta en su totalidad un clima Cálido (A). Gran parte del territorio estatal (95.5%) presenta un clima cálido húmedo y una pequeña proporción (4.5%) presenta un clima cálido subhúmedo (Aw) situado en colindancia con el Estado de Campeche. Adicionalmente, de acuerdo con el régimen de precipitación, la zona cálida húmeda se divide en: cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am) principalmente en la parte centro y norte del estado y, el clima cálido húmedo con abundantes lluvias todo el año (Af) que predomina en la zona colindante con el norte de Chiapas. Con base en dicha categorización, el Área del proyecto del proyecto se encuentra en una zona con clima Af (f): Cálido húmedo con abundantes lluvias todo el año (**Figura I. 3**).

- Temperatura y precipitación

Dicha clasificación se confirma con los datos obtenidos de la estación climatológica más cercana al proyecto, correspondiente a la estación 27033 “Mosquitero”, ubicada aproximadamente a 15.5 kilómetros de la obra en las coordenadas 17°44’00” N, 93°38’00” O. Conforme a dicha estación, se presentan temperaturas

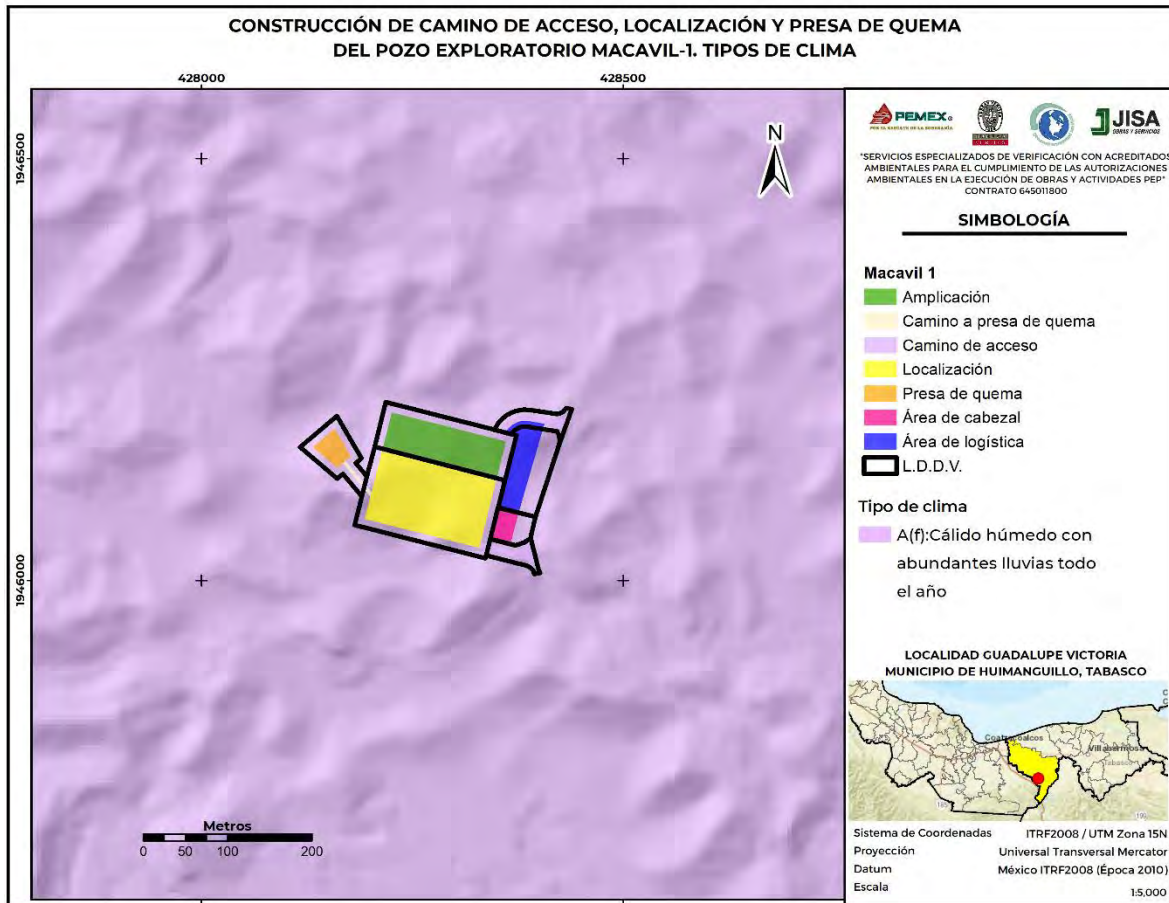
“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

promedio entre los 22 °C y 28.5 °C, siendo el mes más frío enero con 22 °C y mayo el mes más cálido 28.5 °C. Por otro lado, se presentan lluvias todo el año, siendo el mes de octubre el de mayor precipitación, mientras que el mes con menor lluvia es abril (**Tabla I. 2**).

**Tabla I. 2.** Datos promedio de temperatura y precipitación (1951-2010) de la estación meteorológica 27033 Mosquitero

Parámetro/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
Temperatura (°C)	22	22.8	25.3	27.4	28.5	27.9	27.4	27.4	27.2	25.7	24.1	22.4	25.7
Precipitación (mm)	140.1	88.7	53.6	58	99.4	283	277.1	282.4	334.7	375.9	208.1	159.4	2360.5

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 3.** Clima presente en el Área del proyecto.

- Fenómenos climatológicos

La zona que ocupa el Área del proyecto puede estar expuesta a los siguientes fenómenos climatológicos.

Nortes

Ocurren preferentemente de octubre a marzo, y son parte de ondas de escala sinóptica en latitudes medias que están asociadas con altas presiones que se originan al Este de las montañas Rocallosas en los Estados Unidos y que se propagan hacia los trópicos.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Las circulaciones anticiclónicas asociadas a la onda pueden favorecer en el Golfo de México vientos de hasta 110 km/h, descensos en la temperatura, nubosidad baja y, en ocasiones, precipitación sobre el este de México, incluida la zona que ocupa el Sistema Ambiental.

### Huracanes

Entre los meses de mayo a noviembre, en México se presentan en promedio 23 ciclones tropicales con vientos mayores a 63 km/h. En este orden, 14 ciclones tropicales ocurren en el océano Pacífico y nueve en el Golfo de México y el mar Caribe; de los cuales, cuatro inciden cada año sobre el territorio nacional o se acercan a menos de 100 Km, dos desde el Pacífico y dos desde el Atlántico.

El Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, en el periodo de 1851 al 2000, muestra que la costa de Tabasco ha estado expuesta a entre 60 y 80 ciclones en este periodo. El análisis de las regiones matrices para identificar el inicio de este tipo de fenómenos marca claramente al Golfo de México como unas de las principales regiones, y a los estados costeros de la misma región, como el fin de dichas trayectorias. Por lo anterior, la zona que ocupa el Sistema Ambiental, se encuentra bajo la influencia de este tipo de fenómenos, aunque al estar adentrado cerca del Estado de Chiapas su susceptibilidad es menor.

En la **Tabla I. 3** se presenta el registro de los ciclones tropicales que han afectado el territorio tabasqueño desde 1888 hasta el 2003. Las trayectorias de los ciclones tropicales que más se han acercado a la zona del proyecto se muestran en la **Figura I. 4**.

**Tabla I. 3.** Registro histórico de los ciclones tropicales que han estado en cercanía de la zona del proyecto.

Fecha	Nombre	Clasificación	Velocidad de los vientos
22 de octubre de 1998.	Mitch	Tormenta tropical	287.06 km/hora.
90 de agosto de 2012.	Félix	Tormenta tropical	101.86 km/hora
05 de octubre de 2003.	Larry	Tormenta tropical	92.6 km/hora.
21 de septiembre de 1944.	Sin nombre	Huracán tipo 1	129.64 km/hora

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

### Granizadas

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

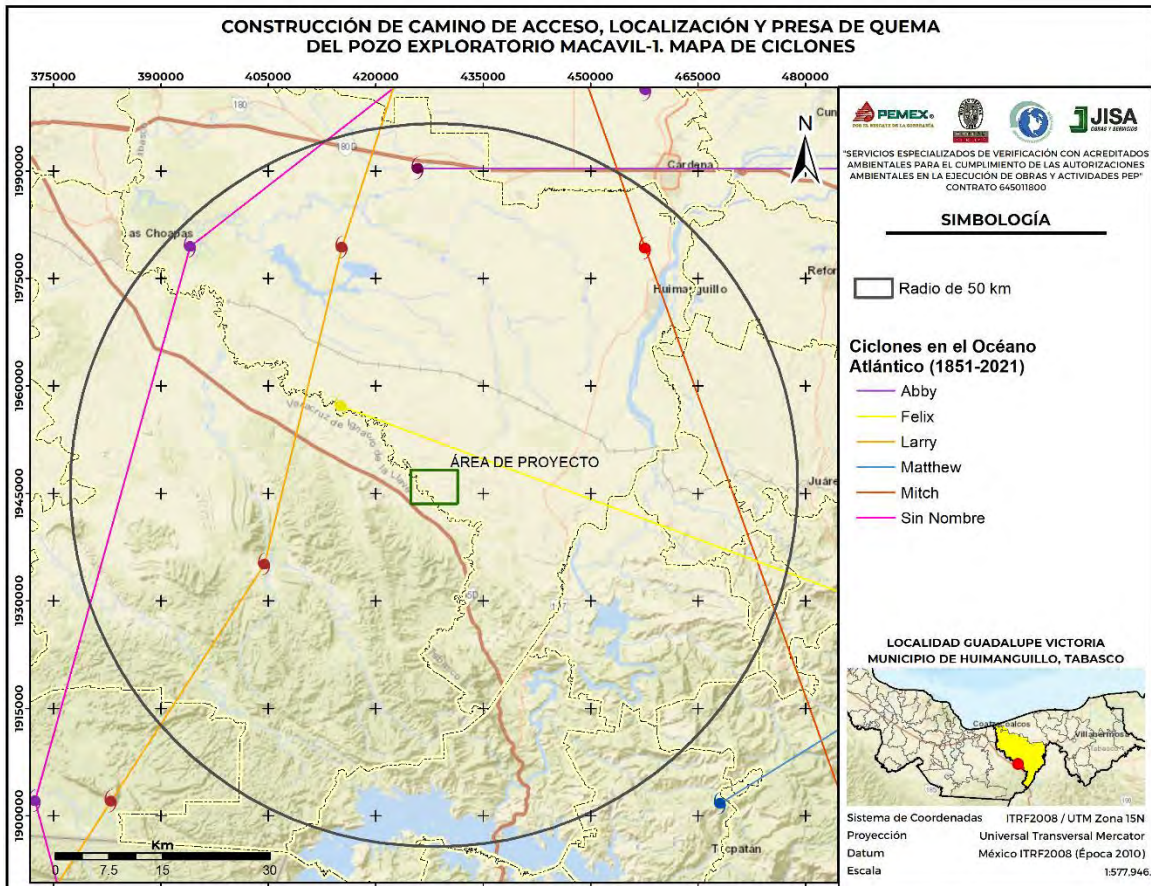
En el espacio que ocupa el Área del proyecto no se cuenta con registro de granizadas.

### Sequías

La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

Según el Atlas Nacional de Riesgo, el estado de Tabasco, presenta dos niveles de peligro por sequía: vasta y extraordinaria, que son las de menor nivel. Sin embargo, el grado de conversión del uso de suelo y la pérdida de más de 90% de la cobertura vegetal y porcentajes similares en los estados vecinos ha generado condiciones propicias para la presencia de este tipo de fenómenos en el territorio estatal, tanto que en 1957 se registra la primera sequía. Eventos similares se presentaron en los años 1995, 1998 y 2005. En el área del Área del proyecto se presentan dichos fenómenos.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 4.** Trayectorias de los ciclones tropicales más cercanos al Área del proyecto.

- Geología y geomorfología
  - Características litológicas del área

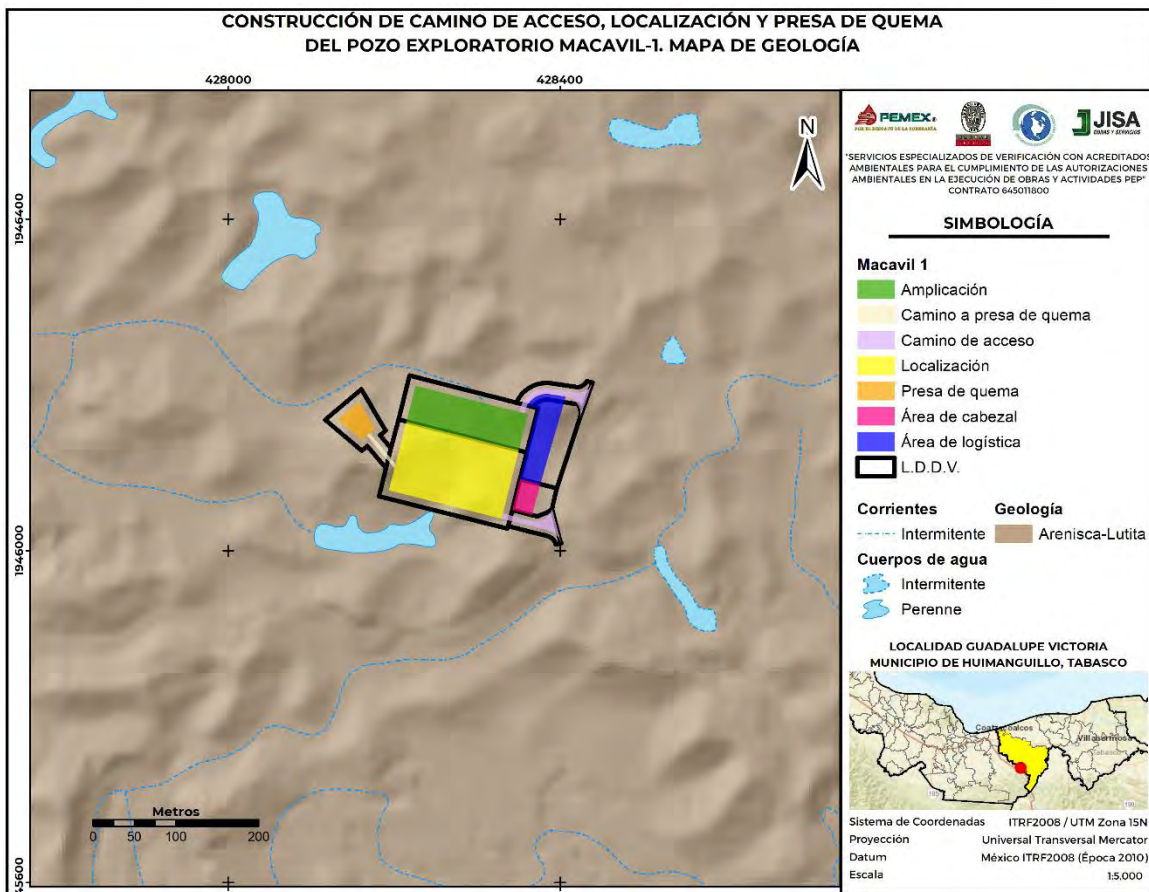
El área de estudio se localiza en el área de Ogarrio, en la parte occidental del Estado de Tabasco, entre los ríos Zanapa y Blasillo. Esta zona pertenece a la provincia fisiográfica Llanura costera del Golfo de México Sur, y a la subprovincia Llanuras y pantanos tabasqueños constituida principalmente de tierras bajas pantanosas, generalmente inundadas.

Geológicamente el área del proyecto y el Área del proyecto se ubican en los afloramientos de las formaciones Filisola, del Mioceno Medio, y Concepción, del Mioceno Inferior. En la zona se observan estratos de arenisca de color gris claro con

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

intercalaciones de arenisca calcárea y de lutitas suaves, de color gris verdoso (**Figura I. 5**).

El desarrollo del proyecto requiere de la perforación de los estratos litológicos, no obstante los impactos de esta actividad serán puntuales y no se prevé que causen daños en los ecosistemas del Área del proyecto Particular.



**Figura I. 5.** Características litológicas presentes en el Área del proyecto.

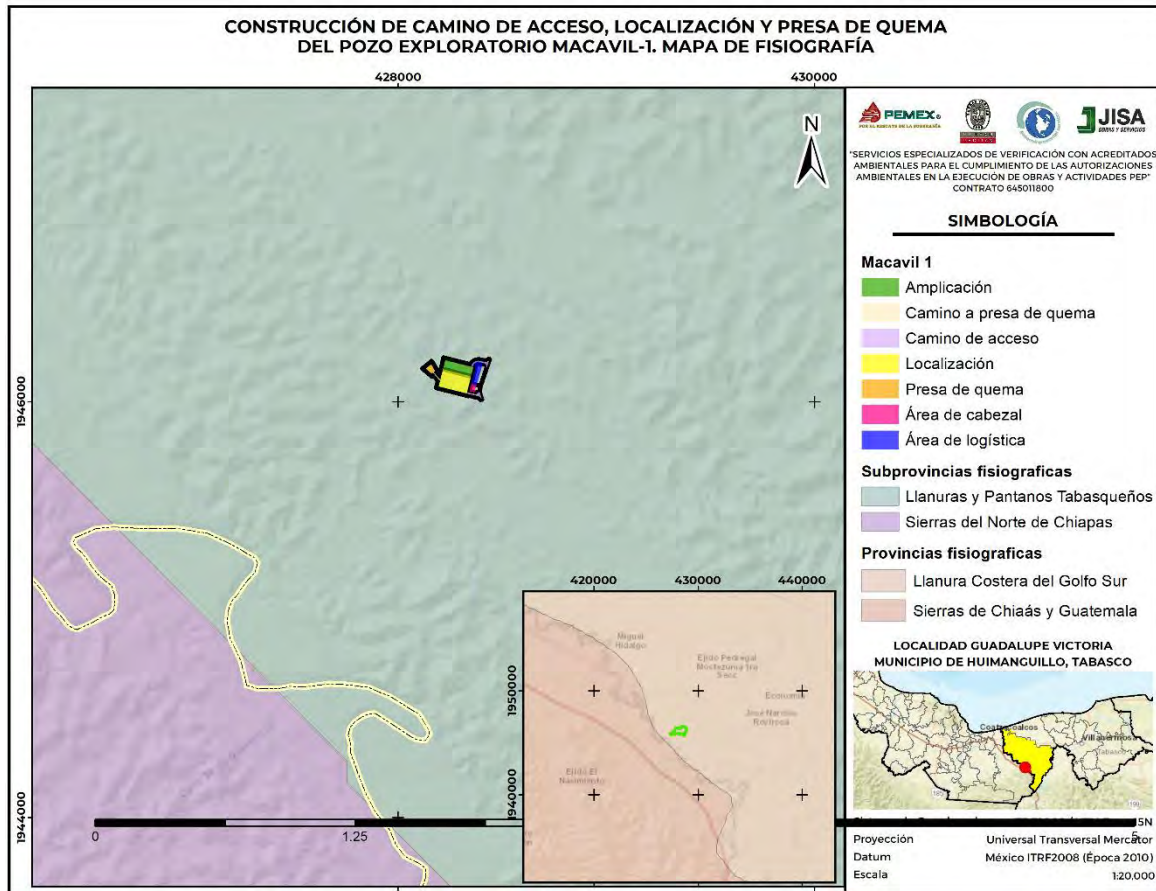
“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

- Características geomorfológicas

De acuerdo con el Mapa Digital de México V6.3, el Prontuario de Información geográfica municipal de Cárdenas Tabasco y los mapas digitales de Fisiografía del INEGI, el Área del proyecto se encuentra asentado sobre la región fisiográfica XIII. Llanura costera del Golfo Sur, específicamente en la subprovincia fisiográfica 76. Llanuras y pantanos tabasqueños (**Figura I. 6**).

