

ESTUDIO DE RIESGO

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

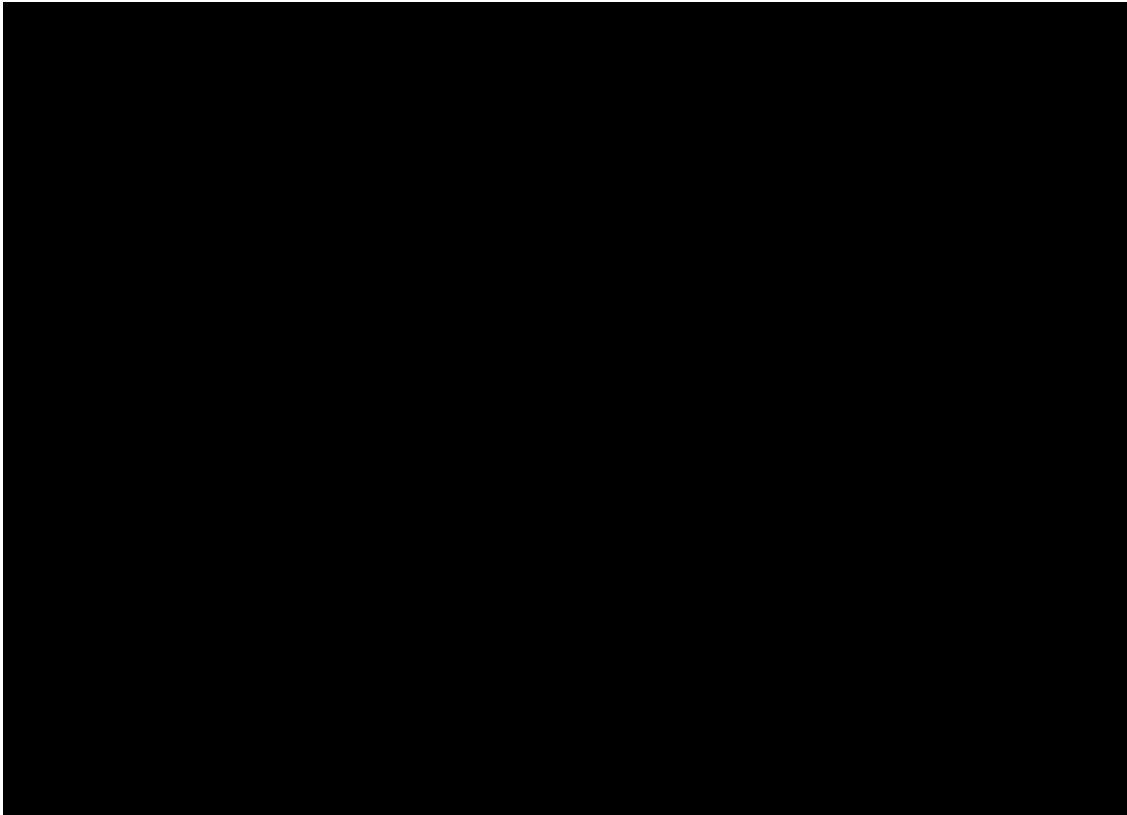
Resumen ejecutivo

PROYECTO: TERMINAL DE GAS NATURAL LOS CABOS

PROMOVENTE: NFE PACIFICO LAP, S. DE R.L. DE C.V.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



AGOSTO DE 2021

Contenido

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	1
2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS NATURALES Y EFECTOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS	1
3. INSTALACIONES	5
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	6
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN	7
6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	9
7. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL	13
8. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	14
9. SISTEMAS DE SEGURIDAD	15
10. MEDIDAS PREVENTIVAS	16
11. CONCLUSIONES	17
12. INFORME TÉCNICO	19

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

NOMBRE DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

NFE Pacífico LAP, S. de R. L. de C. V., ha celebrado un contrato de promesa de compraventa de un predio de 15,000 m² con sus legítimos propietarios [REDACTED] donde pretende desarrollar las obras y actividades del proyecto denominado Terminal de Regasificación de Gas Natural Los Cabos. El predio se localiza al sur de la Central Turbogas Los Cabos (CFE). El proyecto consiste en la recepción de gas natural licuado, mediante ISO contenedores; los cuales serán transportados en plataformas con un tractocamión al sitio del proyecto, en donde serán descargados a un sistema de regasificación, para ser enviado a la planta Central Turbogas Los Cabos(CFE). Las instalaciones del proyecto tienen la finalidad de regasificar el gas natural licuado y provisionarlo a la Central Turbogas Los Cabos (CFE).