En el área que comprende el Área del proyecto de la obra, la composición sedimentaria del estrato litológico ha permitido una avanzada erosión hídrica, la cual ha formado un relieve de colinas medianamente diseccionadas de hasta 17 metros de altura disectadas por una serie de cárcavas en forma de V, formadas por los escurrimientos intermitentes y efímeros.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

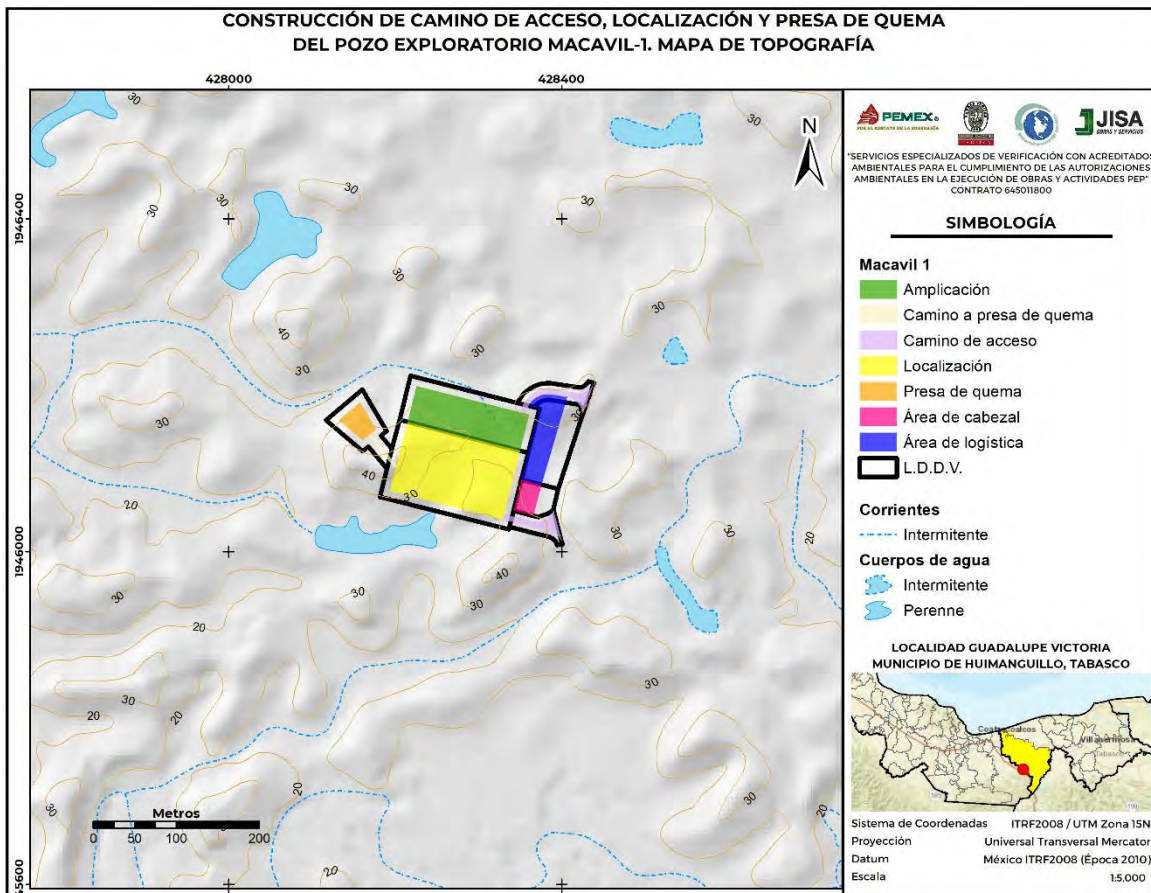


**Figura I. 6.** Provincias fisiográficas relacionadas al Área del proyecto.

### Características de relieve

El relieve presente en el Área del proyecto esta caracterizado por la presencia de lomeríos cuya elevación alcanza hasta los 17 metros de altura, medianamente disectados por la escorrentía superficial, formando cárcavas en forma de V (**Figura I. 7**).

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

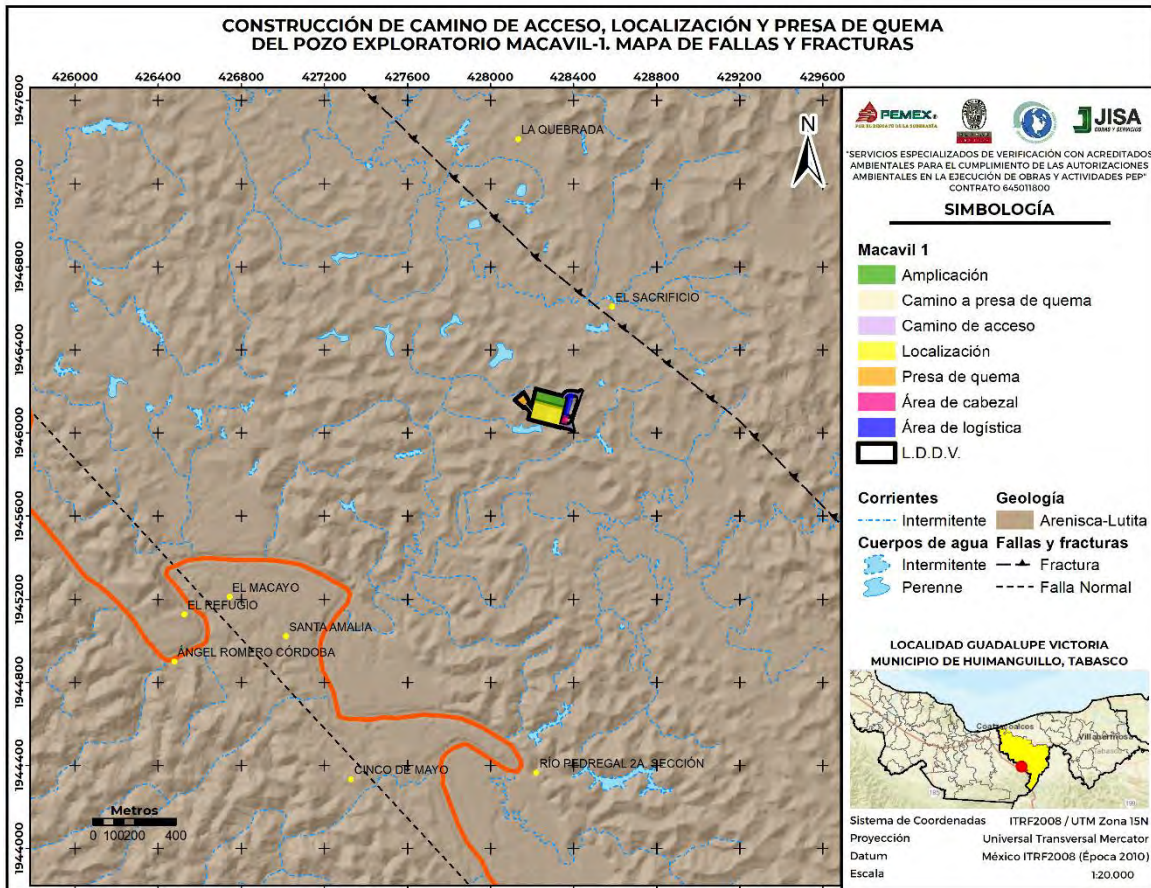


**Figura I. 7.** Características del relieve en el Área del proyecto.

- Presencia de fallas y fracturamientos

El área del proyecto se encuentra entre dos estructuras geológicas relacionadas con las formaciones Filisola y Concepción, en el margen este del Área del proyecto se observa una fractura, mientras que al suroeste se observa una falla normal, ambas en dirección noroeste-sureste. Cabe destacar que estas estructuras se formaron durante el Mioceno y actualmente no están activas (**Figura I. 8**).

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 8.** Fallas y fracturas presentes en el Área del proyecto.

- Susceptibilidad a fenómenos geológicos: sismicidad

De acuerdo con la regionalización sísmica de la República Mexicana, el territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas, definidas como sigue:

- La zona A (Asísmica) es una región relativamente exenta de sismos.
- La zona B y C (Penisísmica) estas regiones tienen una frecuencia sísmica baja.
- La zona D (Sísmica) es una región en donde se registran sismos con mayor frecuencia.

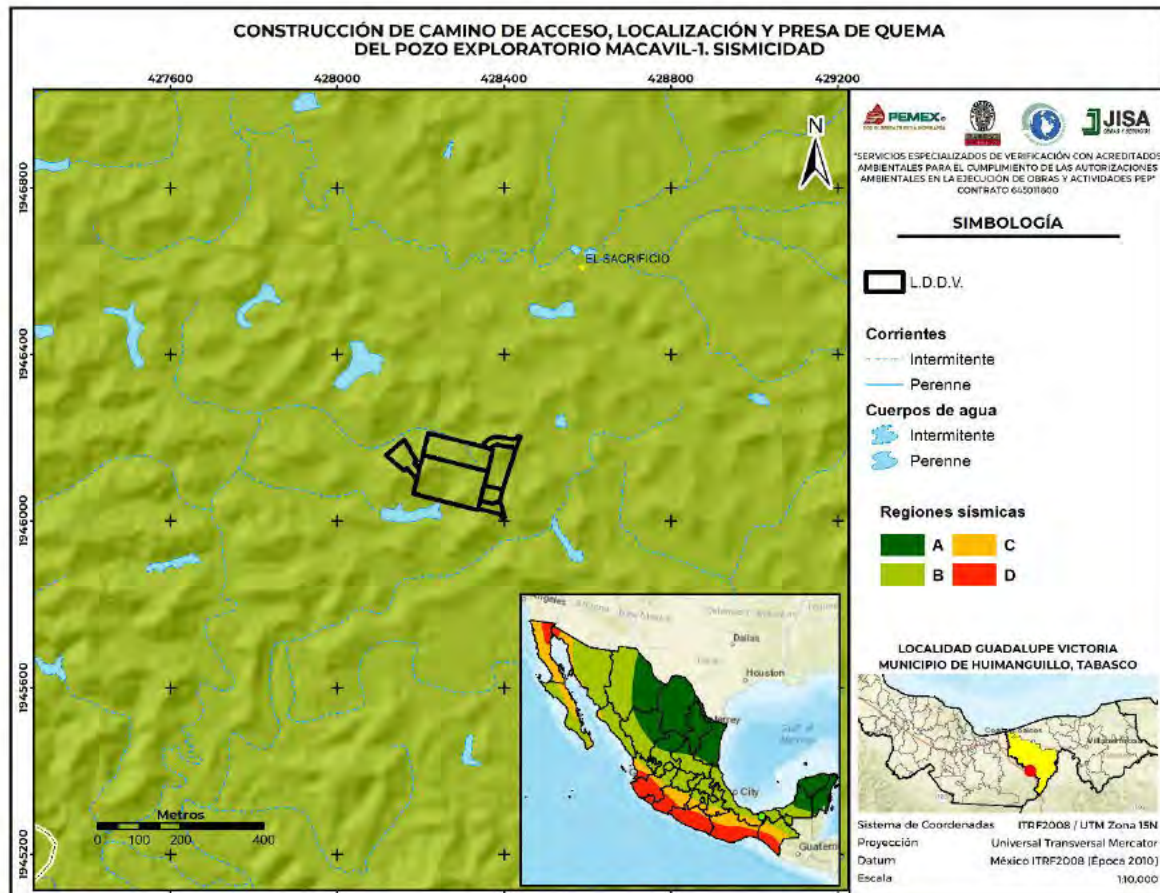
“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Con base en dicha regionalización, el Área del proyecto se encuentra en la zona B (**Figura I. 9** y **Figura I. 10**), la cual de acuerdo con el manual de obras civiles de la CFE, mencionados en el Fascículo Sismos del CENAPRED: presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasen el 70% de gravedad”.



**Figura I. 9.** Regionalización sísmica de México de la CFE.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 10.** Ubicación del Área del proyecto con respecto a la zonificación sísmica de CFE.

De acuerdo con el Catálogo de Sismos del Servicio Sismológico Nacional, en un radio de 20 kilómetros, en la zona cercana al proyecto, se han presentado 52 sismos de diferentes magnitudes (**Tabla I. 4**).

**Tabla I. 4.** Registro de sismos en un radio de 20 kilómetros a la zona del proyecto.

Fecha	Magnitud	Lat.	Long.	Prof.	Referencia de localización
08/05/1980	no calculable	17.66	-93.7	33	38 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
25/09/1980	no calculable	17.68	-93.7	80	37 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Fecha	Magnitud	Lat.	Long.	Prof.	Referencia de localización
06/10/1980	no calculable	17.68	-93.73	100	39 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
20/05/1981	no calculable	17.7	-93.71	33	37 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
19/02/1982	no calculable	17.45	-93.51	9	42 km al OESTE de PICHUCALCO, CHIS
01/03/1982	no calculable	17.42	-93.7	9	56 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
15/05/1982	no calculable	17.56	-93.65	33	40 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
20/08/1982	no calculable	17.59	-93.79	33	48 km al SURESTE de LAS CHOAPAS, VER
02/10/1983	no calculable	17.69	-93.61	70	28 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
23/10/1983	no calculable	17.5	-93.6	33	43 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
04/08/1985	no calculable	17.46	-93.65	5	49 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
04/07/1986	no calculable	17.62	-93.49	33	25 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
24/11/1986	no calculable	17.43	-93.72	70	56 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
14/10/1987	no calculable	17.62	-93.65	45	36 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
20/10/1987	no calculable	17.61	-93.7	60	41 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
04/11/1987	no calculable	17.61	-93.59	33	32 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
10/03/1988	3.5	17.57	-93.62	100	38 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
06/06/1988	3.8	17.59	-93.62	29	36 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
10/07/1988	4.1	17.58	-93.61	70	36 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
14/08/1991	4.3	17.66	-93.6	59	29 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
15/12/1991	4.5	17.62	-93.7	146	40 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
02/06/1992	4.2	17.4	-93.61	92	53 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
06/01/1993	4	17.67	-93.64	100	32 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
12/01/1993	3.4	17.71	-93.7	145	35 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
10/02/1993	4.3	17.6	-93.57	24	32 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Fecha	Magnitud	Lat.	Long.	Prof.	Referencia de localización
16/07/1993	4.4	17.58	-93.71	89	44 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
08/08/2001	3.9	17.59	-93.75	188	46 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
14/08/2003	4	17.44	-93.72	204	55 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
22/06/2006	4.2	17.64	-93.57	27	28 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
29/06/2007	4.4	17.46	-93.72	68	54 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
03/04/2011	4	17.52	-93.66	20	44 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
02/08/2014	3.3	17.67	-93.76	12.2	43 km al SURESTE de LAS CHOAPAS, VER
22/07/2017	3.3	17.42	-93.71	32.8	57 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
01/08/2017	3.7	17.45	-93.53	13.2	45 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
26/02/2019	3.9	17.68	-93.72	22	39 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
04/03/2019	3.6	17.51	-93.74	15.5	51 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
25/07/2019	3.7	17.52	-93.59	10	40 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
28/10/2019	3.6	17.42	-93.66	15.9	53 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
07/03/2020	3.9	17.56	-93.63	19.7	39 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
31/01/2021	3.5	17.49	-93.73	9	52 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
31/01/2021	3.4	17.53	-93.54	14	37 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
10/04/2021	3.7	17.42	-93.53	13	45 km al OESTE de PICHUCALCO, CHIS
29/05/2021	4.3	17.71	-93.69	46.9	35 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
02/06/2021	3.8	17.52	-93.78	11.4	53 km al SURESTE de LAS CHOAPAS, VER
07/07/2021	3.4	17.55	-93.48	10.4	32 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
07/07/2021	3.7	17.52	-93.48	27.6	35 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
07/07/2021	3.4	17.52	-93.49	10	36 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
07/07/2021	3.9	17.47	-93.49	15	41 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Fecha	Magnitud	Lat.	Long.	Prof.	Referencia de localización
07/07/2021	3.4	17.51	-93.51	5	38 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
08/07/2021	3.3	17.46	-93.51	5	42 km al OESTE de PICHUCALCO, CHIS
12/10/2021	3.3	17.57	-93.71	11.4	44 km al SUROESTE de HUIMANGUILLO, TAB
10/03/2022	3.7	17.54	-93.45	52	33 km al SUR de HUIMANGUILLO, TAB

- Susceptibilidad a fenómenos geológicos: deslizamientos y derrumbes

Se entiende por ladera como las partes laterales presentes entre la cima y la base. Estos sitios se caracterizan por presentar movimientos de suelo y roca en sentido descendente como consecuencia de la fuerza de gravedad (Corominas and García-Yagüe, 1997). A estos desplazamientos se les conoce como “efectos de ladera”, los cuales pueden ser clasificados de la siguiente manera: derrumbes, flujos, deslizamientos, movimientos complejos.

El estado de Tabasco se encuentra en una región de deslizamientos de potencial bajo (CENAPRED, 2013; Herrera-Castañeda S., 2002) no obstante, la vulnerabilidad de la población es elevada debido a la marginación (CENAPRED, 2013; CONAPO, 2000).

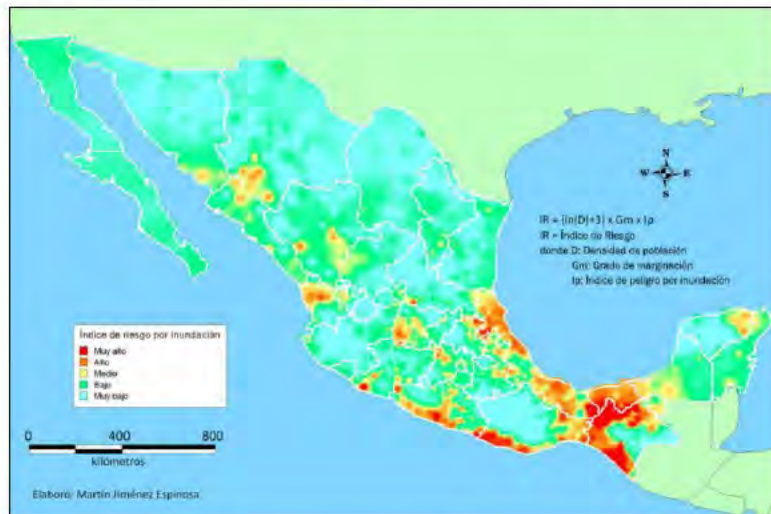
En el área de estudio la susceptibilidad por deslizamientos es baja, mientras que por derrumbes es nula, debido a que se trata de una zona de lomeríos de bajas dimensiones, con laderas de pendientes suaves que no sobrepasan los 30° de inclinación.

- Susceptibilidad a fenómenos geológicos: inundaciones

En las planicies de los grandes ríos de México, se producen inundaciones con mucha frecuencia, principalmente en la temporada de lluvias, de mayo a noviembre; o en invierno, de diciembre a marzo, en esta última temporada, los estados más susceptibles son los ubicados en la zona noreste del país, así como la vertiente del golfo de México y la Península de Yucatán (SGM, 2013).

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

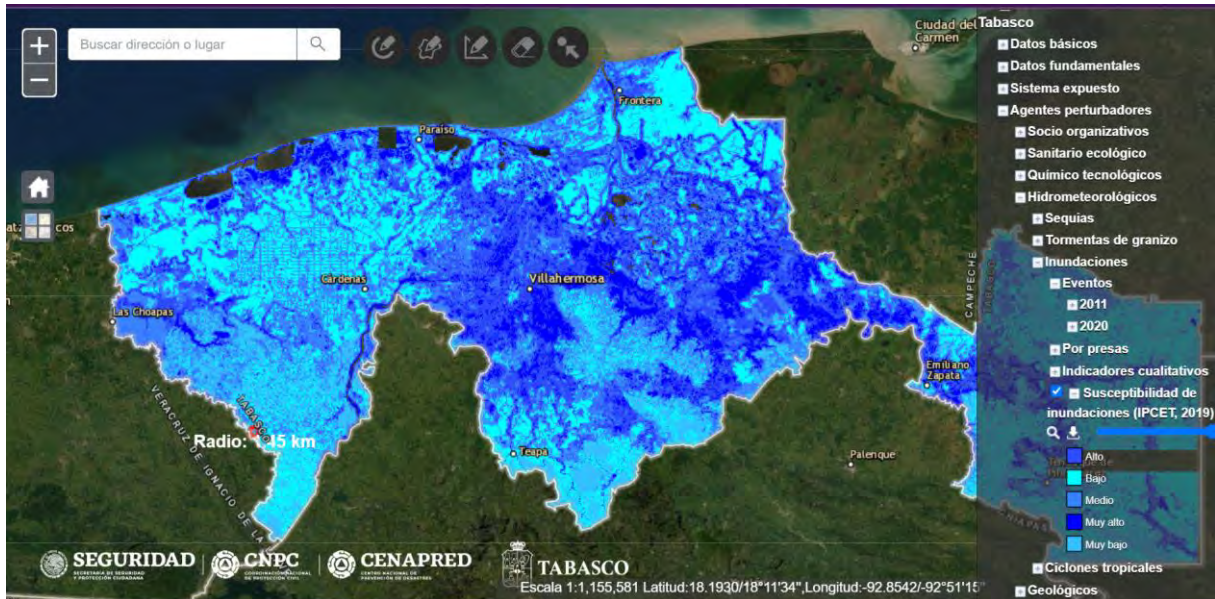
En la **Figura I. 11** se presenta el índice de riesgo por inundación para la República Mexicana, donde se puede observar que la porción sureste del país presenta los valores más altos, principalmente en los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz.



**Figura I. 11.** Índice de riesgo por inundación en la República Mexicana (CENAPRED, 2009).

Cerca del 90 % del estado de Tabasco se encuentra compuesto por planicies, las cuales, son zonas de mayor susceptibilidad a inundaciones, debido a que son sitios adyacentes a ríos o cuerpos de agua que sufren desborde de las aguas durante las crecidas. Esta característica ha provocado que el estado sea muy susceptible a las inundaciones, de acuerdo con el Instituto de Protección Civil de Estado de Tabasco (IPCET, 2019), el área del proyecto así como el Área del proyecto se encuentran en una zona de susceptibilidad a inundaciones baja (**Figura I. 12**).

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



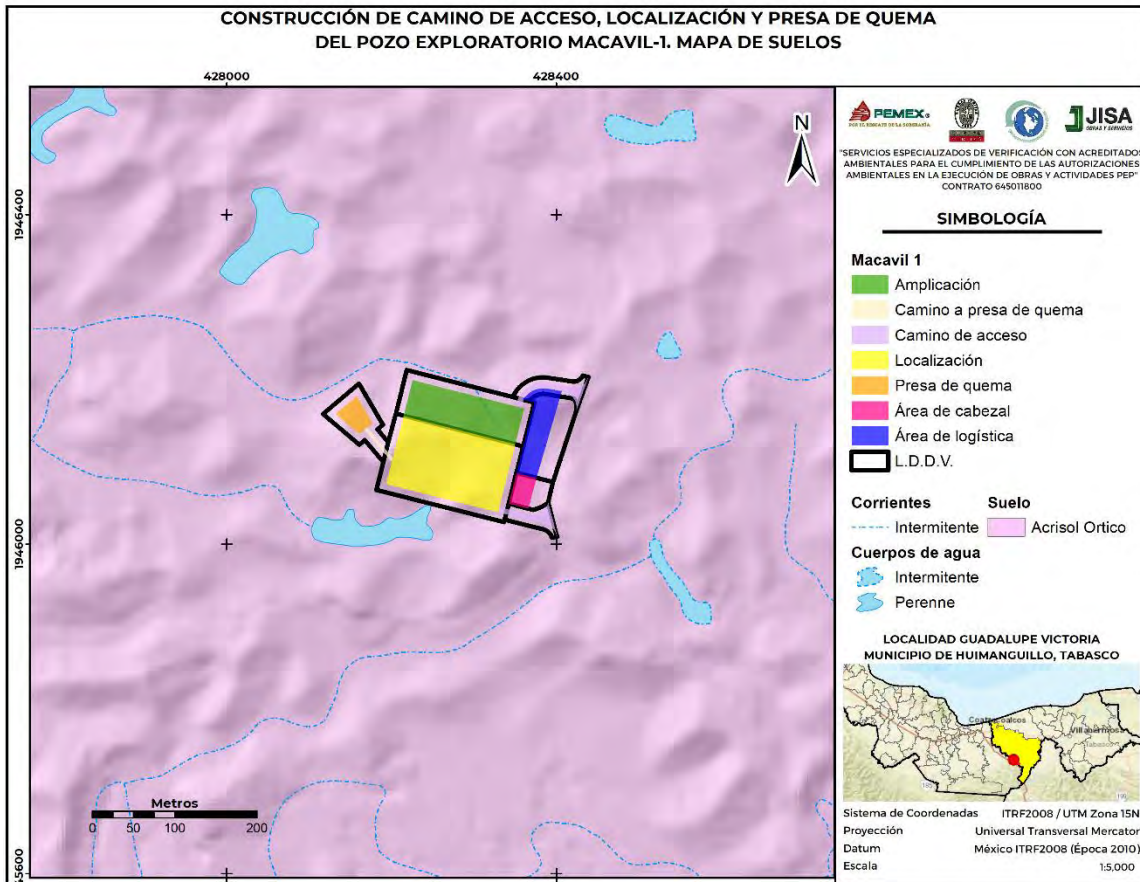
**Figura I. 12.** Susceptibilidad de inundación para el estado de Tabasco (IP CET, 2019).

- Suelo
  - Tipo de suelo.

De acuerdo con las cartas edafológicas digitales del INEGI y el Prontuario de información geográfica municipal de Huimanguillo, Tabasco. El Área del proyecto se localiza sobre un tipo de suelo Luvisol (**Figura I. 13**), el cual está definido como:

*“...suelos rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes. Los Luvisoles son generalmente fértiles para la agricultura. Son el quinto grupo de suelos más extendido sobre nuestro país y su distribución abarca superficies de bosques de pino en la Sierra Madre Occidental, extensas áreas de profundidad limitada en la Mesa del Centro, así como importantes superficies de pastizal en la llanura costera del Golfo. ...”* (Guía de interpretación cartográfica de edafología, INEGI).

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 13.** Tipos de suelo presentes en el Área del proyecto.

- Hidrología superficial.

En el área que abarca el Área del proyecto escurren una serie de corrientes intermitentes principalmente en dirección sur, las cuales alimentan el Río Pedregal que se encuentra a unos 6 kilómetros al este. Dentro del SA también se encuentran una serie de cuerpos de agua perennes e intermitentes artificiales, conocidos como jagueys, los cuales se utilizan como bebederos de ganado y como fuente de agua para cultivos (**Figura I. 14**).

Probablemente la hidrología superficial sea el factor más impactado por el proyecto, ya que el jaguey ubicado al sur del mismo sufrirá modificaciones, no obstante, se trata de un cuerpo de agua artificial, y el escurrimiento intermitente

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

que lo alimenta puede ser re direccionado para no afectar su calidad ni el arrastre de sedimentos.

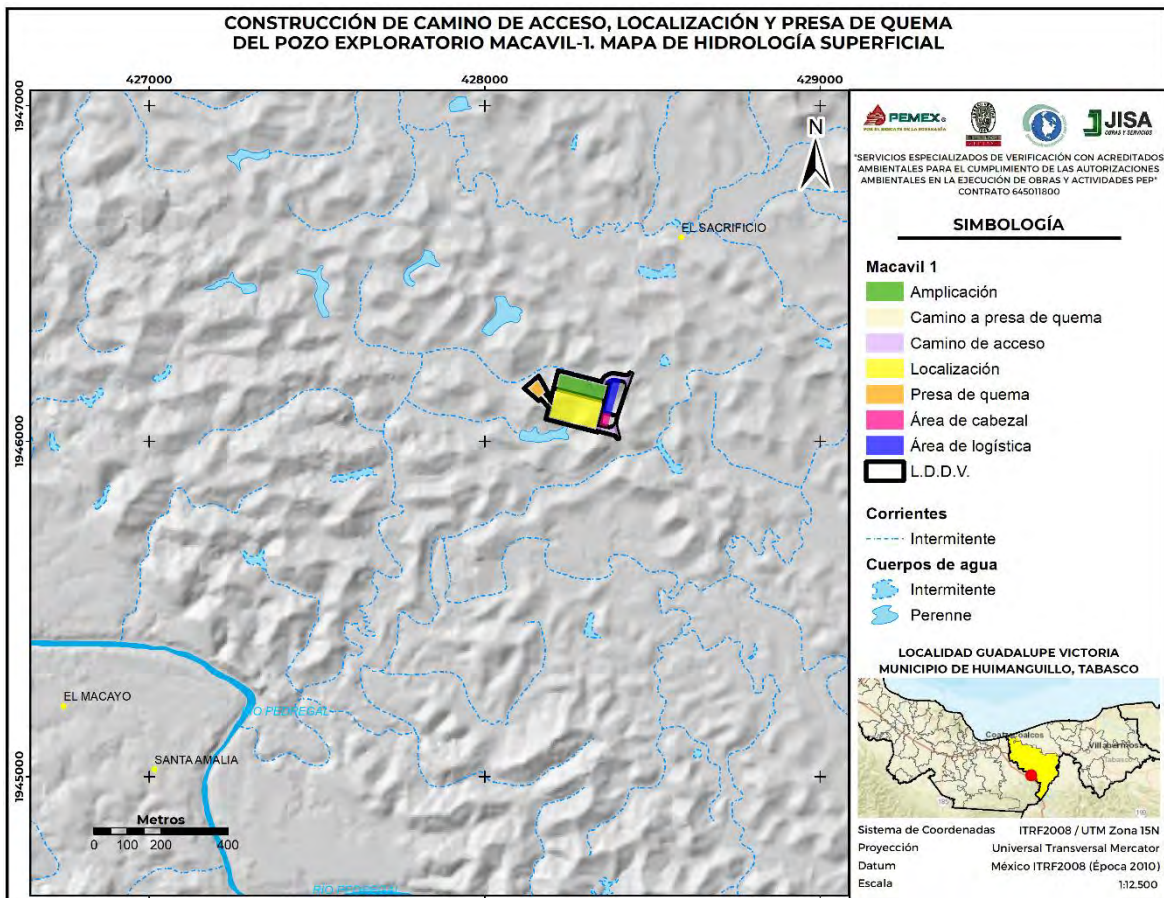


Figura I. 14. Red hidrográfica del Área del proyecto.

- Medio biótico.
  - Vegetación.

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI del INEGI, el trazo del proyecto se ubica en un área agrícola de temporal. No obstante, con la finalidad de conocer la composición florística presente en el trazo propuesto para el

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

proyecto, se realizaron barridos de reconocimiento sobre toda el área del DDV, así como en puntos representativos del Sistema Ambiental.

- Descripción de la vegetación del área del proyecto.

Para identificar los componentes y distribución de la vegetación se realizó un recorrido por toda el área de la obra con la finalidad de identificar las especies presentes. Posteriormente se contabilizó la abundancia de cada especie basado en tres categorías, poco abundante (de 1 a 3 individuos), abundante (de 4 a 10 individuos) y muy abundante (más de 10 individuos). Cabe señalar que cada uno de los individuos fue georreferenciado (**Figura I. 15**).



**Figura I. 15.** Identificación de vegetación en el área de la obra. Coordenada [REDACTED]  
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

De acuerdo con el resultado obtenido, en el área propuesta para la construcción del proyecto, se observó un tipo de vegetación correspondiente al pastizal (**Figura I. 16**) Solo en algunos puntos el pastizal presentó algunos remanentes de vegetación, los cuales se presentaban principalmente como cercos vivos.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 16.** Vegetación de Pastizal. Coordenada [REDACTED]  
Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida  
bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

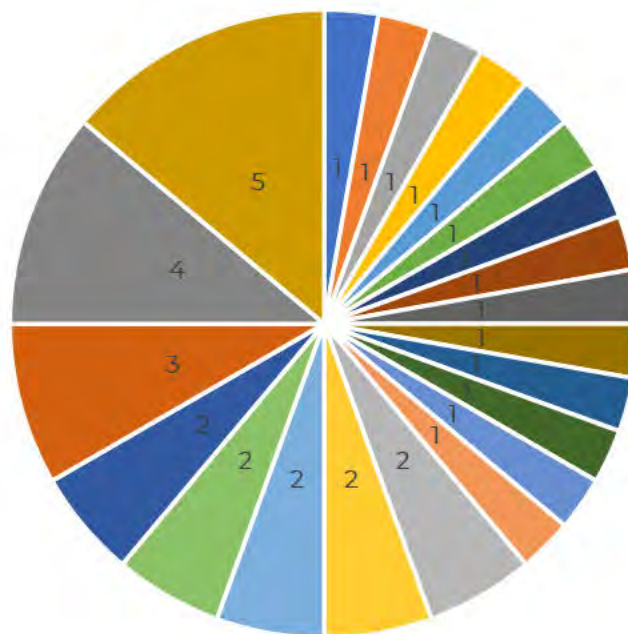
Como resultado, se obtuvo una riqueza florística de 36 especies vegetales correspondientes a 22 familias botánicas dentro del DDV, distribuidas de acuerdo con su forma biológica en: 12 especies de árboles (33.33 %), 1 especie de arbusto (2.78 %), 2 especies de bejuco (5.56 %), 20 especies de hierbas (55.56 %), 1 especie de palma (2.78 %).

La familia mejor representada es la Poaceae con 5 especies, seguido de Fabaceae con 4 (**Figura I. 17**).

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## Grupos taxonómicos

- Anacardiaceae
- Amaranthaceae
- Arecaceae
- Asclepiadaceae
- Asteraceae
- Bignoniaceae
- Burseraceae
- Cucurbitaceae
- Cyperaceae
- Heliconiaceae
- Malvaceae
- Melastomataceae
- Sterculiaceae
- Vitaceae
- Apocynaceae
- Araceae
- Euphorbiaceae
- Rutaceae
- Verbenaceae
- Mimosaceae
- Fabaceae
- Poaceae



**Figura I. 17.** Número de especies por grupo taxonómico.

En cuanto a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se observó ningún individuo registrado en dicha norma.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

- Fauna.
  - Descripción de la fauna del área del proyecto.

Para determinar la riqueza y abundancia de la fauna silvestre en el área del proyecto, se realizaron barridos de reconocimiento sobre toda el área del DDV, enlistando las especies identificadas. Registrando por avistamiento directo e indirecto (cantos, vocalizaciones, exuvias, huellas, nidos, madrigueras, etc.) la presencia de individuos pertenecientes los grupos de aves, mamíferos, anfibios y reptiles (**Figura I. 18**). De igual manera, se registró para cada grupo taxonómico, aquellos individuos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna de las categorías de protección o riesgo.



**Figura I. 18.** Revisión de posibles sitios de anidación de serpientes.

Como resultado, se observó que el área presenta poca diversidad faunística, lo cual se vio evidenciado por la escasa y/o nula presencia de organismos de los grupos anfibio, reptiles y mamíferos, siendo el grupo de las aves el único con observaciones (**Tabla I. 5**). Ninguna de las especies observadas se encuentra presente en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna de las categorías de protección o riesgo.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

**Tabla I. 5.** Resultado del barrido de fauna en el área de la obra.

Grupo	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	Abun.
Aves	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara pea	-	1
	<i>Setophaga petechia</i>	chipe amarillo	-	2
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	colibri vientre canelo	-	2
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	-	8
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	-	6
	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	chivirin moteado	-	2
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	-	4
	<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de collar	-	7
	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	-	5
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	-	6
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	-	1
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	-	1

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

**Tabla I. 6.** Listado de las especies florísticas encontradas en el trazo del proyecto.

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNA T-2010	POCO ABUNDANTE	ABUNDANTE	MUY ABUNDANTE
						1 - 3 ind.	4 - 10 ind.	Más de 10 ind.
1	Anacardiaceae	Jobo	<i>Spondias mombim</i>	Árbol	-	X		
2	Amaranthaceae	Cadillo	<i>Achyranthes aspera</i>	Hierba	-	X		
3	Apocynaceae	Cojón de venado	<i>Tabernaemontana alba</i>	Árbol	-	X		
4	Apocynaceae	Lecherillo	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i>	Árbol	-	X		
5	Araceae	Lengua de Vaca	<i>Syngonium podophyllum</i>	Hierba	-		X	
6	Araceae	Quequeste	<i>Xanthosoma robustum</i>	Hierba	-		X	
7	Arecaceae	Corozo	<i>Attalea butyracea</i>	Palma	-	X		
8	Asclepiadaceae	Rompe muelas	<i>Asclepias curassavica</i>	Hierba	-		X	
9	Asteraceae	Cutumby	<i>Melampodium divaricatum</i>	Hierba	-		X	

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNA T-2010	POCO ABUNDANTE	ABUNDANTE	MUY ABUNDANTE
						1 - 3 ind.	4 - 10 ind.	Más de 10 ind.
10	Bignoniaceae	Macuilís	<i>Tabebuia rosea</i>	Árbol	-	X		
11	Burseraceae	Palo Mulato	<i>Bursera simaruba</i>	Árbol	-		X	
12	Cucurbitaceae	Cundeamor	<i>Momordica charantia</i>	Bejuco	-		X	
13	Cyperaceae	Navajuela	<i>Scleria pterota</i>	Hierba	-		X	
14	Euphorbiaceae	Hierba de Paloma	<i>Euphorbia hirta</i>	Hierba	-	X		
15	Euphorbiaceae	Lechoso	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Hierba	-		X	
16	Fabaceae	Cocoíte	<i>Gliricidia sepium</i>	Árbol	-	X		
17	Fabaceae	Cadillo	<i>Aeschynomene americana</i>	Hierba	-		X	
18	Fabaceae	Cadillo	<i>Desmodium canum</i>	Hierba	-		X	
19	Fabaceae	Desmodium	<i>Desmodium elegans</i>	Hierba	-	X		
20	Heliconiaceae	Platanillo	<i>Heliconia latispatha</i>	Hierba	-	X		
21	Malvaceae	Malva de Puerco	<i>Sida acuta</i>	Hierba	-		X	

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

No	Familia	Nombre común	Nombre científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNA T-2010	POCO ABUNDANTE	ABUNDANTE	MUY ABUNDANTE
						1 - 3 ind.	4 - 10 ind.	Más de 10 ind.
22	Melastomataceae	Hoja de lata	<i>Miconia argentea</i>	Árbol	-		X	
23	Mimosaceae	Cornezuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Árbol	-	X		
24	Mimosaceae	Zarza	<i>Mimosa pigra</i>	Arbusto	-		X	
25	Mimosaceae	Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	Hierba	-		X	
26	Poaceae	Pasto bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	Hierba	-			X
27	Poaceae	Pasto cabezón	<i>Paspalum virgatum</i>	Hierba	-			X
28	Poaceae	Pasto estrella	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Hierba	-			X
29	Poaceae	Pasto Grama amarga	<i>Axonopus compressus</i>	Hierba	-			X
30	Poaceae	Pasto remolino	<i>Paspalum notatum</i>	Hierba	-			X
31	Rutaceae	Limón dulce	<i>Citrus limettioides</i>	Árbol	-	X		
32	Rutaceae	Rabo de lagarto	<i>Zanthoxylum kellermanii</i>	Árbol	-		X	

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

No	Familia	Nombre común	Nombre científico	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010	POCO ABUNDANTE	ABUNDANTE	MUY ABUNDANTE
						1 - 3 ind.	4 - 10 ind.	Más de 10 ind.
33	Sterculiaceae	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Árbol	-		X	
34	Verbenaceae	Teca	<i>Tectona grandis</i>	Árbol	-		X	
35	Verbenaceae	Té	<i>Phyla nodiflora</i>	Hierba	-		X	
36	Vitaceae	Bejuco	<i>Cissus sicyoides</i>	Bejuco	-		X	

Categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujeta a Protección Especial (Pr), Amenazada (A), Peligro de Extinción (P), Probablemente Extinta (E),

P-T Popal-Tular, PI Pastizal indudable, VAzb Vegetación Arbórea de zona baja, RAA Regeneración arbórea y arbustiva.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## **I.1.2 Proyecto civil.**

La obra civil del Proyecto se comprende las siguientes actividades:

### **I.1.2.1 Preparación del sitio**

Las actividades de preparación del sitio son todas aquellas destinadas para el arreglo del terreno desde su escenario natural (o inicial) hasta obtener las condiciones ideales para iniciar la construcción del proyecto. Las actividades a realizar como parte de la preparación del sitio del proyecto son las siguientes:

- Trazado topográfico.

Consiste en la localización en físico de lo trazado o proyectado en un plano digital. Esta actividad será realizada por el personal especializado mediante la utilización de equipo topográfico y culminará en la colocación de señalamientos (balizas y mojoneas georreferenciadas en coordenadas UTM y bancos de nivel) que permitan observar claramente las dimensiones de obra, permitiendo llevar a cabo el control del avance de la misma.

- Desmonte, Desenraice y Despalmes.

El desmonte es la actividad que se caracteriza por la eliminación de la cobertura vegetal existente en el área trazada topográficamente. En el caso particular del proyecto, la zona está predominada por vegetación herbácea con la presencia de escasos individuos arbóreos ubicados generalmente en cercas vivas. Su remoción se realizará por medio de herramientas manuales (motosierras, machetes, palas, coas, entre otras) y/o maquinaria (retroexcavadora, bulldozer y/o motoconformadoras), según las condiciones del individuo lo permita. El desenraice consistirá en el retiro de las raíces de dichos individuos para evitar que su degradación natural genere oquedades por debajo del terraplén debilitando la compactación de la estructura.

Por su parte, el despalmes es el retiro de la capa orgánica del suelo a una profundidad de 50 cm de profundidad; con lo cual se estaría evitando asentar el terraplén sobre una superficie de alta plasticidad o para evitar contaminar el material de relleno del terraplén, garantizando con esto la estabilidad de la infraestructura civil a construir, el cual se realizará con maquinaria (retroexcavadora, bulldozer y/o motoconformadoras).

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Este material será almacenado en las zonas aledañas dentro del derecho de vía (DDV), para ser utilizado en el arroje de taludes, con lo cual se le añadirá una capa rica en materia orgánica

- Etapa de Construcción

Las actividades de construcción van encaminadas a la conformación de la infraestructura necesaria mediante la utilización de materiales e insumos que, mediante un proceso de ingeniería, servirán para alcanzar los objetivos del proyecto. Las actividades a realizar como parte de la etapa de construcción del proyecto son las siguientes:

### **I.1.2.2 Movimiento de Tierra: Cortes y/o Rellenos.**

Debido a la configuración ondulada del terreno, donde las elevaciones en algunos puntos se pueden considerar como lomeríos, es necesario realizar movimientos de tierra mediante la actividad de corte; así como, el relleno de algunas depresiones mediante la adición de material. Por lo anterior, es importante entender ambas actividades constructivas como a continuación se describen:

- Corte: Es la actividad que consiste en la excavación del terreno natural hasta alcanzar los niveles de diseño del proyecto. Las superficies laterales de un corte, se denominan taludes, y a la intersección del talud del corte con la superficie de tierra se denomina borde.

Para llevar a cabo los cortes que requiere el proyecto se identificará por medio de equipo topográfico el nivel de diseño y, con ello, se establecerán los límites horizontales y profundidades de la zona a intervenir, estos se marcarán por medio de balizas (para evitar la afectación de área no autorizada). Para llevar a cabo esta actividad se utilizará maquinaria pesada como retroexcavadoras o motoconformadoras, dependiendo el espesor de la capa y del material a extraer.

- Relleno: También conocidos como terraplenes, es el movimiento de tierra en el cual se adiciona material pétreo (producto de los cortes o proveniente de un banco autorizado), esta actividad se realiza cuando el terreno se encuentra por debajo de los niveles de diseño del proyecto.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Para llevar a cabo la conformación de los terraplenes que requiere el proyecto, se identificará el nivel de diseño a alcanzar por medio de equipo topográfico y, con ello, se establecerán los límites horizontales y los niveles de relleno de la zona a intervenir y se marcarán por medio de balizas (para evitar la afectación de área no autorizada). Es importante mencionar que, dependiendo de la inclinación o pendientes del terreno aledaño al área de construcción será la longitud y la forma del pateo del terraplén; por lo que, estos límites y espesores no serán uniformes en toda el área intervenida.

El material utilizado para la construcción del terraplén será preferentemente arena, la cual deberá ser de alta resistencia a la tubificación, resistencia de media a alta al corte, impermeable y con baja o nula susceptibilidad a la licuación. Posteriormente de la actividad de despalme, se tiene considerado meter una capa de Geotextil y una capa de Geomalla sobre el nivel del terreno natural; posteriormente, se colocará una capa de 25 cm de material pétreo (arena) compactada al 90% y sobre ella una capa de Geomalla, seguida de otra capa de 25 cm de material pétreo (arena) compactada al 90% y sobre ella una capa de Geomalla y, así sucesivamente, hasta alcanzar el nivel de diseño para finalizar una capa de material de revestimiento.