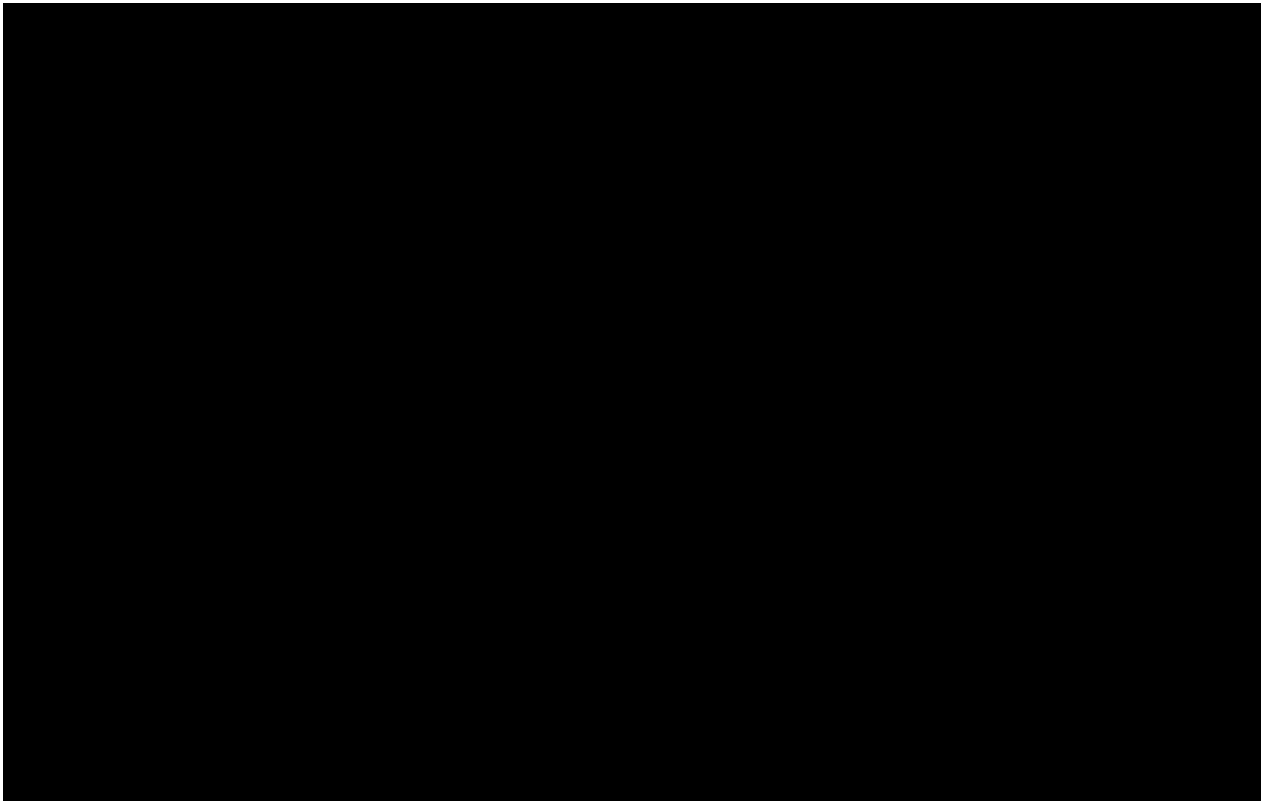
La logística de operación plantea la construcción de las instalaciones para recibir los camiones con los ISO contenedores, la descarga del gas directamente del ISO contenedor al sistema de transición y la salida directa a la Central Turbogas Los Cabos (CFE).

2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO Y SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS NATURALES Y EFECTOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

El sitio de proyecto UNIDAD DE REGASIFICACIÓN DE GAS NATURAL LOS CABOS se ubicará en un predio que se localiza aproximadamente [REDACTED]

[REDACTED] La localización del proyecto se muestra en la Figura 1.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Los vértices del predio se presentan en la Figura 2.