### **I.1.2.3 Arrope de taludes.**

Una vez construido el terraplén con su revestimiento, los taludes de éste serán cubiertos con una capa de material de 10.00 cm de espesor, el cual será recuperado del producto de despalme para propiciar un recubrimiento vegetal. Con esto, se busca minimizar erosiones y deterioro en el camino de acceso provocados por el efecto de la lluvia y el viento.

### **I.1.2.4 Suministro, tendido y compactado de grava para revestimiento.**

Para el acabado del revestimiento o superficie de rodamiento del camino de acceso y la plataforma de perforación, se colocará una capa de material pétreo de un diámetro de 1 ½” a finos, hasta alcanzar el grado de compactación del 95% de la prueba PROCTOR modificada.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Los materiales pétreos a usar en la conformación de la capa de revestimiento serán adquiridos de bancos autorizados y cumplirán con la calidad específica que requiere el proyecto.

El material de revestimiento será tendido hasta alcanzar un espesor de 15 centímetros con una compactación del 95% en la prueba PROCTOR modificada. En esta actividad se utilizará equipo pesado como motoconformadoras y equipo pata de cabra y de rodillo liso.

#### **I.1.2.5 Trampa de aceite.**

Se fabricarán y colocarán recipientes a base de tubería de 36" de diámetro con tapa de placa de acero de 3/16" en la parte inferior, sifón en la parte interior de 1.0 x 0.5 m de 6" a 8" de diámetro y respiradero con tubería de 2" a 3" de diámetro. Estas estructuras son recolectores de líquidos aceitosos provenientes de cunetas.

#### **I.1.2.6 Cárcamo.**

Se define como un depósito enterrado que se emplea para recibir aguas libres de aceite provenientes de las cunetas. Las dimensiones del cárcamo serán de 5 m de largo por 3 m de ancho, con una altura de 1.50 m. Para la construcción del cárcamo se realizará el trazo y nivelación del terreno, excavación y se construirán muros de tabique; castillos, cadenas de cerramiento y tapas de concreto hidráulico.

#### **I.1.2.7 Contrapozo.**

Éste será de sección rectangular con medidas interiores de 4 x 4 x 2 m, los muros serán de concreto armado de 25 cm de espesor. Se construirá una banquetta alrededor del contrapozo de 50 cm de ancho por 10 cm de espesor, la plantilla y la banquetta serán de concreto con un espesor de 10 cm. Su función dentro de la plataforma es evitar el derrame de fluido de perforación al exterior donde se encuentre la torre de perforación.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

### **I.1.2.8 Cuneta.**

Para su construcción se hará el trazo, nivelación, excavación, relleno con material producto de la excavación (compensado), cimbrado, elaboración y vaciado de concreto y descimbrado. Posteriormente, se construirá a base de concreto de sección tipo cajón (60 x 60 cm), con una altura de 30 cm. Su función es una red de recolección y conducción pluvial de residuos líquidos, dispone de trampas para aceite que descargan a un cárcamo colector.

### **I.1.2.9 Cerca perimetral.**

Delimita el área de perforación, impide la entrada de vehículos no autorizados y animales domésticos o silvestres al sitio del proyecto. Esta obra se realizará en la periferia de la instalación y tendrá una altura total de 2.00 m, se fabricará con postes de madera o tubería de acero y diez hilos de alambre de púas. Su construcción consiste en el hincado de los postes y la colocación y tensionamiento del alambre de púas.

### **I.1.2.10 Portón de acceso.**

Es el punto de ingreso al sitio del proyecto, localizado sobre la cerca perimetral y el camino de acceso, facilita el control en el ingreso del personal autorizado que porte el equipo de seguridad reglamentario. La dimensión del portón será de 8 m de ancho en dos hojas de 4 m cada una, con una altura de 2.00 m, éste se construirá con tubería de acero, los marcos del portón se ahogarán en muertos (base para los marcos).

### **I.1.3 Proyecto mecánico.**

Para llevar a cabo la perforación del Pozo Macavil-1 se utilizará equipo especializado, seleccionado en función de las propiedades del yacimiento, trayectoria, profundidad, entre otras. Dicho equipo será trasladado al sitio, y se compone por cinco sistemas principalmente, la descripción de cada uno de los se presenta a continuación.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

### **I.1.3.1 Sistema de potencia**

Este sistema genera potencia a partir de motores de combustión interna que funcionan generalmente con diésel, la cantidad de dichos generadores dependerá del tamaño del equipo de perforación, asimismo, este sistema transmite la energía eléctrica proveniente de los generadores hacia los motores del malacate y bombas.

Posee una fuente de potencia primaria principalmente un motor de combustión interna, un transmisor de potencia, ya sea mecánica o eléctrica.

### **I.1.3.2 Sistema de rotación**

Este sistema lleva a cabo el movimiento rotativo para realizar la perforación del pozo, se compone de lo siguiente:

- Mesa rotaria: Se ubica en el piso de perforación sobre el pozo, corresponde al equipo que se genera el movimiento rotario, proporciona potencia para hacer girar la sarta perforación a través de diferentes equipos, tales como la flecha, el gancho, buje principal, etc.
- Top drive: este equipo funciona como remplazo de la mesa rotaria y se utiliza para girar la sarta de perforación a través de motores hidráulicos o eléctricos
- Sarta de perforación: se encuentra suspendida debajo del gancho y bloque viajero, es una columna de tubería de perforación unida por juntas. Permite la conducción del fluido de perforación y brinda dirección e inclinación al pozo durante la perforación, transmitir la rotación de la mesa rotaria o el top drive a la barrena. Este equipo se compone a su vez de la tubería de perforación, lastra barrenas, barrena, ubicada en la parte inferior de la sarta de perforación que lleva a cabo el corte y trituración de las rocas del subsuelo a través de movimientos rotativos y equipos auxiliares.

### **I.1.3.3 Sistema de izaje**

Este sistema se compone por la torre de perforación o mástil de perforación que corresponde a una estructura de acero capaz de soportar las cargas verticales, excedente y el empuje del viento, dicha estructura lleva a cabo el movimiento ascendente y descendente de la sarta de perforación, así como de la tubería de revestimiento cuando se encuentra dentro del pozo. El sistema de izaje también se

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

compone de una subestructura de acero que, a su vez, soporta las cargas del mástil, malacate, mesa rotaria y piso de trabajo. Finalmente, el piso de perforación, construido por encima de la subestructura provee una plataforma en la cual se llevarán cabo los trabajos de perforación y brindará soporte a todos los equipos y herramientas utilizadas.

El equipo que lleva a cabo el izaje se compone de:

- Malacate: lleva a cabo el ascenso y descenso de la sarta de perforación en el pozo y es la parte principal del sistema.
- Bloque de corona: corresponde al conjunto de poleas situadas en la parte superior de la torre de perforación sobre las cuales se ensarta el cable de perforación
- Polea viajera: arreglo de poleas que comunican al bloque corona y al cable de perforación, brinda el movimiento ascendente y descendente del bloque
- Gancho: permite levantar cargas pesadas con el bloque viajero y brinda amortiguamiento a los impactos durante el izaje
- Elevador: se utiliza para trabajos pesados, el elevador sujeta la tubería de perforación para que puedan ingresar o salir del pozo
- Cable de perforación: cable de acero conectado al sistema de izaje, conecta todos los componentes de dicho sistema al pasar por las poleas del bloque corona y del bloque viajero.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

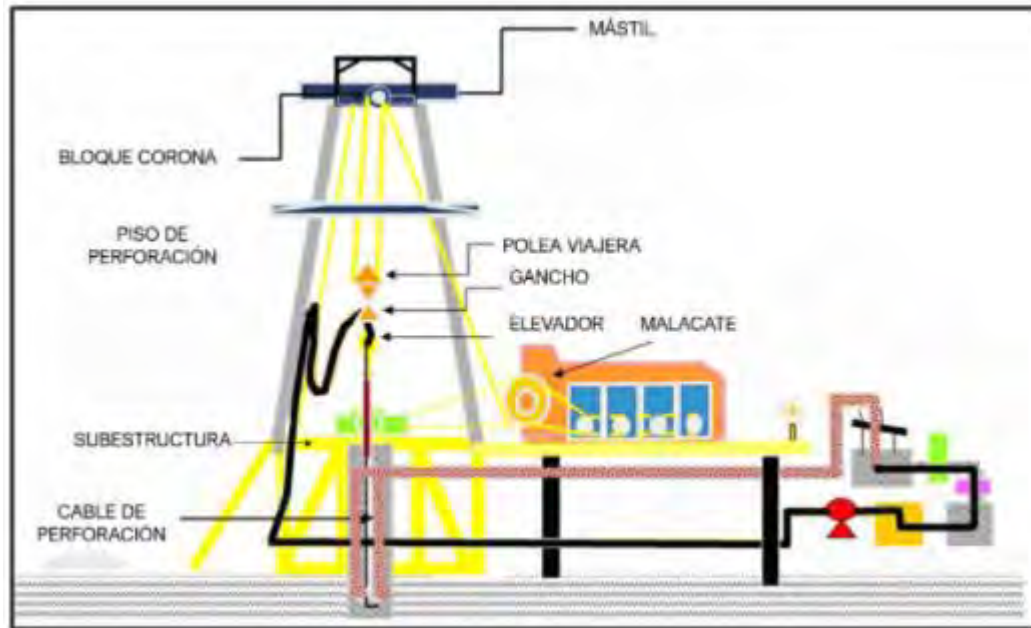


Figura I. 19 . Ejemplificación de los componentes del sistema de izaje.

Fuente: Epmex, 2019.

#### I.1.3.4 Sistema de circulación

Funciona como apoyo al sistema de rotación. Provee insumos para preparar, mantener y analizar el lodo de perforación. Dicho sistema se compone de los siguientes elementos:

- Fluido de perforación: corresponde a una mezcla líquida de varios componentes, principalmente agua, aceite, arcilla, aditivos, cuya función es enfriar y lubricar la barrena y la sarta de perforación, evitar la entrada de fluidos de la formación hacia el agujero de perforación, suministrar potencial hidráulica a la barrena, permitir el retorno de recortes a la superficie y brindar estabilidad a las paredes de la formación.
- Área de preparación y almacenaje: esta área se compone de sitios seguros donde se almacenan los químicos, así como presas de lodos, silos en los cuales se almacenan los elementos de los fluidos de perforación y la tolva de mezcla, en la cual se agregan los materiales sólidos al fluido de perforación.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

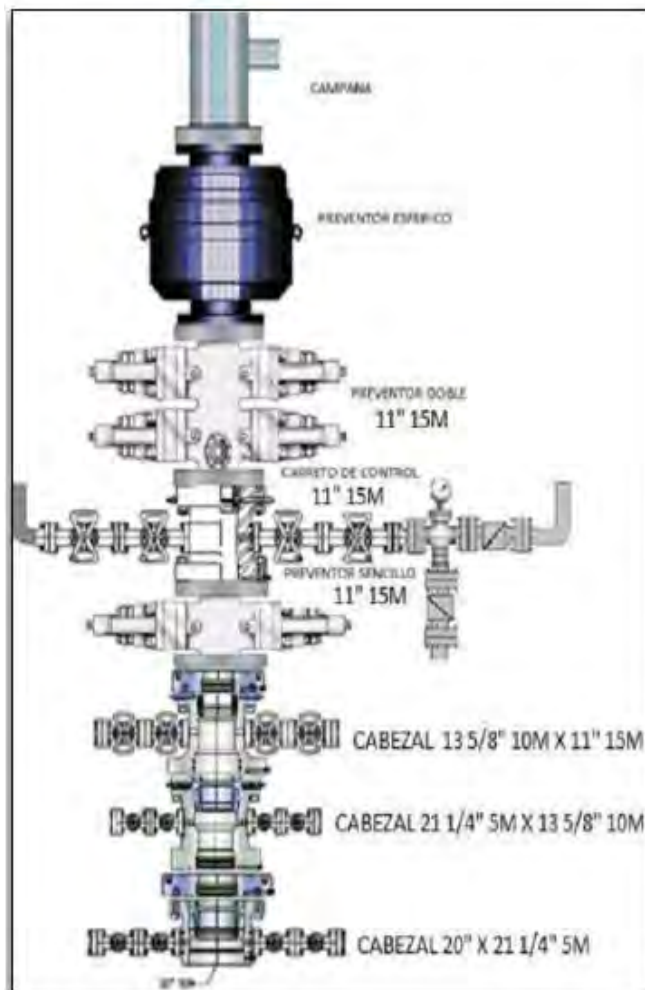
- Equipo de bombeo y circulación de fluido: correspondiente a la presa de succión que contiene y control el fluido, la tolva de mezclado, la línea de succión que conecta las presas de lodo con las bombas, las bombas de lodo, la línea de descarga, el tubo vertical y la manguera rotatoria, sarta de perforación, el anular, línea de retorno, tanque o presa de asentamiento.
- Acondicionamiento: a través de este equipo se busca reducir el desgaste en la bomba de lodos al reducir la cantidad de sólidos de formación en el fluido.

### **I.1.3.5 Sistema de prevención de reventones**

Corresponde a un sistema de control de presión diseñado para controlar la entrada de fluido de formación a alta presión al pozo. Dicho sistema consiste de cuatro componentes:

- Arreglo de preventores: ubicado sobre el cabezal del pozo bajo la mesa rotaria. Se compone del preventor anular, preventores de ariete, carrete de perforación, preventor ciego o de corte y cabezal del pozo (**Figura I. 20**)
- Acumulador: es capaz de almacenar fluido hidráulico bajo presión y activar todas las funciones del arreglo de preventores, y en caso de accidente el pozo pueda ser asegurado operando lo preventores requeridos.
- Múltiple de estrangulación: conjunto de válvulas y tuberías de alta presión con varias salidas que se controlan de manera manual o automática y se conecta al arreglo de preventores a través de la línea de estrangulación.
- Línea de matar: se conecta al arreglo de preventores para bombear el fluido de matar al pozo hasta restaurar el balance.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 20.** Diagrama del preventor de reventones (BOP).

Acoplado al preventor de reventones se contará con un cabezal Cameron, cuyas características se describen a en la **Figura I. 7** y el diagrama se presenta en la **Figura I. 21**.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

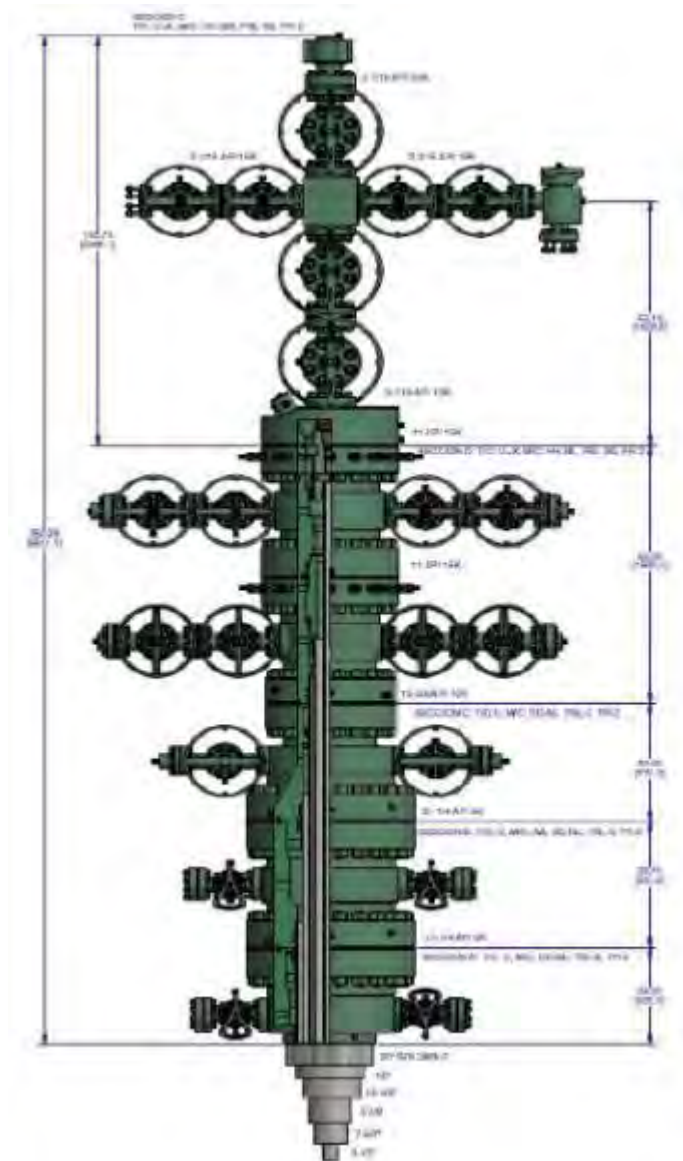
**Tabla I. 7.** Descripción general del cabezal CAMERON.

Componente	Marca	Tamaño nominal y presión de trabajo (psi)	Especificaciones del material	Observaciones
Cabezal inicial 20" x 21 ¼" 5M con preparación inferior soldable para TR de 20"	Cameron	20 x 20 ¾" 3M	U/DD/PSL-3/PR-2	Cabezal inicial soldable 20" x 20 ¼" 3M Colgador de cuñas de 21 ¼" x 16 4 válvulas de compuerta de 2 1/16" 3M 2 bridas compañeras de 2 1/16" 3M x ½" NPT Salidas laterales de 2 1/16" x 3M
Cabezal 21 ¼" x 21 1/4" 5M con preparación inferior soldable para TR de 16"	Cameron	21 ¼" x 21 ¼" 5M	U/DD/PSL-1/PR-2	Brida de transición 20 ¼" 3M x 21 ¼" 5M Colgador de cuñas de 21 ¼" x 13 3/8" 2 válvulas de compuerta de 2 1/6" 5M 2 bridas compañeras de 2 1/6" 5M x ½" NPT
Cabezal para TR 13 3/8" 21 ½ 5M x 13 5/8" 10 M	Cameron	20 ¼" 5M X 13 5/8" 10M	U/DD/PSL-3/PR-2	Colgador 13 3/8" x 9 7/8" 4 válvulas de compuerta de 2 1/16" 5M 2 bridas compañeras de 2 1/16" 5M x ½" NPT
Cabezal semi-compacto para tubería de revestimiento de 9 5/8" y de 7 5/8". Brida inferior de 13 5/8" 10M x 11 15M	Cameron	13 5/8" 10M X 11" 15M X	U/DD/PSL-3/PR-2 U/HH/PSL-3/PR-2	Brida inferior de 13 5/8" 10M x 11 15M 4 válvulas de compuerta de 2 1/16" 15M 2 bridas compañeras de 2 1/16" x 15M Brida superior 11" 15M x 11" 15M

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Componente	Marca	Tamaño nominal y presión de trabajo (psi)	Especificaciones del material	Observaciones
Brida superior 11" 15M x 11" 15 M		11" 15M		4 válvulas de compuerta de 2 1/16" 15M 2 bridas compañeras de 2 1/16" x 15M
Medio árbol de producción 11" 15M x 3 1/16" 15M	Cameron	11" 15M 3 1/6" 15M x 2 1/16" 15M	U/HH/PSL-3/PR-	Colgador de producción para TP 11" x 3 1/2" rosca VAMTOP 2 válvulas maestras mecánicas de 3 1/16" 15M 4 válvulas mecánicas laterales de 2 1/16" 15M 1 válvula mecánica de sondeo de 3 1/16" 15M Cruza de flujo 3 1/16" x 3 1/16" x 2 1/16" x 15M 2 estranguladores positivos de 2 1/16" 15M

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 21.** Diagrama del cabezal del pozo.

#### **I.1.4 Proyecto del sistema contra-incendio.**

Debido a la naturaleza del Proyecto, no se contará con un sistema contra incendio de sistemas dinámicos automatizados. Sin embargo, el personal encargado de la

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

perforación contará con el equipo de protección personal y capacitación, asimismo, el equipo de perforación contará con dispositivos de seguridad para prevenir y controlar cualquier incendio que se pueda presentar durante la perforación tales como:

- Detectores y alarmas: se contarán con detectores de gas, llama y humo, especialmente de metano, y sulfuro de hidrógeno, los detectores estarán conectados a un sistema de alarma audiovisual a prueba de explosión. La alarma audiovisual proporcionará tres tipos de señales en función de la concentración de dichos gases en la atmósfera.
- Equipo contra-incendio portátil: se contará con equipos tipo carretilla de polvo químico de 150 lb, extintores de polvo químico seco de 20 y 30 lb, extintores portátiles de CO<sub>2</sub> de 30 lb.
- Equipos a prueba de explosión: las lámparas fijas se equiparán con reflectores a fin de disminuir el reflejo a la vista y serán protegidas para evitar que se rompan o quiebren. Todas las instalaciones eléctricas cercanas al pozo contarán con conexión a tierra.

## **I.2 Descripción detallada del proceso.**

La perforación del pozo exploratorio Macavil-1 está programada para iniciar el 15 de noviembre del 2022 y terminar el 24 de abril del 2023. Se realizará utilizando un equipo de perforación de 3,000 hp de capacidad, a fin de alcanzar el objetivo en el subsuelo a 7,200 md.

La perforación de un pozo consiste en perforar un agujero mediante la rotación de la sarta de perforación y la aplicación de fuerza de empuje en el fondo a través de una barrena. La perforación se llevará a cabo en cinco etapas:

1. **Tubería de revestimiento conductora de 30” de Ø:** corresponde a la primera tubería que se perfora o hinca al iniciar el proyecto del pozo, la profundidad varía desde los 20 a los 80 m. El objetivo principal es la instalación del diverter y proveer un medio para tener retornos de fluidos en superficie.
2. **Tubería de revestimiento superficial de 20” de Ø:** Se programó el asentamiento a +/- 1,000 md/mv en la zona de Mioceno Superior, para la perforación de esta etapa se estará utilizando lodo base agua. El objetivo

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

principal de la tubería es el aislar los acuíferos de la zona y la instalación de los equipos superficiales de control (BOP).

3. **Tubería de Revestimiento Intermedia de 13 3/8” de Ø:** Se introducirá con la finalidad de aislar las zonas con presiones normales de formación, las posibles zonas de derrumbes e inestabilidad y pérdidas de circulación, se asentará dentro del oligoceno la TR de 13 3/8” para ganar gradiente para aumentar la densidad del lodo que se requiere para perforar la zona de presiones anormales
4. **Tubería de Revestimiento de Explotación de 9 5/8” y 7” de Ø:** Se introducirán con la finalidad de aislar zonas con presiones anormales de formación y pérdidas de circulación y la regresión de presiones en la zona del Cretácico. En esta etapa se realizará la toma de información. Se aislarán los cuerpos carbonatados principales del objetivo que se programaron a 6,380 - 7,200 md.

Para la toma de información, se cortarán dos núcleos convencionales de 9 metros cada uno en el Cretácico Medio, supeditados a las características de la roca y definido por el Activo de Exploración Áreas Terrestres, en caso de no alcanzar el 80 % de recuperación del núcleo, se solicitará el corte del complemento. En el caso de los registros geofísicos, la **Tabla I. 8** describe los tipos de registro en cada TR.

**Tabla I. 8.** Registros geofísicos.

TR (plg)	Barrena (plg)	Intervalo (m)		Registro
30	36	00	20	Sin registro
20	26	20	1,000	Sin registro
13 3/8	17 ½	1,000	3,600	Con MWD/LWD/PDW Rayos Gamma y Resistividad <u>Corrida 1:</u> Rayos gamma, Resistividad Desviación/Caliper y Sónico de porosidad <u>Corrida 2:</u> Registro de cementación

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

TR (plg)	Barrena (plg)	Intervalo (m)		Registro
9 5/8	12 ¼	3,600	6,400	Con MWD/LWD/PDW Rayos Gamma y Resistividad <u>Corrida 1:</u> Rayos gamma, Resistividad Desviación/Caliper y Sónico de porosidad <u>Corrida 2:</u> Registro de cementación
LN 7	8 1/2	6,400	7,200	Con MWD/LWD/PDW Rayos Gamma y Resistividad <u>Corrida 1:</u> Rayos gamma, (+) Imágenes microresistivas, Desviación/Caliper y Sónico Dipolar con procesamiento <u>Corrida 2:</u> *Resistividad, Litodensidad/Neutrón compensado <u>Corrida 3:</u> (+) Resonancia Magnética, (+) Probador de formaciones XPT-MDT-DST <u>Corrida 4:</u> Registro de cementación
*Supeditado a la calidad del registro en tiempo real. (+) Opcionales dependiendo de la evaluación de los registros básicos				

5. **Tubería de Producción de 3 1/2" de Ø:** Se ajustará de acuerdo con los intervalos de interés que se encuentren para la instalación de empacadores de producción y accesorios utilizados en la terminación.

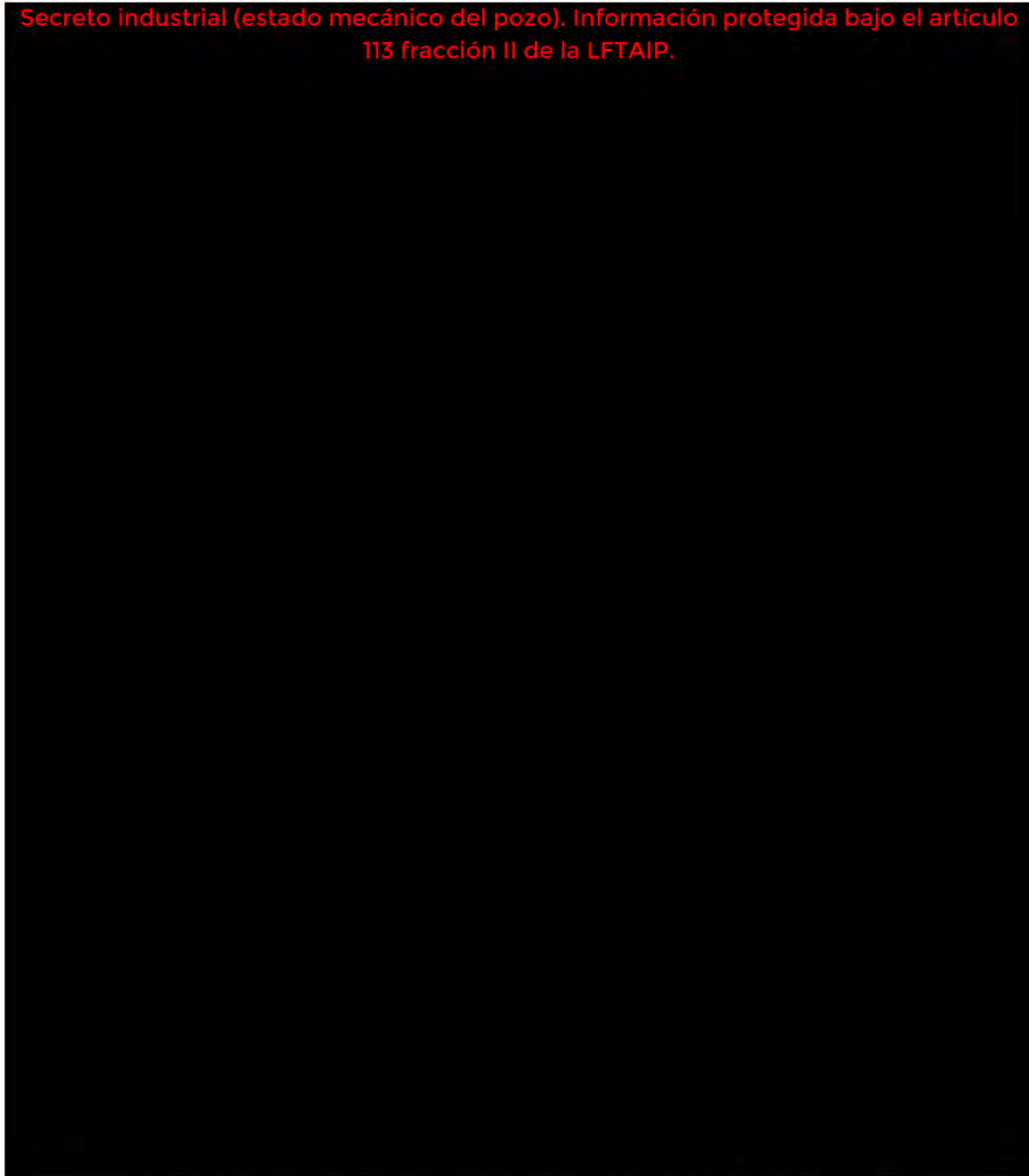
Es importante señalar que se llevarán a cabo diferentes tipos de muestreo a lo largo del pozo, tales como muestreo de canal, de fluidos, registro de hidrocarburos y pruebas de producción de acuerdo con lo siguiente:

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

- Se tomarán muestras de canal cada 5 m para descripción litológica desde 20 m hasta la profundidad total programada, y cada 20 m a partir de la TR 13 3/8” (1,000 m) hasta la TR 9 5/8” para Geología, Paleontología y Petrofísica. En la zona de objetivo recolectar cada metro y empaquetar dos bolsas cada 5 m de acuerdo con el programa otorgado a la compañía encargada de la toma del Registro de Hidrocarburos, deben ser rotuladas con tinta indeleble. Se considerará circular los tiempos de atraso cada vez que se requiera para recuperar muestras en los cambios litológicos, zonas de interés petrolero y siempre antes del cambio de barrena.
- Se tomarán muestras para monitorear las propiedades reológicas del fluido de perforación se realizarán previas al inicio de la perforación, de manera diaria y con monitoreo permanente, donde se incremente o disminuya la densidad según sea el programa de fluidos a seguir, antes de cada prueba de integridad de tuberías de revestimiento y antes de cada prueba de goteo programada, así como monitoreo continuo durante operaciones de control del pozo.
- Se tomará el registro continuo de hidrocarburos después de la etapa conductora hincada de 30” (20 m), hasta la profundidad total del pozo.
- Finalmente, se tiene programado realizar una prueba de producción en el Cretácico Medio, de acuerdo con lo programado por el Programa de Terminación Básica.

La **Figura I. 22** muestra de manera representativa el estado mecánico del pozo exploratorio Macavil-1, de acuerdo con las etapas descritas previamente.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura I. 22.** Estado mecánico propuesto para el Pozo Macavil-1.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## I.2.1 Materias primas, productos y subproductos

### I.2.1.1 Hidrocarburo

Durante la perforación se tendrá contacto con el hidrocarburo contenido dentro del yacimiento objetivo, debido a la temprana etapa del proyecto, no se cuenta con información de las características y propiedades exactas del crudo del Pozo Macavil-1, sin embargo, para fines de realizar el presente estudio, se llevó a cabo una estimación aproximada de sus propiedades a partir de su análogo, el Pozo Caletón-101, las cuales se presentan en la **Tabla I. 9**.

**Tabla I. 9.** Composición porcentual molar del hidrocarburo del Pozo Macavil-1.

Componente	% molar
Metano	75.1810
Etano	6.6810
Propano	2.7250
Isobutano	0.4920
Butano	0.6770
Isopentano	0.2330
Pentano	0.1960
Hexano y más pesados	0.1700
Nitrógeno	6.9670
Bióxido de carbono	6.5040
Ácido sulfhídrico	0.1740

### I.2.1.2 Fluidos de perforación

Para llevar a cabo el proceso de perforación del Pozo Macavil-1 se utilizarán fluidos de perforación base agua y base aceite, que funcionan los cuales, son seleccionados en función de las características del pozo. En la **Tabla I. 10** se presentan las propiedades de los fluidos de perforación para las diferentes etapas de perforación. Las densidades y profundidades se encuentran basadas en el estado mecánico tipo de la zona, los datos finales se generarán en la fase de definición del proyecto.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

**Tabla I. 10.** Propiedades de los fluidos de perforación base agua y base aceite.

Propiedades del fluido base agua													
Intervalo M		Tipo Fluido	Den. g/cm <sup>3</sup>	Visc seg	Filtr. ml	MBT kg/m <sup>3</sup>	Sól. %	Vp cp	Yp lb/100 ft <sup>2</sup>	Gel-0	Gel-10	Salin. Ppm-K <sup>+</sup>	pH
0	20	P. INHIB	1.10	50-65	<8	≤ 50	06-12	14-26	14-26	41760	07-20	<3000	9.5-11
21	1,000	P. INHIB	1.11-1.12	50-70	05-06	≤ 62	5-13	13-22	14-26	41760	06-24	30,000-35,000	9.5-11
TR de 13 3/8" Propiedades del fluido base aceite													
Intervalo M		Tipo Fluido	Den. g/cm <sup>3</sup>	Visc seg	Filtr. ml	RAA Ac/Ag	Sól. %	Vp cp	Yp lb/100 ft <sup>2</sup>	Gel-0	Gel-10	Salin. ppm CaCl <sub>2</sub> x1000	Emul volts
1,000	1,500	E.I.	1.12	55-60	≤ 3	70/30-75/25	11-12	14-21	14-26	07-14	14-26	140-220	700
1,501	2,000	E.I.	1.20	55-60	≤ 3	70/30-75/25	12-13	18-22	14-26	07-14	14-26	140-220	700
2,001	2,500	E.I.	1.35	55-60	≤ 3	70/30-75/25	14-15	18-23	14-26	07-14	14-26	140-220	700
2,501	3,000	E.I.	1.45	60-65	≤ 3	70/30-75/25	15-16	20-24	14-26	07-14	14-26	140-220	700
3,001	3,600	E.I.	1.65	60-65	≤ 3	70/30-75/25	16-18	21-25	14-26	07-14	14-26	140-220	700
TR 9 5/8" Propiedades del fluido base aceite													
3,601	4,000	E.I.	1.80	70-95	≤ 3	75/25-80/20	26-34	26-48	16-26	08-20	15-34	190	≥700
4,001	4,600	E.I.	1.85	70-95	≤ 3	80/20-85/15	26-34	29-49	17-26	09-20	15-34	200	≥700
4,601	5,600	E.I.	1.90	70-95	≤ 2	80/20-85/15	28-35	33-49	18-27	09-20	15-34	220	≥800
5,601	6,400	E.I.	1.95	70-95	≤ 2	80/20-85/15	28-37	34-50	18-27	10-20	16-37	240	≥800
LN de 7" Propiedades del fluido Base Aceite													
6,401	6,900	E.I.	1.40	55-70	≤ 2	75/25-80/20	12-16	20-25	14-26	07-14	14-26	160-180	700
6,901	7,200	E.I.	1.20	55-70	≤ 2	75/25-80/20	12-16	20-25	14-26	07-14	14-26	160-180	700

## 1.2.2 Hojas de seguridad.

En el **Anexo 1** se presenta la hoja de seguridad para el crudo tipo.

## 1.2.3 Almacenamiento.

Durante la perforación se llevará cabo el almacenamiento del lodo de perforación en las presas de lodo (presa atmosférica), sin embargo, estas serán vaciadas diariamente y dispuestas de acuerdo con la normativa vigente.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Asimismo, se dispondrá de otros materiales para la perforación y generación de energía eléctrica tales como diésel, agua de servicios, agua potable, barita y otros elementos que ponen los fluidos de perforación.

#### I.2.4 Equipos de proceso y auxiliares.

No aplica

#### I.2.5 Pruebas de verificación.

Las pruebas de verificación que se llevarán durante el proyecto se enlistan a continuación:

- Certificación del fabricante del conjunto de preventores, cabezales, tuberías y accesorios, revisión de diagramas de conexiones, instrumentación y control.
- Pruebas del conjunto de preventores previo a su instalación (presión, verificación de cierre y apertura).
- Certificados de diseño y pruebas de las tuberías re revestimiento
- Certificados de calidad de los proveedores del cemento, fluidos entre otros
- Pruebas de integridad de presión, afluencia para evaluar la calidad de la cementación
- Pruebas de hermeticidad y registros durante la cementación

#### I.3 Condiciones de operación.

Debido a la etapa del proyecto, no se cuenta con información precisa sobre las propiedades y condiciones del yacimiento, sin embargo, se considerará un estimado obtenido a través del análisis del Pozo Caletón-101, cuyas propiedades y condiciones bajo las cuales se llevarán a cabo las actividades de perforación se muestran en la **Tabla I. 11**.

**Tabla I. 11.** Propiedades del yacimiento del Pozo Macavil-1.

Propiedades	Macavil-1 y análogo Caletón-101
<b>General</b>	
Cima (m)	6,380*

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Propiedades	Macavil-1 y análogo Caletón-101
Base (m)	7,200*
Densidad API (°)	40
Tipo Hidrocarburo	Aceite ligero*
<b>Datos de producción</b>	
Aceite (bpd)	1,070
Gas (MMpcd)	0.239
RGA (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	273
PTP (Kg/cm <sup>2</sup> )	86
PTP (psi)	1,223
Estrangulador (in)	3/16
<b>Datos del yacimiento</b>	
Pws (Kg/cm <sup>2</sup> )	782
Pws (psi)	8,534.01
Temp Yac (°C)	160
Litología	Wackestone-Packestone Mudstone-Wackestone

\*Datos del pozo Macavil-1.

### I.3.1 Especificaciones del cuarto de control.

Debido a la naturaleza del Proyecto, el presente apartado no aplica debido a que no se contempla un cuarto de control para el proyecto.

### I.3.2 Sistemas de aislamiento.

Se tomarán todas las medidas necesarias para aislar las zonas potenciales de flujo durante la perforación del pozo de acuerdo con el estándar API 65 - Parte 2, Aislamiento de Zonas Potenciales de Flujo Durante la Construcción de Pozos, o un estándar equivalente o superior. A partir de este estándar, se establecerán barreras para prevenir el flujo descontrolado de gas natural, flujo cruzado entre formaciones adyacentes y la contaminación de agua subterránea durante la perforación o cementación.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

#### **I.4 Análisis y evaluación de riesgos.**

El Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) estipula 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”; dicho estudio de riesgo, busca brindar una herramienta preventiva cuyo objetivo es la protección de la salud y el medio ambiente ante la ocurrencia de accidentes que involucren materiales peligrosos que se manejan en las actividades altamente riesgosas, y comprender el alcance, intensidad y efectos de dichos accidentes en los diferentes receptores.

En el Capítulo V de la LGEEPA, se hace referencia a las Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas, y señala en su artículo 146 que dichas actividades industriales se clasificarán de esta manera en función del volumen y características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (CRETIB) de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Por ello, en el marco de la LGEEPA, se publicó el Primer (SEDUE, 1990) y Segundo Listado (SEDUE, 1992) de Actividades Altamente Riesgosas a través del Diario Oficial de la Federación, que hacen referencia a las sustancias tóxicas y, explosivas e inflamables, respectivamente, cuya presencia en las actividades, en cantidad igual o superior a las cantidades referidas (cantidad de reporte) en dichos listados, permiten considerarlas como altamente riesgosas.

De acuerdo con la composición presentada en la **Tabla I. 12** del hidrocarburo del Pozo Macavil-1 que se manejará en el Proyecto, 7 de sus componentes se encuentran en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, y debido a la tasa de liberación del pozo (1,070 bpd y 0.239 MMpcd) aplica la elaboración de un Estudio de Riesgo Ambiental.

**Tabla I. 12.** Composición porcentual molar del hidrocarburo del Pozo Macavil-1.

<b>Componente</b>	<b>Cantidad de reporte indicados en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (kg)</b>
Metano	500
Etano	500

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Componente	Cantidad de reporte indicados en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas (kg)
Propano	500
Isobutano	-
Butano	500
Isopentano	-
Pentano	3,000
Hexano y más pesados	20,000
Nitrógeno	-
Bióxido de carbono	-
Ácido sulfhídrico	10

#### I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes.

En el Informe Técnico del presente documento, en la **Sección IV.1.2** se presenta la revisión de antecedentes de accidentes e incidentes relacionados con el Proyecto.

#### I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización.

Para la identificación y evaluación de riesgos se decidió utilizar la metodología ¿Qué pasa sí?, esta técnica, permite analizar cualitativamente las desviaciones relacionadas al comportamiento previsto durante el proceso a partir de una lluvia de ideas, determinar sus potenciales causas, consecuencias y medidas de prevención, desarrollada por parte de un equipo multidisciplinario con experiencia en el proceso; es ampliamente utilizada durante la etapa de diseño del proceso, operación e incluso cuando se introduce un cambio al proceso.

Para la identificación de riesgos asociados a la perforación del Pozo Macavil-1, se llevó a cabo una reunión con el grupo multidisciplinario de expertos de PEMEX y los analistas de riesgo, en el **Anexo 2** se presenta la lista de asistencia y minuta de la reunión realizada.

A partir de la evaluación se identificaron 15 desviaciones del proceso (**Tabla I. 13**). Cada una fue evaluada a través de la metodología ¿Qué pasa sí?, para la identificación de riesgos, causas, consecuencias, salvaguardas y recomendaciones. En el **Anexo 3** se presentan las hojas de trabajo esta metodología y el ejercicio de jerarquización.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

**Tabla I. 13.** Desviaciones identificadas a partir del ¿Qué pasa sí?, para el proceso de perforación del Pozo Macavil-1.

No.	¿Qué pasa sí?
<b>R1</b>	No hay flujo de lodos al pozo durante la perforación (pérdida de circulación)
<b>R2</b>	Hay diferencia en las propiedades del fluido de perforación (densidad insuficiente, reología, contenido de sólidos, etc.)
<b>R3</b>	Hay más presión en la bomba de lodos
<b>R4</b>	Hay más presión en la formación
<b>R5</b>	Hay más temperatura en la formación
<b>R6</b>	Hay presencia de gas somero
<b>R7</b>	Hay llenado insuficiente de lodo durante los viajes
<b>R8</b>	Hay mayor inclinación del pozo
<b>R9</b>	Hay inestabilidad en el pozo
<b>R10</b>	Hay suabeo en el pozo
<b>R11</b>	Hay atrapamiento/pega de la tubería
<b>R12</b>	El peso de la sarta de perforación es inadecuado
<b>R13</b>	No hay circulación de lechada al pozo durante la cementación
<b>R14</b>	Hay más presión durante la cementación
<b>R15</b>	La composición de la lechada no es adecuada

Debido a la naturaleza de las consecuencias, las desviaciones R1 a R8 se vincularon a la desviación R16, tal y como se muestra en la siguiente tabla, por lo tanto la desviación R16 fue la que se sometió al proceso de jerarquización.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

**Tabla I. 14.** Desviaciones identificadas a partir del ¿Qué pasa sí?, para el proceso de perforación del Pozo Macavil-1.

No.	¿Qué pasa sí?	Vinculado de
R16	Hay descontrol de pozo	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8

#### I.4.2.1 Jerarquización de riesgos

Para la jerarquización de riesgos se evaluaron las desviaciones obtenidas y a cada una se le asignó un valor de frecuencia de ocurrencia y un valor de severidad considerando las categorías de frecuencia mostradas en la **Tabla I. 15** para frecuencia y en **Tabla I. 16** para la severidad de las consecuencias, considerando 4 diferentes receptores: personal, población, ambiente, producción e instalaciones.