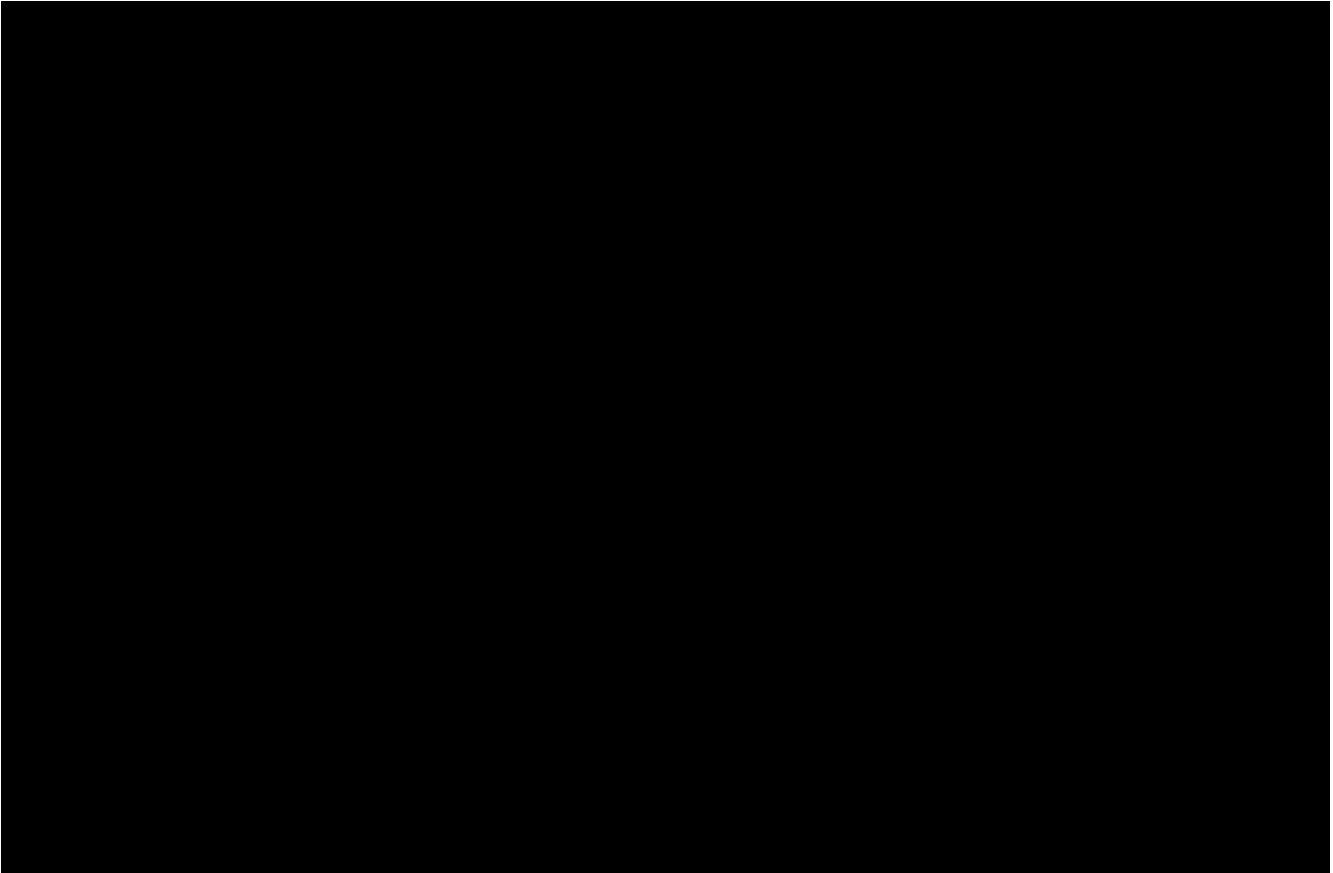


Figura 2.- Plano topográfico del sitio de proyecto.

A continuación, se describen las características del sitio, así como su susceptibilidad a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

⊕ Terremotos o sismicidad

La Figura 3 siguiente, muestra la ubicación del sitio de proyecto con respecto a la reionalización sísmica de la República Mexicana, en la que podemos observar que la Central Los Cabos se ubicará en la zona B de intensidad sísmica intermedia.

⊕ Huracanes

En la Figura 4 se muestran las diversas trayectorias de los huracanes que se han formado en el Océano Pacífico y próximos al municipio de Los Cabos, BCS. En el área de proyecto se observa que a una distancia aproximada de 720 m al sur, paso la tormenta LOWELL, el día 11 de septiembre de 2008 a las 04:00 a.m., con categoría depresión tropical y vientos de hasta 65 km/h. También se observa que a unos 1,000 m al suroeste del sitio, paso el huracán Greg el día 7 de septiembre de 1999 a las 09:00 p.m. con categoría 1 y vientos de hasta 120 km/h.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