**Tabla I. 15.** Categorías de frecuencia.

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

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

**Tabla I. 16.** Categorías de severidad.

<b>Categoría de consecuencia</b>	<b>Daños al personal</b>	<b>Efecto en la población</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Pérdida de producción / instalación / bienes de terceros (millones de USD)</b>
6	Heridas o daños que pueden resultar en más de 15 fatalidades	Heridas o daños que pueden resultar en más de 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que no se puede controlar en una semana	Mayor de 50
5	Heridas o daños físicos que puedan resultar de 4 a 15 fatalidades.	Heridas o daños físicos que puedan resultar de 15 a 100 fatalidades..	Fuga o derrame externo que se puede controlar en una semana	De 15 a 50
4	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades.	Heridas o daños físicos que puedan resultar de 4 a 15 fatalidades..	Fuga o derrame externo que no se puede controlar en un día	De 5 a 15
3	Heridas o daños físicos que puedan generar una incapacidad médica	Heridas o daños físicos que puedan resultar en hasta 3 fatalidades. Evento que requiere hospitalización a gran escala	Fuga o derrame externo que no se puede controlar en algunas horas	De 0.5 a 5
2	Heridas o daños	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios. Evento que	Fuga o derrame externo que no se puede controlar en una menos de una hora	De 0.250 a 0.5

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Categoría de consecuencia	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción / instalación / bienes de terceros (millones de USD)
	físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios	requiere de evacuación. Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar	(incluyendo el tiempo para detectar)	
1	No se esperan heridas o daños físicos.	No se esperan Heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual.	No hay fuga o derrame externo	Hasta 0.250

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

El nivel de riesgo se determinó considerando el producto de los valores de frecuencia y severidad asignados, y ubicándolos en la matriz de riesgo presentada en la **Tabla I. 17**.

**Tabla I. 17.** Matriz de evaluación de riesgos para daño al medio ambiente.

		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	C	B	B	A	A
	4	D	C	C	B	B	A
	3	D	C	C	C	B	A
	2	D	D	C	C	C	B
	1	D	D	D	D	C	C

Las categorías de riesgo de la matriz se definen de la siguiente manera:

**Riesgo No Tolerable (Tipo A):**

El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. 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 “C”.

**Riesgo Indeseable (Tipo B):**

El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles Permanentes Inmediatos. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo “C” y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo “D”.

**Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C):**

El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. 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 plazo no mayor a 180

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

días. La administración de un riesgo Tipo “C” 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 a riesgos tipo “D”, 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.

**Riesgo Tolerable (Tipo D):**

El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

En la **Tabla I. 18** se muestra el resumen de la jerarquización de las desviaciones.

**Tabla I. 18.** Nivel de riesgo para el proceso de perforación del Pozo Macavil-1.

ID	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	Nivel de Riesgo
R16	Hay descontrol de pozo	1. Formación de nube tóxica 2. Dardo de fuego 1. Explosión	B



# **ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO**

## **CAPÍTULO II**

---

**“Construcción de infraestructura para la perforación del Pozo Macavil-1”.**

---

**Mayo, 2022**



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES. ....</b>	<b>64</b>
II.1 Criterios para la simulación .....	64
II.1.1 Condiciones atmosféricas.....	64
II.1.2 Tipo de caso.....	65
II.1.3 Umbrales de radiación térmica (incendio), sobrepresión (explosión) y toxicidad (dispersión tóxica) y sus efectos.....	66
II.2 Escenarios de riesgo.....	68
II.3 Radios potenciales de afectación. ....	69
II.3.1 Peor caso.....	70
II.3.2 Caso más probable.....	73
II.4 Interacciones de riesgo. ....	75
II.5 Efectos sobre el sistema ambiental.....	76

---



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura II. 1.</b> E1 PC Explosión.....	70
<b>Figura II. 2.</b> E1 PC Incendio.....	71
<b>Figura II. 3.</b> E1 PC Dispersión tóxica.....	72
<b>Figura II. 4.</b> E1 CMP Explosión.....	73
<b>Figura II. 5.</b> E1 CMP Incendio.....	74
<b>Figura II. 6.</b> E1 CMP Dispersión tóxica.....	75





“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla II. 1.</b> Estabilidad atmosférica de Pasquill.....	64
<b>Tabla II. 2.</b> Límites para los cálculos de las zonas de afectación. ....	66
<b>Tabla II. 3.</b> Efectos por radiación térmica.....	66
<b>Tabla II. 4.</b> Efectos por sobrepresión.....	67
<b>Tabla II. 5.</b> Efectos por toxicidad de H <sub>2</sub> S. ....	67
<b>Tabla II. 6.</b> Escenarios y condiciones de simulación de escenarios.....	69
<b>Tabla II. 7.</b> Interacciones de riesgo de los escenarios simulados.....	75
<b>Tabla II. 8.</b> Efectos sobre los componentes abióticos. ....	76
<b>Tabla II. 9.</b> Efectos sobre los componentes bióticos.....	80



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

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

A partir del análisis de consecuencias es posible predecir los efectos que pueden causar los eventos no deseados que involucran fugas, derrames, que involucren sustancias altamente riesgosas (tóxicas, inflamables y explosivas) y cuantificar la magnitud del impacto que podrían tener las consecuencias de un escenario de riesgo sobre las personas, la población, el medio ambiente y las instalaciones.

La determinación de los efectos de los escenarios se realizó a partir de radios de afectación mediante la aplicación de los modelos matemáticos del software PHAST (*Process Hazard Analysis Software*) versión 8.22 de la compañía DNV.

### II.1 Criterios para la simulación

#### II.1.1 Condiciones atmosféricas

Para las condiciones de estabilidad atmosférica, se utilizaron los valores de Pasquill (**Tabla II. 1**), se consideraron las condiciones que detonarán el peor escenario, por lo cual se seleccionó una estabilidad atmosférica F y una velocidad de viento de 1.5 m/s. Asimismo, se seleccionó una temperatura de 28 °C, una humedad relativa del 75% y una presión atmosférica de 760 mmHg para todos los escenarios.

**Tabla II. 1.** Estabilidad atmosférica de Pasquill.

Velocidad del viento $U^{10}$ (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
				Fracción cubierta de nubes	
	Fuerte	Moderado	Débil	$\geq 1/2$	$\leq 1/2$
<2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## II.1.2 Tipo de caso

Para este estudio, se consideraron dos tipos de escenarios:

- **Peor caso (PC):** considera la liberación accidental del mayor inventario de la sustancia peligrosa manejada contenida en una línea de proceso, recipiente, entre otros, lo cual resultaría en los radios con mayor extensión por radiación térmica, toxicidad o sobrepresión.

Para este caso se consideró la liberación de la mezcla a través del diámetro de la tubería de producción (3 ½”) al alcanzar el yacimiento. Se seleccionó un tiempo de liberación de 10 minutos de acuerdo con lo señalado por la *Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis* (USEPA, 2009) para los escenarios de incendio y dispersión tóxica, mientras que, para el escenario de explosión se consideró un tiempo de formación de nube tóxica de 30 s de acuerdo con el INSHT, debido a que los escenarios se desarrollarían en un área no confinada y las condiciones atmosféricas favorecerían la dispersión de dicha nube con el paso del tiempo, por lo tanto, la acumulación de la nube explosiva durante 10 minutos, sería un escenario improbable.

- **Caso más probable (CMP):** considera el escenario que tiene mayor probabilidad de ocurrencia con base en la experiencia del equipo multidisciplinario.

Para este caso se consideró la liberación de la mezcla a través de un agujero de diámetro de 0.5” en el arreglo de preventores (BOP) durante cualquier etapa de perforación. Se seleccionó un tiempo de liberación de 10 minutos de acuerdo con lo señalado por la *Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis* (USEPA, 2009) para los escenarios de incendio y dispersión tóxica, mientras que, para el escenario de explosión se consideró un tiempo de formación de nube tóxica de 30 s de acuerdo con el INSHT, debido a que los escenarios se desarrollarían en un área no confinada y las condiciones atmosféricas favorecerían la dispersión de dicha nube con el paso del tiempo, por lo tanto, la acumulación de la nube explosiva durante 10 minutos, sería un escenario improbable.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

### II.1.3 Umbrales de radiación térmica (incendio), sobrepresión (explosión) y toxicidad (dispersión tóxica) y sus efectos

De acuerdo con la Guía para la elaboración de Riesgo Ambiental, se seleccionaron los umbrales para la representación de los radios de afectación (**Tabla II. 2**).

**Tabla II. 2.** Límites para los cálculos de las zonas de afectación.

Parámetro	Umbrales		
	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (H <sub>2</sub> S) (Concentración)	-	IDLH: 100 ppm	TLV: 10 ppm
Inflamabilidad (Radiación térmica)	12.5 kW/m <sup>2</sup>	5.0 kW/m <sup>2</sup>	1.4 kW/m <sup>2</sup>
Explosividad (Sobrepresión)	3 lb/in <sup>2</sup>	1.0 lb/in <sup>2</sup>	0.5 lb/in <sup>2</sup>

**\*IDLH** (*Immediately Dangerous to Life or Health*). Concentración máxima de una sustancia en aire que un trabajador con buen estado de salud general puede soportar durante treinta minutos sin desarrollar síntomas, que disminuyan su capacidad de realizar una evacuación de emergencia y sin sufrir daños irreversibles. **\*\*TLV** (*Threshold Limit Values*) Máxima concentración a la que la mayoría de los trabajadores puede exponerse en un periodo continuo de hasta quince minutos sin sufrir irritaciones, cambios crónicos o irreversibles en los tejidos o necrosis que reduzca su eficacia, que le predisponga al accidente o dificulte las reacciones de defensa.

A cada umbral de radiación, sobrepresión o toxicidad se esperan diferentes efectos hacia los receptores, los cuales se describen en la **Tabla II. 3**, **Tabla II. 4** y **Tabla II. 5**.

**Tabla II. 3.** Efectos por radiación térmica.

Radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Descripción de los efectos esperados
1.4	Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal). Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

<b>Radiación (kW/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Descripción de los efectos esperados</b>
5	Tiempo máximo de exposición de 3 minutos. Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es de aproximadamente 20 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.
12.5	Fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. La madera puede prender después de una larga exposición.

**Tabla II. 4.** Efectos por sobrepresión.

<b>Sobrepresión (psi)</b>	<b>Descripción de los efectos esperados</b>
0.5	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos y bastidores. Daños menores a techos de casas y daños estructurales menores.
1.0	Demolición parcial de casas, que quedan inhabitables, daño en estructuras de aluminio, acero corrugados, accesorios de sujeción. Ocurre ruptura de tímpanos y heridas serias por proyectiles
3	Dislocación/colapso de paneles, paredes y techos, colapso parcial de paredes y techos de casas, límite inferior de daño serio estructural. Maquinaria pesada (1.5 toneladas) puede sufrir daños menores.

**Tabla II. 5.** Efectos por toxicidad de H<sub>2</sub>S.

<b>Toxicidad (ppm)</b>	<b>Descripción de los efectos esperados</b>
10	Ligera irritación en ojos, nariz y garganta. Esta concentración no debe excederse a más de 8 horas laborales.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Toxicidad (ppm)	Descripción de los efectos esperados
100	Se puede presentar tos, irritación ocular, pérdida del olfato después de exposición de 2 a 15 minutos (fátiga olfativa), respiración agitada, desmayo o somnolencia después de 15 a 30 minutos de exposición. Irritación de la garganta después de una hora. Los síntomas incrementan conforme aumenta el tiempo de exposición. Se puede producir la muerte después de 48 h de exposición.

## II.2 Escenarios de riesgo

De acuerdo con los resultados del ¿Qué pasa sí? presentados en la y las consideraciones enlistadas previamente, se definieron los escenarios de riesgo considerando los PC y CMP

**Tabla 1.** Escenarios de riesgo para simulación (CMP y PC).

Trazabilidad con ¿Qué pasa sí?	ID Escenario	Escenario
R16	E1 PC	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de la tubería de producción de 3 ½" de diámetro
R16	E1 CMP	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de orificio de 0.5" en sello o brida del preventor anular

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

### II.3 Radios potenciales de afectación.

En la **Tabla II. 6** se presenta el resumen de los radios de afectación obtenidos a través de PHAST, en el **Anexo 4** se presentan las hojas de resultados del software PHAST para cada escenario.

**Tabla II. 6.** Escenarios y condiciones de simulación de escenarios.

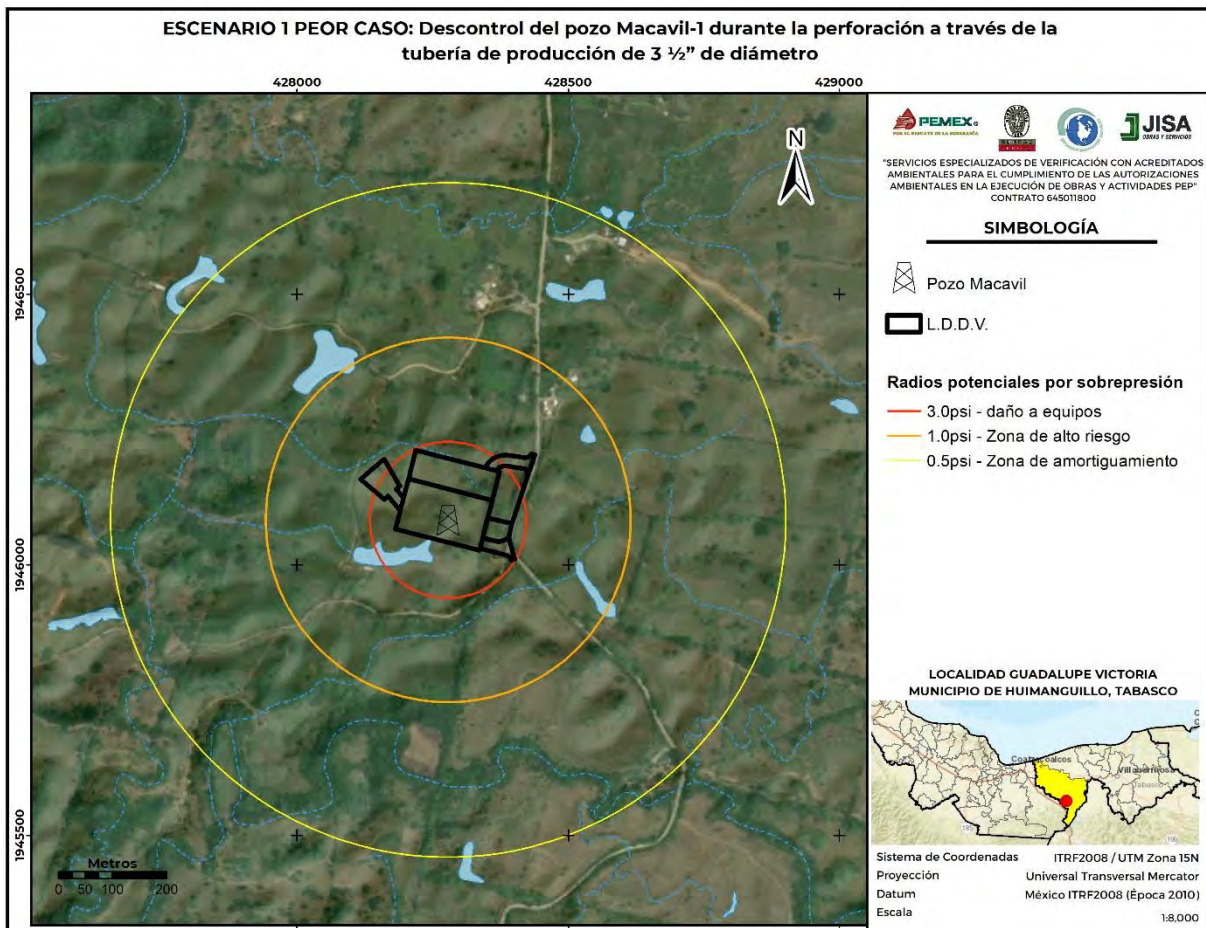
Condiciones atmosféricas								Umbrales							
Velocidad del viento		1.5 m/s		Temperatura atmosférica		28 °C		Explosión (lb/pulg <sup>2</sup> )			Incendio (kW/m <sup>2</sup> )			Toxicidad (ppm)	
Humedad relativa		75%		Presión atmosférica		760 mmHg		Z.A.	Z.A.R.	D.E.	Z.A.	Z.A.R.	D.E.	Z.A. (TLV)	Z.A.R. (IDLH)
Tipo de zona		Rural		Est. de Pasquill		F		0.5	1	3	1.4	5	12.5	10	100
Escenarios de liberación								Radios de afectación							
ID	Escenario	Ø de fuga (")	Flujo	Tiempo de liberación (s)	Inventario (kg)	Temp. (°C)	Presión (psi)	Z.A.	Z.A.R.	D.E.	Z.A.	Z.A.R.	D.E.	Z.A.	Z.A.R.
m															
EI PC	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de la tubería de producción de 3 ½" de diámetro	3 ½"	0.239 MMPCD 59 kg/s	Incendio: 600 Explosión: 30	Incendio: 34,800 Explosión: 1,770	160	8,534.01	623	336.7	144.3	100.3	29.5	NA	39	1.6
EI CMP	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de orificio de 0.5" en sello o brida del preventor anular	0.5"	10.5064 kg/s*	Incendio: 600 Explosión: 30	Incendio: 6,303.84 Explosión: 315.192	160	8,534.01	350.5	189.4	81.2	42.7	NA	NA	13	0.6

\*El valor de flujo del CMP fue obtenido a partir del software PHAST (Ver **Anexo 5**). \* NA: Umbral no alcanzado.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

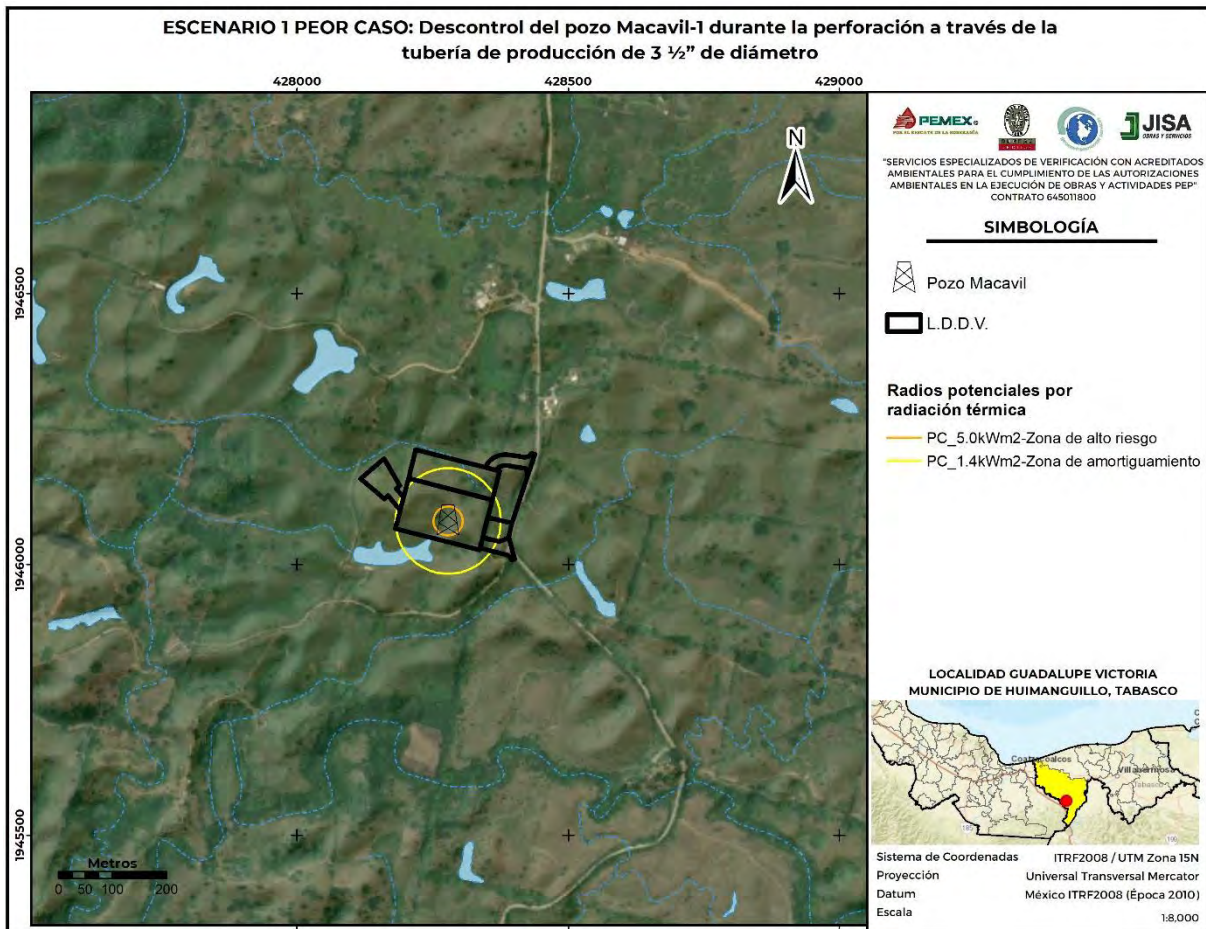
La representación gráfica de los radios de afectación para el peor caso se presenta de la **Figura II. 1** a la **Figura II. 2** y de la **Figura II. 4** a la **Figura II. 5** para el caso más probable. En las secciones siguientes se realiza la descripción de las interacciones de los radios con otras instalaciones y los efectos al medio ambiente.