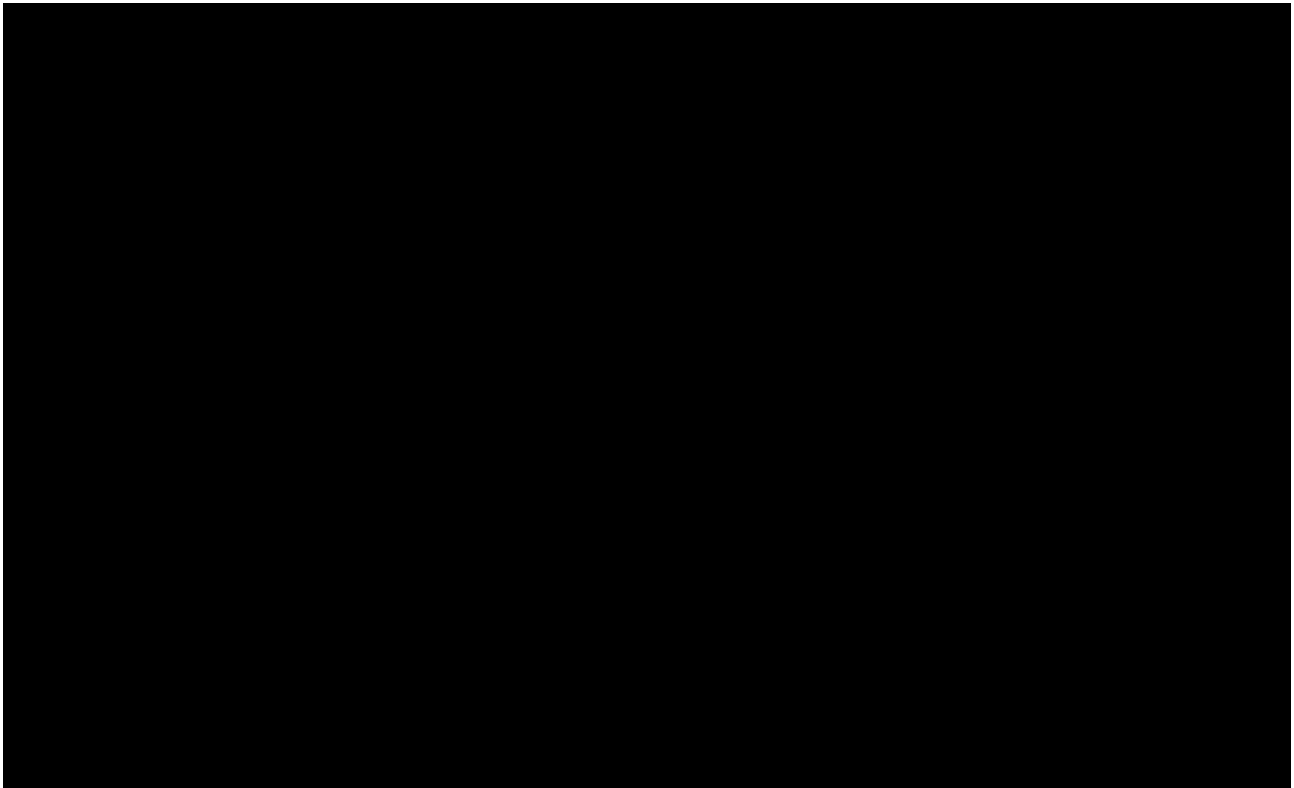


Figura 4. Trayectoria de Ciclones Tropicales.

⊕ Vulcanismo

De acuerdo con la Figura 5 siguiente, en el sitio del proyecto no existe actividad volcánica.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LETAIP

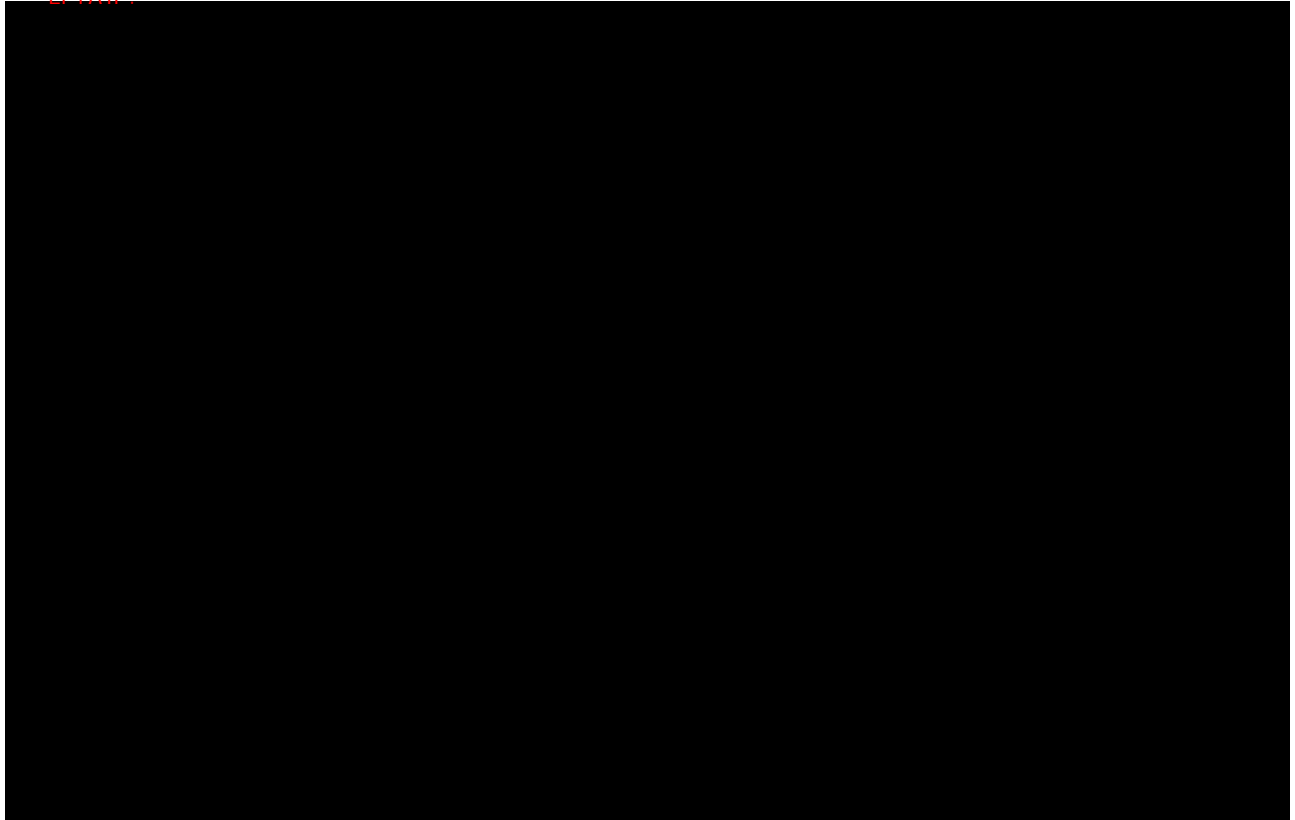


Figura 5. Ubicación de volcanes activos, inactivos y durmientes.

⊕ Fallas y fracturas geológicas

De acuerdo con la carta geológica San José del Cabo F-12-2-3-5-6 (INEGI, 1987) Esc. 1:250 000, en un radio de 3 km no existe o fractura alguna.

La Figura 6 siguiente muestra las fallas y fracturas geológicas próximas al sitio de proyecto.

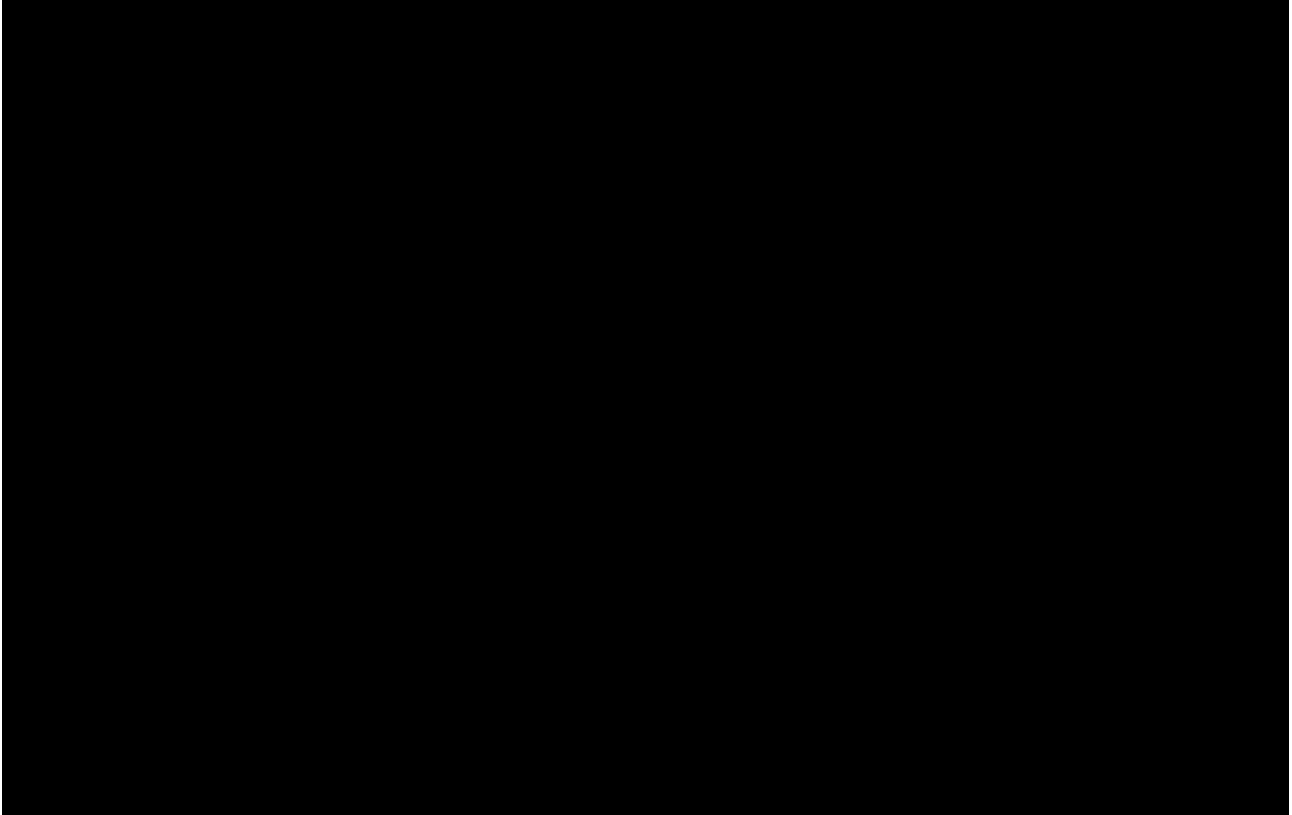


Figura 6. Fallas y fracturas geológicas en las proximidades del sitio de proyecto.

3. INSTALACIONES

Las instalaciones principales con que contará la Terminal de Gas Natural Los Cabos son las siguientes:

Regasificación:

- ⊕ Iso tanque
- ⊕ Patín de bahía de descarga
- ⊕ Patín de bombeo de descarga de balance
- ⊕ Tanque regulador
- ⊕ Bombas de alta presión
- ⊕ Vaporizadores
- ⊕ Manguera flexible

Terminal de Gas Natural Los Cabos además contará con un edificio para el cuarto de control y otro más para taller de mantenimiento.

La Figura 7 muestran las instalaciones en el arreglo general de la planta.