### II.3.1 Peor caso



**Figura II. 1.** El PC Explosión.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

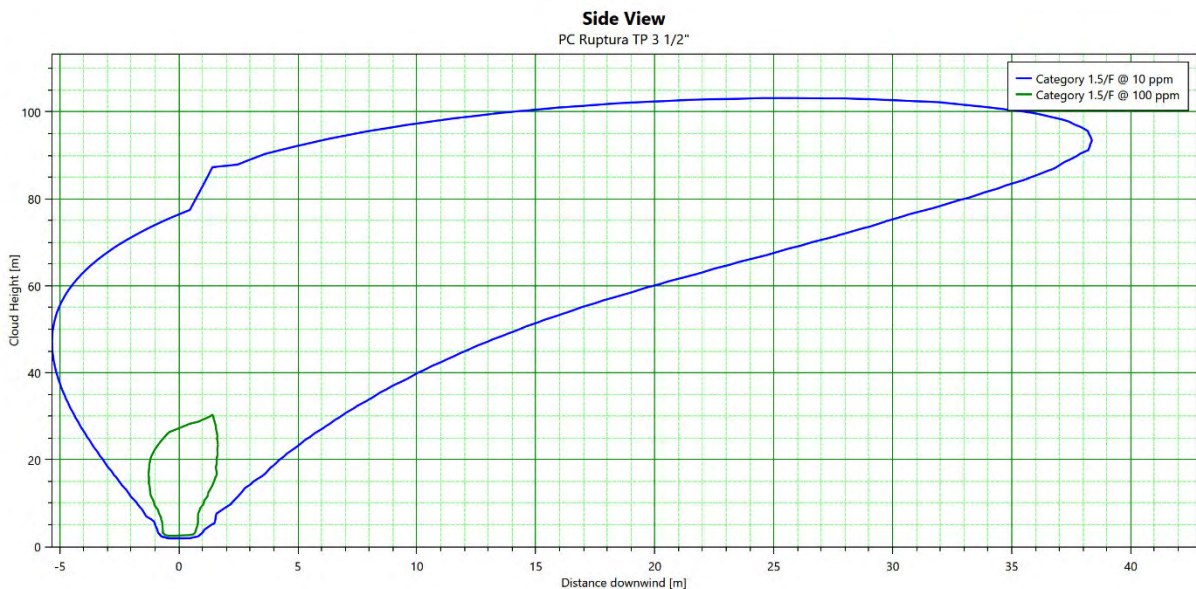


**Figura II. 2.** El PC Incendio.

En el caso de dispersión tóxica, debido a que la liberación de la mezcla es vertical, el modelo no arroja la vista en planta de la dispersión y únicamente muestra la vista lateral. Por ello, únicamente se presenta dicha gráfica con la vista lateral de la dispersión de las concentraciones de ambas zonas. Dichos resultados no presentan hojas de resultados con las extensiones de la pluma, sin embargo, en la gráfica se puede determinar su extensión horizontal y vertical (**Figura II. 3**). Bajo este escenario, los radios de alto riesgo se confinarían a las instalaciones del proyecto, pudiendo afectar al personal que se encuentra cercano al pozo, bajo

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

este umbral, se podría presentar tos, irritación ocular, pérdida del olfato después de exposición de 2 a 15 minutos (fátiga olfativa), respiración agitada, desmayo o somnolencia después de 15 a 30 minutos de exposición. Irritación de la garganta después de una hora. Los síntomas incrementan conforme aumenta el tiempo de exposición. Se puede producir la muerte después de 48 h de exposición. La zona de alto riesgo también se extiende sobre los límites del proyecto, sin embargo, únicamente se espera ligera irritación en ojos, nariz y garganta.



**Figura II. 3.** El PC Dispersión tóxica.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

### II.3.2 Caso más probable

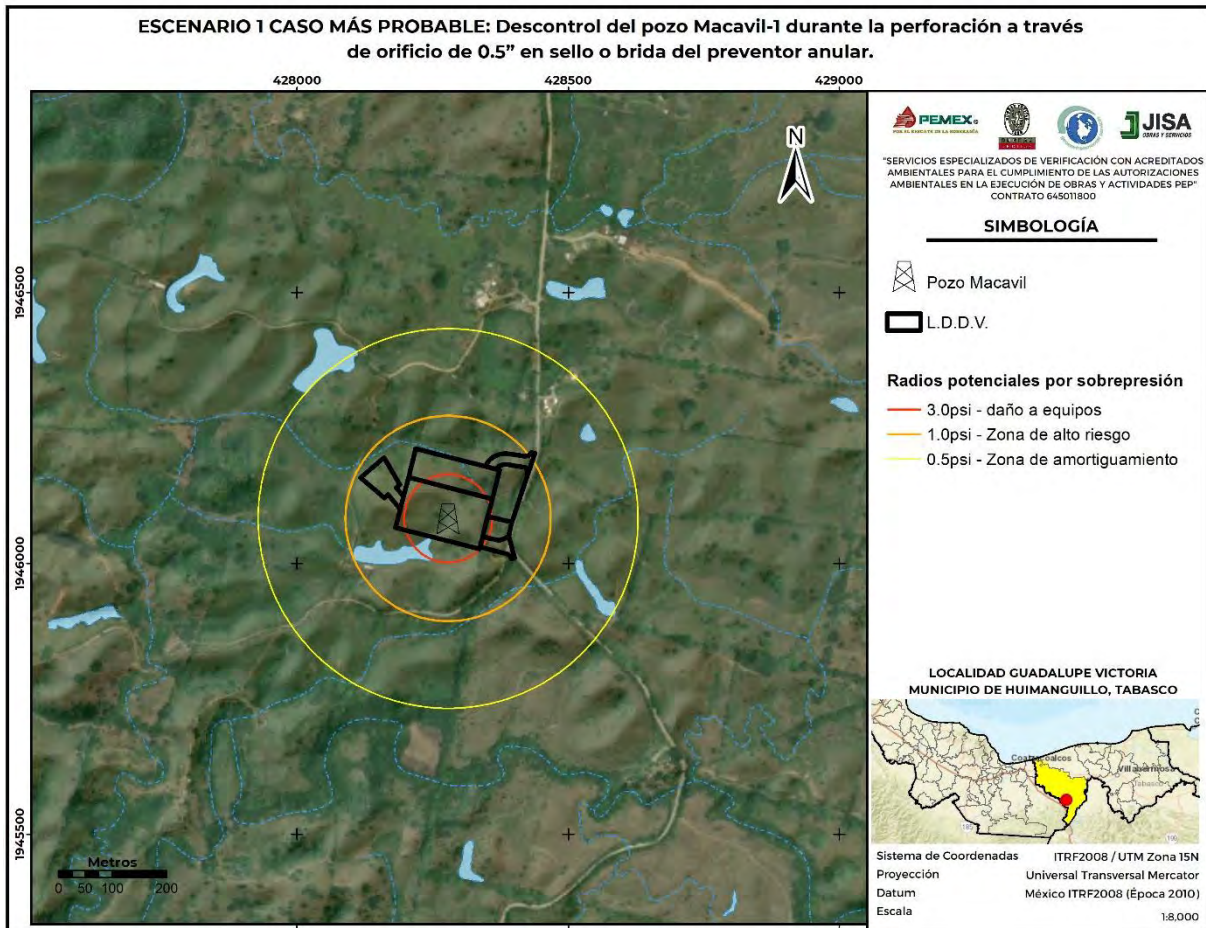
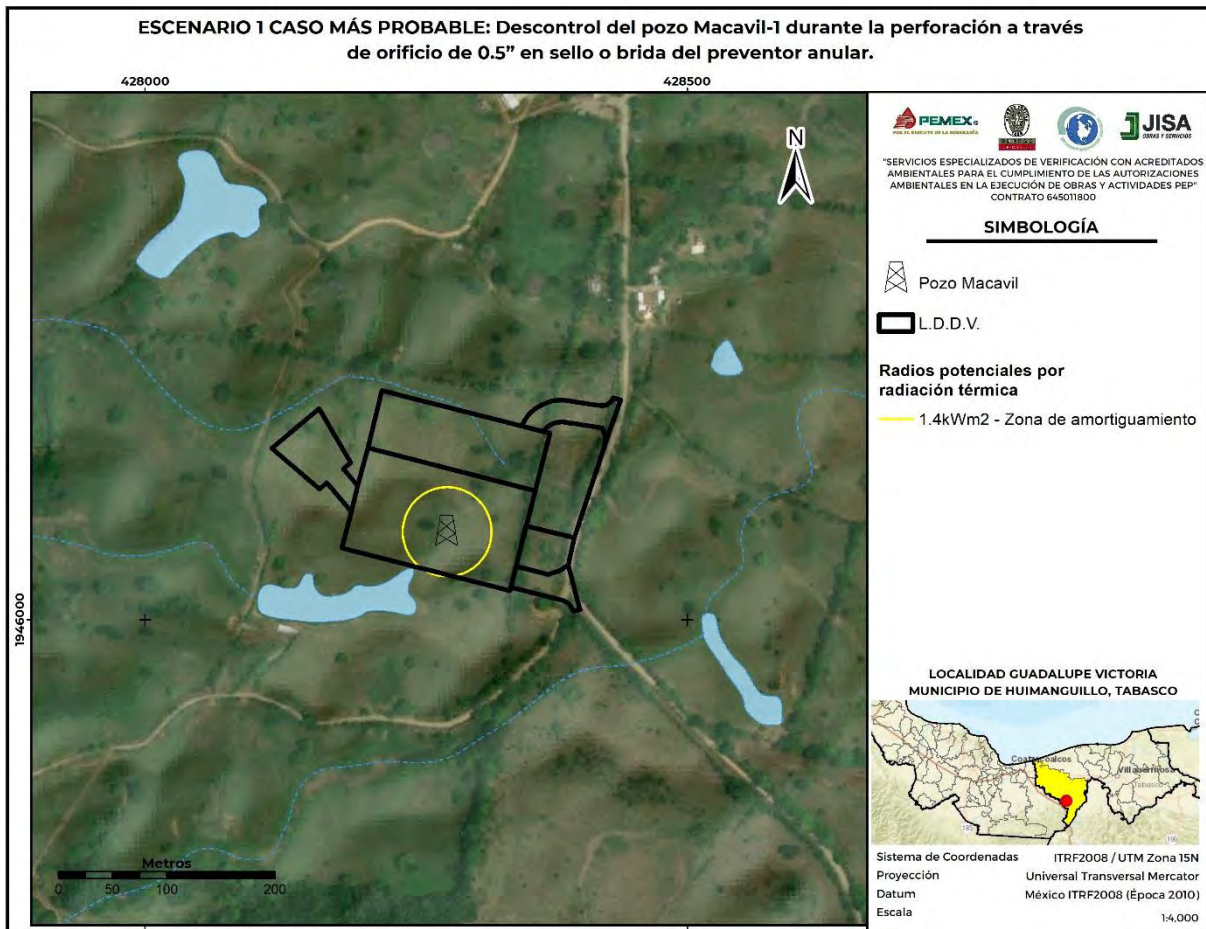


Figura II. 4. El CMP Explosión.

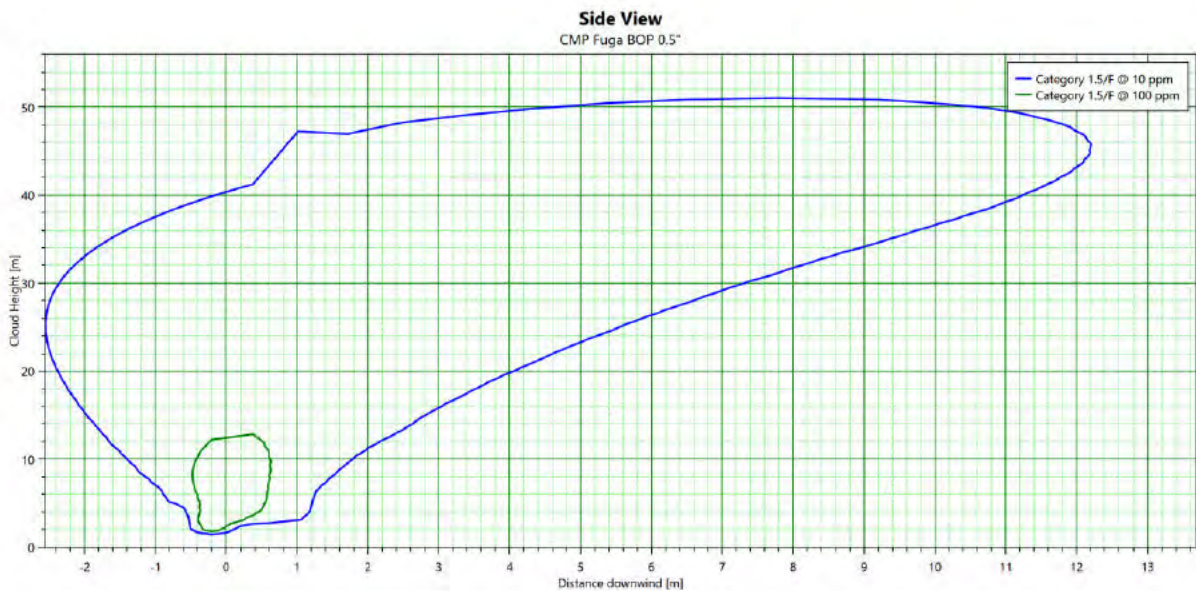
“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura II. 5.** El CMP Incendio.

Al igual que para el escenario del peor caso, en el caso más probable únicamente se presenta la gráfica con la vista lateral de la dispersión de las concentraciones de ambas zonas. Dichos resultados no presentan hojas de resultados con las extensiones de la pluma, sin embargo, en la gráfica se puede determinar su extensión horizontal y vertical. Para este escenario, ambos radios se confinan a la zona del proyecto, donde se esperan los efectos descritos en el párrafo anterior.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”



**Figura II. 6.** El CMP Dispersión tóxica.

#### II.4 Interacciones de riesgo.

Las interacciones de riesgo de los escenarios más probables se describen en la **Tabla II. 7.** En el **Anexo 5** se presentan los mapas con los radios de afectación.

**Tabla II. 7.** Interacciones de riesgo de los escenarios simulados.

No.	Escenario	Zona	Descripción
EI PC	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de la tubería de producción de 3 ½" de diámetro	D.E	<b>Explosión:</b> El radio de afectación por daño a equipos no alcanzó viviendas ni edificaciones, sin embargo, alcanza el camino situado a aproximadamente 115 m al este del pozo. Bajo este umbral, se puede presentar daño en la estructura del pavimento y los automóviles que circulen por esta vía durante la explosión podrían sufrir daños menores. Asimismo, se podrían presentar daños en los equipos de perforación, tales como colapso de paneles, paredes y techos, colapso parcial de paredes y techos de casas, así como daño serio estructura y daños menores a la maquinaria pesada (1.5 toneladas).

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

No.	Escenario	Zona	Descripción
			<b>Incendio:</b> Este umbral, no fue alcanzado durante el incendio.
		A.R.	<b>Explosión:</b> El radio de afectación de la zona de alto riesgo alcanzó a un grupo de viviendas ubicadas a 270 m al noreste del pozo. Bajo este umbral se espera la demolición parcial de casas, pudiendo quedar inhabitables, daño en estructuras de aluminio, acero corrugados, accesorios de sujeción. Asimismo, dicho radio podría afectar los equipos relacionados con la perforación. <b>Incendio:</b> El radio de afectación por daño a equipos no alcanza viviendas ni edificaciones y solo tendría interacción con los equipos de perforación y del pozo. Bajo este umbral, no se esperan daños mayores en dichos equipos, sin embargo, se espera la fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos y la madera podría prender después de una larga exposición.
E2 PC	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de orificio de 0.5" en sello o brida del preventor anular	D.E.	<b>Explosión:</b> El radio de afectación por daño a equipos no alcanzó viviendas ni edificaciones, y únicamente tendría interacción con los equipos de perforación. Bajo este umbral, se podrían presentar daños en los equipos de perforación, tales como colapso de paneles, paredes y techos, colapso parcial de paredes y techos de casas, daño serio estructura y daños menores a la maquinaria pesada (1.5 toneladas). <b>Incendio:</b> Este umbral, no fue alcanzado durante el incendio.
		A.R.	<b>Explosión:</b> El radio de afectación por daño a equipos alcanzó una edificación situada a aproximadamente 170 m al suroeste del pozo. Bajo este umbral, no se esperan daños mayores en dicha edificación, sin embargo, bajo este umbral se espera la demolición parcial de casas, pudiendo quedar inhabitables, daño en estructuras de aluminio, acero corrugados, accesorios de sujeción. Asimismo, dicho radio podría afectar los equipos relacionados con la perforación. <b>Incendio:</b> Este umbral, no fue alcanzado durante el incendio.

## II.5 Efectos sobre el sistema ambiental.

Tabla II. 8. Efectos sobre los componentes abióticos.

Componente ambiental	Efecto sobre el componente	Valoración del impacto
Calidad del aire	<b>Explosión:</b> En caso de un evento de sobrepresión, la onda explosiva se extiende varios cientos de metros sobre la zona,	<b>Reparable</b>

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Componente ambiental	Efecto sobre el componente	Valoración del impacto
	sin embargo, no se espera que tenga efectos importantes sobre la calidad del aire.	
	<p><b>Incendio:</b> En caso de la combustión del de la mezcla de hidrocarburo se liberan una gran cantidad de compuestos que se liberan a la atmósfera, tales como CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, entre otros, todos ellos considerados como gases de efecto invernadero (USEPA, 2021).</p> <p>La liberación de dichos compuestos a la atmosfera podría generar un efecto ecológico adverso reparable al modificar temporalmente la calidad del aire en la zona; sin embargo, los efectos serían temporales y reversibles con el tiempo en función de las condiciones ambientales al momento del escenario (velocidad del viento, temperatura, humedad, entre otros.)</p>	<b>Significativo</b>
	<p><b>Dispersión tóxica:</b> Bajo el escenario de una liberación de H<sub>2</sub>S, el compuesto podría permanecer hasta 1.7 días en la atmósfera, sin embargo, su permanencia dependerá de las condiciones atmosféricas prevalecientes durante la liberación.</p>	<b>Reparable</b>
Geomorfología	<p><b>Explosión:</b> Es probable que la geomorfología de la zona de explosión se vea modificada por la onda de sobrepresión. Entre los principales daños o modificaciones a la geomorfología del sitio de la explosión por la onda explosiva se puede mencionar la formación de socavones o cráteres en la zona de la explosión.</p> <p>Debido a lo anterior, este evento podría considerarse como significativo, debido a que no afecta la dinámica natural del ecosistema, además que la magnitud de los daños dependerá de la magnitud de la fuga y se concentrará en la zona de la explosión.</p>	<b>Significativo</b>
	<p><b>Incendio:</b> Durante un escenario de incendio no se esperan daños a este componente debido a las bajas pendientes y</p>	<b>Ninguno</b>

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Componente ambiental	Efecto sobre el componente	Valoración del impacto
	baja susceptibilidad de la zona a derrumbes (INST; 1991, 2001). Por ello, no se espera que las geoformas predominantes provoquen la formación de fallas o fracturas en el terreno.	
	<b>Dispersión tóxica:</b> No se tendrían impactos a la geomorfología ante un escenario de dispersión tóxica.	<b>Ninguno</b>
Suelo	<b>Explosión:</b> En caso de la materialización de un escenario de explosión en el Pozo Macavil-1, es probable que el suelo de la zona de explosión se vea modificada por la onda de sobrepresión. Entre los principales daños o modificaciones a la estructura por la onda explosiva se puede mencionar la formación de socavones o cráteres en la zona de la explosión, sin embargo, cabe señalar que la magnitud de los daños dependerá de la magnitud de la fuga.	<b>Significativo</b>
	<b>Incendio:</b> Ante un escenario de incendio del pozo Macavil-1, no se espera que los suelos predominantes perezcan afectaciones significativas.	<b>Ninguno</b>
	<b>Dispersión tóxica:</b> Este compuesto puede ser absorbido por el suelo, una vez en el suelo este compuesto puede ser almacenado en su forma elemental. Sin embargo, no se esperan afectaciones mayores debido a la cantidad liberada y a la capacidad de absorción del suelo.	<b>Reparable</b>
Hidrología	<b>Explosión:</b> Durante este escenario no se esperan daños a este componente dado que los radios de afectación no alcanzan los cuerpos de agua artificiales presentes en la zona y no se tendría interacción con los cuerpos de agua subterráneos	<b>Ninguno</b>
	<b>Incendio:</b> Durante este escenario no se esperan daños a este componente dado que los radios de afectación no alcanzan los cuerpos de agua artificiales presentes en la zona.	<b>Ninguno</b>

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Componente ambiental	Efecto sobre el componente	Valoración del impacto
	<p><b>Dispersión tóxica:</b> Durante este escenario el H<sub>2</sub>S podría transportarse hasta cuerpos de agua superficiales cercanos a la zona del pozo, en función de las condiciones atmosféricas prevalecientes al momento de la fuga. Este compuesto podría favorecer la acidificación del medio, sin embargo, no se esperan afectaciones mayores debido a la cantidad liberada y a la capacidad de absorción del agua.</p>	<p><b>Reparable</b></p>

**Catastrófico:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión= que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, Especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010), tipos de vegetación amenazada, entre otros.