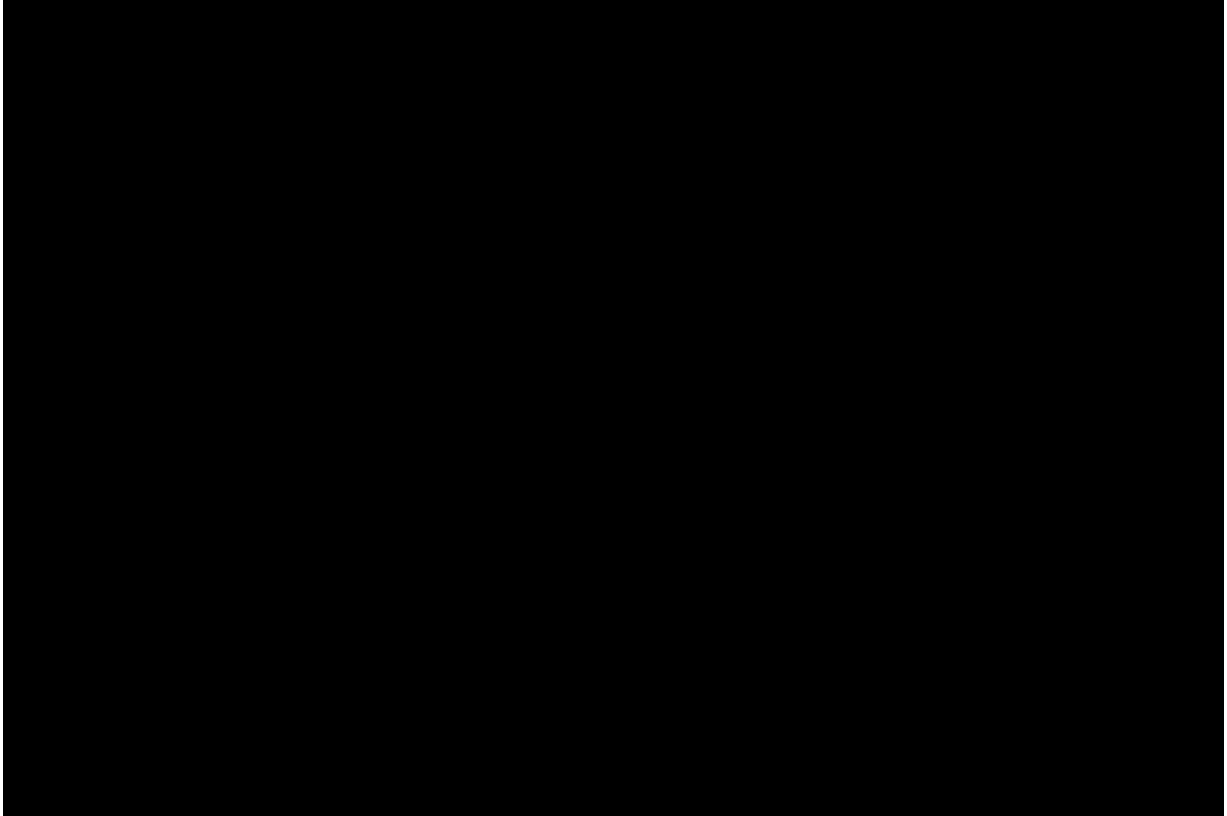


Figura 7.- Arreglo general de la planta.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Recepción de ISO tanques

Se destinará una fracción del predio para ser utilizado como patio de recepción de ISO contenedores con Gas Natural, provenientes del Puerto de Pichilingue, municipio de La Paz, BCS.

Una vez que ingresó el camión, se deben realizar las maniobras necesarias para estacionar el ISO contenedor en posición y cercano al Patín de Bombeo, en donde se descargará el gas del contenedor a un Tanque Regulador también denominado Tanque buffer.

Una vez descargado el Gas, el tracto-camión retirará el tanque para abandonar las instalaciones y dirigirse de nuevo, al sitio de abastecimiento.

Regasificación

El tren de regasificación de alta presión es un grupo de componentes diseñados y construidos para proporcionar una presurización (bombeo) y vaporización (calentamiento) de GNL para ser transformado de su estado transportable líquido y de baja presión, a vapor (gas) y en estado de alta presión necesario para ser utilizado como una fuente de combustible para la generación de energía (ver figura 8).

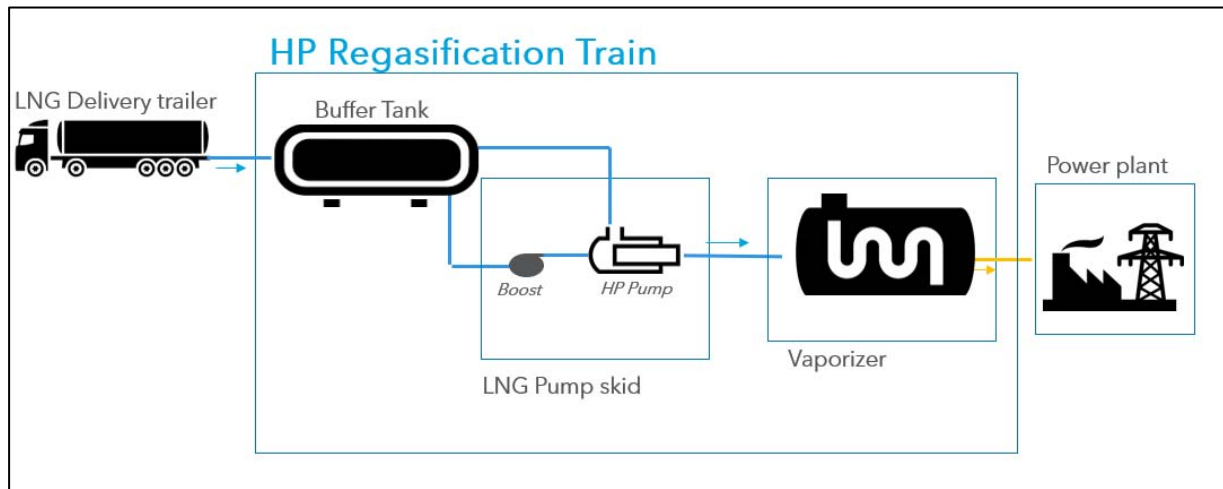


Figura 8.- Tren de regasificación.