**Grave:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

**Significativo:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

**Reparable:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

**Ninguno:** Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

✓ Medio biótico

**Tabla II. 9.** Efectos sobre los componentes bióticos.

Componente ambiental	Efecto sobre el componente	Valoración del impacto
Flora	<b>Explosión:</b> Ante un evento de explosión, se podrían presentar daños a los individuos presentes en la zona debido a la onda de sobrepresión, sin embargo, en la zona se observó un poco diversidad faunística, es decir, escasa presencia de anfibios, reptiles y mamíferos, además de que ninguna de las especies observadas se encuentra presentes en la NOM-059.	<b>Reparable</b>
	<b>Incendio:</b> En caso de un incendio, se tendría efectos dañinos sobre las especies presentes en el área afectada, ya que la cobertura vegetal sería alterada a causa de la radiación térmica. Sin embargo, ninguna de las especies presentes en la zona donde se extienden los radios se encuentra en la NOM-059, además las especies se encuentran como manchones o especies individuales.	<b>Reparable</b>
	<b>Dispersión tóxica:</b> Ante un evento de dispersión tóxica, la zona de amortiguamiento (10 ppm) se extiende sobre los límites del proyecto, sin embargo, bajo esta concentración no se esperan daños a la vegetación. Además, la prevalencia de estas concentraciones de H <sub>2</sub> S dependerá de las condiciones atmosféricas al momento de su liberación.	<b>Reparable</b>
Fauna	<b>Explosión:</b> Ante un evento de explosión, se podrían presentar daños a los individuos presentes en la zona debido a la onda de sobrepresión, sin embargo, en la zona se observó un poco diversidad faunística, es decir, escasa presencia de anfibios, reptiles y mamíferos, además de que ninguna de las especies observadas se encuentra presentes en la NOM-059.	<b>Reparable</b>
	<b>Incendio:</b> Ante un evento de incendio, se podrían presentar daños a los individuos presentes en la zona debido a la radiación térmica, sin embargo, en la zona se observó un poco diversidad faunística , es decir, escasa presencia de anfibios, reptiles y mamíferos, además de	<b>Reparable</b>

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Componente ambiental	Efecto sobre el componente	Valoración del impacto
	que ninguna de las especies observadas se encuentran presentes en la NOM-059.	
	<p><b>Dispersión tóxica:</b> Ante un evento de dispersión tóxica, la zona de amortiguamiento (10 ppm) se extiende sobre los límites del proyecto, sin embargo, bajo esta concentración no se esperan daños a la fauna. Además, la prevalencia de estas concentraciones de H<sub>2</sub>S dependerá de las condiciones atmosféricas al momento de su liberación.</p>	<b>Reparable</b>

**Catastrófico:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión= que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, Especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010), tipos de vegetación amenazada, entre otros.

**Grave:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

**Significativo:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

**Reparable:** Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

**Ninguno:** Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación.



# **ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO CAPÍTULO III**

---

**“Construcción de infraestructura para la  
perforación del Pozo Macavil-1”.**

---

**Mayo, 2022**



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE SEGURIDAD EN MATERIA AMBIENTAL. ....</b>	<b>85</b>
III.1 Recomendaciones técnico-operativas.....	85
III.2 Sistemas de seguridad.....	87
III.3 Medidas preventivas.....	82



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura III. 1.** Izquierda: Detector y monitor de gas H<sub>2</sub>S. Derecha: Detector Msa Altair 2xt 10154073 sensor Dual Co (25 Y 100 Ppm) Y No<sub>2</sub> (2.5 Y 5 Ppm)..... 87



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla III. 1.</b> Recomendaciones técnico-operativas.....	85
--	----

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

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

#### III.1 Recomendaciones técnico-operativas.

A continuación, se presentan las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología ¿Qué pasa sí?, relacionada con la perforación del Pozo Macavil-1

**Tabla III. 1.** Recomendaciones técnico-operativas.

ID ¿Qué pasa sí?	Recomendación técnico-operativa
R1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear la densidad mínima que permita mantener un mínimo de sólidos en el pozo.</li> <li>• Mantener la reología del pozo en óptimas condiciones.</li> <li>• Evitar incrementos fricción en el espacio anular bruscos de presión.</li> <li>• Utilizar caudales de bombeo de lodo óptimos.</li> <li>• Calcular valores de velocidad máxima de introducción de la sarta perforación.</li> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias</li> </ul>
R2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circular el lodo a través del sistema de circulación el tiempo necesario para degasificarlo</li> <li>• Aumentar el gasto de circulación</li> <li>• Alarma/indicador de nivel en presa de lodos</li> <li>• Reducir el ritmo de penetración</li> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias</li> <li>• Verificación redundante de fluido de perforación</li> </ul>
R3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias</li> </ul>
R4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear la densidad mínima que permita mantener un mínimo de sólidos en el pozo.</li> <li>• Utilizar caudales de bombeo de lodo óptimos.</li> <li>• Calcula valores de velocidad máxima de introducción de la sarta perforación.</li> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias</li> </ul>

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

ID ¿Qué pasa sí?	Recomendación técnico-operativa
R5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias</li> </ul>
R6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias</li> </ul>
R7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidores de gasto que midan el volumen bombeado dentro del pozo o el volumen desplazado</li> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias</li> </ul>
R8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación redundante de geometría del pozo</li> </ul>
R9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación redundante de fluido de perforación</li> </ul>
R10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin recomendaciones</li> </ul>
R11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar los equipos que se introducirán al agujero</li> <li>• Mantener el agujero tapado entre operaciones para evitar la caída de equipos al pozo</li> <li>• Verificar los tiempos de fraguado del cemento</li> </ul>
R12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin recomendaciones</li> </ul>
R13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin recomendaciones</li> </ul>
R14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencia</li> </ul>
R15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin recomendaciones</li> </ul>
R16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear la densidad mínima que permita mantener un mínimo de sólidos en el pozo.</li> <li>• Mantener la reología del pozo en óptimas condiciones.</li> <li>• Evitar incrementos fricción en el espacio anular bruscos de presión.</li> <li>• Utilizar caudales de bombeo de lodo óptimos.</li> <li>• Calcula valores de velocidad máxima de introducción de la sarta perforación.</li> <li>• Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias</li> <li>• Circular el lodo a través del sistema de circulación el tiempo necesario para degasificarlo</li> <li>• Aumentar el gasto de circulación</li> <li>• Alarma/indicador de nivel en presa de lodos</li> <li>• Reducir el ritmo de penetración</li> <li>• Verificación redundante de fluido de perforación</li> </ul>

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

ID ¿Qué pasa sí?	Recomendación técnico-operativa
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidores de gasto que midan el volumen bombeado dentro del pozo o el volumen desplazado</li> </ul>

### III.2 Sistemas de seguridad.

- Sistema contra incendios: todos los equipos de perforación contarán con extintores portátiles y lo descrito en la sección I.1.4. Equipos a prueba de explosión
- Equipos de respiración autónoma: se contarán con unidades de respiración autosuficiente con arnés
- Sistema de preventores: este sistema proveerá el medio para cerrar el pozo y poder circular el fluido fuera de la formación
- Sistemas de detección: detectores de gases y vapores (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)



**Figura III. 1.** Izquierda: Detector y monitor de gas H2S. Derecha: Detector Msa Altair 2xt 10154073 sensor Dual Co (25 Y 100 Ppm) Y No2 (2.5 Y 5 Ppm).



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

- Sistema de alarma: se contará con alarmas visuales y sonoras que estarán conectadas a los sistemas de detección
- Sistema de detección de brotes:
- Equipos para la detección de brotes: se contarán con indicadores de nivel en presas con alarmas, tanque de viajes, equipo de detección de gas en lodo, manómetros de presión
- Sistemas de alivio: se contarán con válvulas de alivio para la liberación de presión, dichas válvulas contarán con sensores de presión
- Sistema de Paro de Emergencia:

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

### **III.3 Medidas preventivas.**

- Mantenimiento preventivo y revisiones de seguridad
- Programación de mantenimiento preventivo
- Procedimiento para el manejo de material peligroso
- Listas de verificación a equipos
- Permisos de trabajo
- Programa de capacitación al personal encargado de la perforación
- Simulacros
- Planes de contingencia
- Plan de Respuesta a Emergencia
- Procedimientos de perforación
- Procedimiento de control de pozo
- Procedimiento para problemas durante la perforación
- Procedimiento para el atrapamiento de la tubería
- Procedimiento de cementación
- Procedimiento de lodo de perforación
- Programa del pozo
- Certificación de los equipos
- Caracterización de la formación
- Hojas de trabajo de perforación
- Supervisión de fluidos de perforación y condiciones del yacimiento
- Programa de inspecciones
- Programa de auditorías
- Pruebas de integridad a la formación
- Monitoreo de viajes y de la presa de lodos
- Sistema de circulación del pozo por medio de un degasificador
- Reuniones de operación
- Planificación y diseño de la sarta de perforación, barrenas
- Tanque de viajes
- Monitoreo del sistema de cementación
- Procedimiento de limpieza de recortes



# **ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO CAPÍTULO IV**

---

**“Construcción de infraestructura para la  
perforación del Pozo Macavil-1”.**

---

**Mayo, 2022**



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL...93

IV.1	Informe técnico.....	96
IV.1.1	Sustancias involucradas.....	96
IV.1.2	Antecedentes de accidentes e incidentes.....	97
IV.1.3	Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.....	99
IV.1.4	Estimación de consecuencias y criterios utilizados.....	100





“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura IV. 1.** Emergencias notificadas en 2020. Distribución por causante..... 97



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla IV. 1.</b> Resumen de los radios de afectación de los escenarios modelados para el Pozo Macavil-1.....	94
<b>Tabla IV. 2.</b> Historial de accidentes e incidentes en pozos. ....	98

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

El proyecto de **“Construcción de infraestructura para la perforación del Pozo Macavil-1”** en el Ejido Guadalupe Victoria, Huimanguillo, en el estado de Tabasco pretende llevar a cabo la construcción del camino de acceso, pera (plataforma de perforación), camino intermedio a la presa de quema, presa de quema, área de cabezal, trampa de área de logística y perforación del Pozo Macavil-1.

La perforación del pozo exploratorio Macavil-1 está programada para iniciar el 15 de noviembre del 2022 y terminar el 24 de abril del 2023. Se realizará a través de 5 etapas utilizando un equipo de perforación de 3,000 hp de capacidad, a fin de alcanzar el objetivo en el subsuelo a 7,200 md, con ayuda de fluidos de perforación base agua y base sintética. Asimismo, se llevarán a cabo diferentes tipos de muestreo a lo largo del pozo, tales como muestreo de canal, de fluidos, registro de hidrocarburos y pruebas de producción.

Debido a la composición del hidrocarburo del Pozo Macavil-1 que se manejará en el Proyecto, 7 de sus componentes se encuentran en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, y debido a la tasa de liberación del pozo (15 bpd y 0.239 MMpcd) aplica la elaboración de un Estudio de Riesgo Ambiental.

Para la identificación de peligros se llevó a cabo la metodología ¿Qué pasa sí? a partir de la cual se identificaron 15 desviaciones que fueron vinculadas a una última desviación que se calificó con un nivel de riesgo B.

No.	¿Qué pasa sí?	Consecuencias	F	SEVERIDAD				NR
				P	Po	A	I	
R16	Descontrol de pozo Macavil-1	1. Formación de nube tóxica 2. Dardo de fuego 3. Explosión	2	6	3	3	3	B

Dicha desviación arrojó dos escenarios de simulación

- **EI PC:** Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de la tubería de producción de 3 ½" de diámetro
- **EI CMP:** Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de orificio de 0.5" en sello o brida del preventor anular

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

De cada escenario se realizó la modelación de un escenario de dardo de fuego, explosión y dispersión tóxica, el resumen de los radios se presenta en la **Tabla IV. 1**.

**Tabla IV. 1.** Resumen de los radios de afectación de los escenarios modelados para el Pozo Macavil-1.

ID	Escenario	Explosión				Incendio (m)			Toxicidad (m)		
		Z.A.	Z.A.R.	D.E.	D.E.	Z.A.	Z.A.R.	D.E.	D.E.	Z.A. (TLV)	Z.A.R. (IDLH)
E1 CMP	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de la tubería de producción de 3 ½" de diámetro	623	336.7	144.3	100.3	29.5	NA	39	1.6	623	336.7
E2 PC	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de orificio de 0.5" en sello o brida del preventor anular	350.5	189.4	81.2	42.7	NA	NA	13	0.6	350.5	189.4

A partir de los resultados de los radios de afectación se llevó a cabo la evaluación de las interacciones de riesgo de los radios de alto riesgo y daños equipos, para el peor caso y caso más probable, en ambos casos, los escenarios de la zona de alto riesgo tendrían interacción con las instalaciones del proyecto, mientras que las zonas de alto riesgo podrían alcanzar algunas viviendas y caminos adyacentes a la zona del accidente. También se identificaron los impactos a los receptores ambientales los valores obtenidos fueron Ninguno, Reparable y Significativo, ya que en ninguno momento se afectaría la dinámica de los ecosistemas ante un escenario de incendio, explosión y dispersión tóxica.

Con base en la evaluación realizada en el presente estudio y de acuerdo con la caracterización del sitio, la zona del Proyecto no recae dentro de zonas susceptibles a deslizamientos, derrumbes o hundimientos, por lo que este tipo de fenómenos no representan peligro para la región. Asimismo, la zona no presenta riesgo por maremotos o tsunamis y tormentas eléctricas. De acuerdo con la regionalización sísmica, el Proyecto yace mayormente sobre la zona sísmica tipo "B", el cual indica que existe frecuencia baja de sismos con sus intensidades que no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad. Debido a la naturaleza del Proyecto, el nivel



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

de riesgo general del Proyecto es B o Indeseable, sin embargo, el Proyecto contará con las medidas de seguridad y preventivas necesarias para prevenir la manifestación de un escenario de riesgo, asimismo, contará con las medidas y procedimientos de atención en caso de emergencia.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## IV.1 Informe técnico.

### IV.1.1 Sustancias involucradas

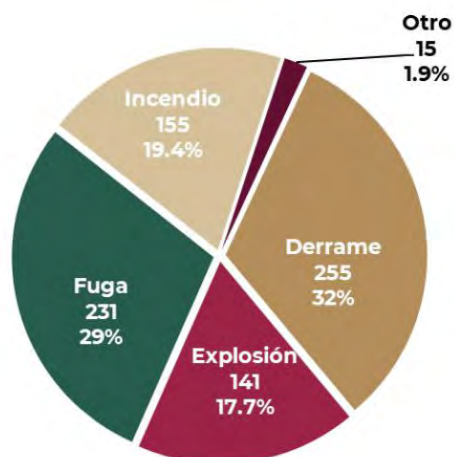
Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)	Diámetro de la tubería (")	Presión de operación (psi)	Descripción de la trayectoria
Crudo del pozo Macavil-1	8002-05-9 (crudo) 68476-34-6 (gas)	0.865 (crudo) 0.7503 (gas)	160 °C	3 ½"	8,534.01	Desde el yacimiento hasta la superficie pasando por el cabezal hasta llegar al preventor de reventones (BOP)

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

#### IV.1.2 Antecedentes de accidentes e incidentes

De acuerdo con la PROFEPA a través del Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (COATEA), en 2020 se recibieron 797 notificaciones sobre la ocurrencia de emergencias ambientales en las que se involucran sustancias químicas, de las cuales 255 fueron provocadas por derrames de hidrocarburos y otras sustancias químicas, 141 por explosiones, 231 por fugas, 155 por incendios en las instalaciones y 15 por otras causas (**Figura IV. 1**).

En el periodo 2013 al 2017 se registraron 5,743 eventos donde se involucran propiedades físicas y químicas, reactividad, toxicidad, provocadas por derrames de hidrocarburos y otras sustancias, así como explosiones, fugas, incendios en las instalaciones y otras causas, con repercusiones a la salud o al ambiente.



**Figura IV. 1.** Emergencias notificadas en 2020. Distribución por causante.

A continuación, en la **Tabla IV. 2** se presenta una descripción de los principales incidentes y accidentes en instalaciones similares a las cuales se realiza el presente estudio de riesgo ambiental.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

**Tabla IV. 2.** Historial de accidentes e incidentes en pozos.

Fecha (Año)	Evento	Causas	Sustancias Involucradas /tipo de hidrocarburo)	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
1958	Brote o reventón del Pozo Sarlat	Hundimiento de la torre de perforación en una caverna	Gas y aceite	Incendio y explosión	Aplicación del Plan general de emergencias en pozos
1962	Brote o explosión del pozo Hormiguero No. 2	Derrumbamiento de la torre de perforación	Gas y aceite	Incendio	Aplicación del Plan general de emergencias en pozos
1980	Brote o reventón en el pozo Níspero No.90	Falla en el sistema de presión	Gas y aceite	Incendio y explosión	Aplicación del Plan general de emergencias en pozos
1980	Brote o reventón en el pozo Agave	Falla en el sistema de presión	Gas y aceite	Incendio y explosión	Aplicación del Plan general de emergencias en pozos
1980	Brote o reventón en el pozo Puerto Ceiba No. 113 y 121	Falla en el sistema de presión	Gas y aceite	Incendio y explosión	Aplicación del Plan general de emergencias en pozos
2000	Brote o reventón en el pozo Lotatal No.1	Probable falla en el sistema de inyección de lodos	Aceite	Derrame	Aplicación del Plan general de emergencias en pozos
2002	Brote o reventón en el pozo Samaria No. 75	Falla en el sistema de bombeo de fluidos por error humano	Gas	Sin consecuencias	Aplicación del Plan general de emergencias en pozos

Cabe mencionar que el mayor porcentaje de los eventos ocurridos en instalaciones de es causado por daños por terceros, y solamente un porcentaje muy pequeño por fallas de integridad debido a los controles de calidad y seguridad empleados.

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

#### IV.1.3 Identificación y jerarquización de riesgos ambientales

No. De evento	Evento	Accidente hipotético					Metodología para la identificación	Componente ambiental afectado
		Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Equipos		
EI PC	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de la tubería de producción de 3 ½" de diámetro	X	X	X	X	Tubería de producción	¿Qué pasa sí?	Aire, Vegetación Agua Suelo
EI CMP	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de orificio de 0.5" en sello o brida del preventor anular	X	X	X	X	Preventor de reventones (BOP)	¿Qué pasa sí?	Aire, Vegetación Agua Suelo

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

#### IV.1.4 Estimación de consecuencias y criterios utilizados

Condiciones atmosféricas y tiempo de liberación						Umbrales de SEMARNAT										
Velocidad del viento	1.5 m/s	Humedad relativa	75%	Incendio (kW/m <sup>2</sup> )			Explosión (psi)			Toxicidad (ppm)						
		Est. de Pasquill	F	Z.A.	A.R.	D.E.	Z.A.	A.R.	D.E.	Z.A.	A.R.					
Temperatura ambiente	28 °C	Tiempo de liberación	Incendio: 600 s Explosión: 30 s	1.4	5	12.5	0.5	1	3	10	100					
Escenarios y características y efectos						Radios de afectación (m)										
No.	Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa	Z.A.	Z.A.R.	D.E.	
		M	C	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N					
EI PC	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la perforación a través de la tubería de producción de 3 ½" de diámetro		X	Incendio: 34,800 Explosión: 1,770	Kg	Gas/líquido			X				PHAST	I: 100.3 E: 623 T: 39	I: 29.5 E: 336.7 T: 1.6	I: NA E: 144.3 T: No aplica
EI CMP	Descontrol del pozo Macavil-1 durante la	X		Incendio: 6,303.84 Explosión: 315.192	kg	Gas/líquido			X				PHAST	I: 42.7 E: 350.5 T: 1.3	I: NA E: 189.4 T: 0.6	I: NA E: 81.2 T: No aplica

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

Condiciones atmosféricas y tiempo de liberación						Umbral de SEMARNAT										
Velocidad del viento	1.5 m/s	Humedad relativa	75%	Incendio (kW/m <sup>2</sup> )			Explosión (psi)			Toxicidad (ppm)						
		Est. de Pasquill	F	Z.A.	A.R.	D.E.	Z.A.	A.R.	D.E.	Z.A.	A.R.					
Temperatura ambiente	28 °C	Tiempo de liberación	Incendio: 600 s Explosión: 30 s	1.4	5	12.5	0.5	1	3	10	100					
Escenarios y características y efectos						Radios de afectación (m)										
No.	Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa	Z.A.	Z.A.R.	D.E.	
		M	C	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N					
	perforación a través de orificio de 0.5" en sello o brida del preventor anular															

Z.A.: Zona de amortiguamiento. Z.A.R. Zona de Alto Riesgo. D.E. Zona de Daño a Equipos. I Incendio. E: Explosión. T: dispersión tóxica. NA: No alcanzado.



# **ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO CAPÍTULO V**

---

**“Construcción de infraestructura para la  
perforación del Pozo Macavil-1”.**

---

**Mayo, 2022**



“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### **IV. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL..... 103**

IV.1 ANEXO 1: Hoja de datos de Seguridad del Crudo Tipo .....	103
IV.2 ANEXO 2: Minuta y lista de asistencia de la reunión del grupo multidisciplinario para la elaboración del ¿Qué pasa sí? .....	103
IV.3 ANEXO 3: Hojas de trabajo de la metodología ¿Qué pasa sí? y jerarquización	103
IV.4 ANEXO 4: Hojas de resultados del modelo PHAST .....	103
IV.5 ANEXO 5: Mapas de los radios de afectación de los escenarios .....	103

“Construcción de camino de acceso, localización y presa de quema del pozo exploratorio Macavil-1”

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

**V.1 ANEXO 1: Hoja de datos de Seguridad del Crudo Tipo**

**V.2 ANEXO 2: Minuta y lista de asistencia de la reunión del grupo multidisciplinario para la elaboración del ¿Qué pasa sí?**

**V.3 ANEXO 3: Hojas de trabajo de la metodología ¿Qué pasa sí? y jerarquización**

**V.4 ANEXO 4: Hojas de resultados del modelo PHAST**

**V.5 ANEXO 5: Mapas de los radios de afectación de los escenarios**