El equipo se compone de tres partes principales que funcionan en conjunto como una sola unidad y son supervisadas por un sistema de control central.

Todo el sistema se compone de varios lazos de control independientes que se supervisan mediante un sistema de control de procesos centralizado. Como parte integral del sistema de seguridad (SIS por sus siglas en inglés), las condiciones de alarma y emergencia se propagan a través del sistema para llevar toda la instalación a una condición de parada segura o paro de emergencia (ESD por sus siglas en inglés).

5. CONDICIONES DE OPERACIÓN

La operación en la descarga de los isotanques y a la salida de los vaporizadores debe obedecer a las siguientes condiciones (tabla 1).

Tabla 1. Condiciones de operación.

Parámetro	Isotanques	Vaporizadores
Presión (barg)	1.034	39.98
Temperatura (°C)	-162	15.5
Flujo (kg/hr)	21,272.86	20,655.63

El estado físico del gas natural es líquido desde su llegada a la terminal hasta su ingreso a los vaporizadores, donde por calentamiento cambia a estado gaseoso.

Cuarto de control

La Terminal de Gas Natural Los Cabos contará con un sistema de control integrado con estaciones de trabajo de ingeniería en el cuarto de control general.

El sistema consistirá en Controladores lógicos programables integrados para llevar a cabo el control y monitoreo de los sistemas de generador, equipos auxiliares y balance de planta.

Cada una de estas estaciones de trabajo de ingeniería cuenta con monitores LCD duales de 600 mm de ancho. Se proporcionarán sistemas de control de equipos autónomos para el tratamiento de agua y el sistema de aire comprimido con estado y alarmas que interactúan con el sistema de control PLC.

La figura 9 presenta un esquema del cuarto de control.

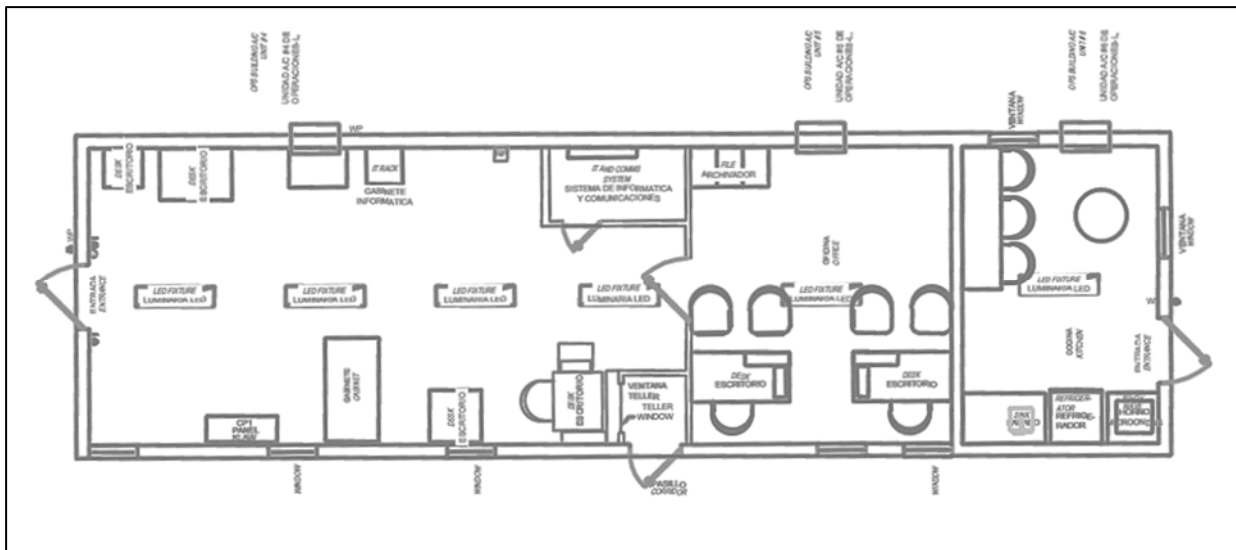


Figura 9.- Cuarto de control.

Sistemas de aislamiento

En todas las etapas del proceso, es prioritario y clave mantener una condición de presión segura, los medios para aliviar los aumentos de presión (considerados una condición de peligro) pueden presentarse en cualquier punto, donde la presión es susceptible de aumentar ya sea por condiciones normales o anormales. Los componentes de alivio de presión se dividen en dos grupos principales: sistemas de alivio de presión principales, normalmente instalados en procesos grandes o contenedores presurizados; y pequeñas válvulas de alivio de presión térmica, instaladas en cualquier punto donde el gas pueda quedar atrapado y presurizado a medida que gana calor.

Una vez que se abre una válvula de alivio de presión, todos los gases resultantes se dirigen a la atmósfera de manera segura lejos de los operadores y la maquinaria.

Existen dispositivos de alivio de presión autónomos (que se pueden volver a cerrar, están montados en resortes) ubicados en espacio donde circula o se genera vapor para garantizar que los tanques de GNL no lleguen a presurizar más allá del 120% de su presión de trabajo máxima permitida (MAWP)

El Tanque Buffer – debe cumplir con las siguientes especificaciones de la válvula de alivio principal:

- ⊕ Uno o más sistemas de válvulas de alivio primarias
- ⊕ Sistemas de válvulas de alivio de presión secundarias (de respaldo)
- ⊕ Cada uno capaz de fluir lo suficiente para evitar que el tanque supere el 120% del MAWP, con su clasificación y capacidad verificadas y marcadas por el fabricante de acuerdo con CGA S-1.2
- ⊕ Fabricante: Herose
- ⊕ Número de pieza: 06425.2312.6000

La válvula de alivio principal de salida del vaporizador:

- ⊕ Cumple con NFPA 59A, 150% de capacidad de alivio del tamaño del vaporizador
- ⊕ Fabricante: Leser
- ⊕ Número de pieza: Tipo 441, 4 "x 6" ajustado a 700 PSIG

Las válvulas de alivio térmico, son dispositivos que se pueden instalar en cualquier sección de la tubería donde el GNL o el gas natural frío puedan quedar atrapados, generando calor y expandiéndose, provocando una sobrepresurización de la línea por encima de su presión de funcionamiento. A diferencia de las válvulas de alivio principales, la tasa de flujo requerida en estas válvulas es mínima ya que la cantidad de fluido a liberar es por lo regular baja.

Las válvulas de alivio de baja presión (clase ANSI 150 #) son:

- ⊕ Fabricante: Generant
- ⊕ Modelo: serie criogénica CRV, fijada a 275 PSIG

Las válvulas de alivio de alta presión (clase ANSI 300 #) son:

- ⊕ Fabricante: Generant
- ⊕ Modelo: serie criogénica CRV, fijada a 700 PSIG

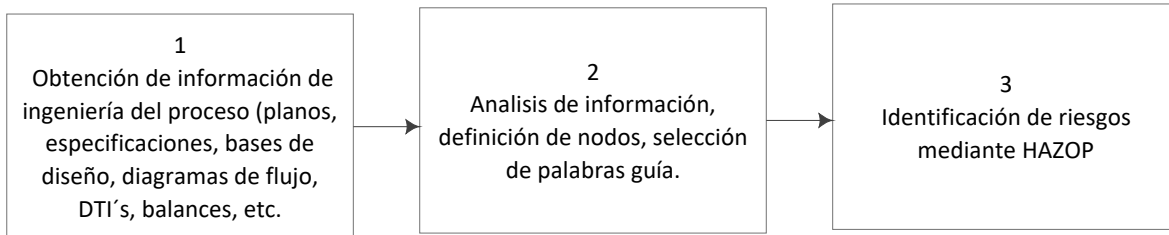
6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Los sistemas de generación de energía eléctrica por ciclo simple presentan un alto nivel de seguridad operacional, así como de rendimiento.

Identificación de riesgos

Los sitios o puntos de riesgo en cualquier instalación, se refieren a aquellas áreas de proceso, almacenamiento y/o transporte que puedan generar un efecto adverso que tenga consecuencias sobre la integridad de las personas, al medio ambiente o a las instalaciones. El riesgo puede ser originado por emisiones y fugas de sustancias, incendios o explosiones.

El objeto fundamental de la identificación de riesgos es analizar e identificar desviaciones en cada una de las etapas donde se maneja sustancias peligrosas, que puedan dar origen a un evento de riesgo, esta identificación se realizó de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma IEC 61882(2016). Hazard and operability studies (HAZOP studies), en tres etapas:



El análisis HAZOP permite identificar riesgos inductivamente sobre la base de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables o condiciones del proceso con respecto de los sus parámetros normales de diseño y en la operación. Mediante el análisis sistemático de las causas y las consecuencias de las desviaciones de las variables de proceso, se identifican las desviaciones a través de “palabras guía”. Las palabras guía se aplican a las variables del sistema de acuerdo con la intención de diseño para el nodo en estudio, con el fin de identificar y evaluar las posibles desviaciones respecto de la operación de la instalación. Para cada nodo se plantean sistemáticamente las desviaciones de las variables de proceso aplicando a cada variable una palabra guía.

Selección de nodos

Para seleccionar los nodos se partió puntos del proceso en los cuales se produce una variación significativa de alguna de las variables o condiciones del proceso, con respecto de la etapa precedente o de alguna otra. En función de la descripción detallada del proceso y sus características, fueron seleccionados los nodos que se relacionan en la Tabla 2.

Tabla 2. Nodos seleccionados para la identificación de riesgos

Nodo	Instalación/equipo	DTI	Límites
1	ISO Tanque	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión de entrada al ISO tanque C2 hasta la conexión de salida
2	Patín de bomba de descarga	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión de salida C1 del ISO tanque hasta la válvula check CV-001 en la descarga de la bomba
3	Tanque Buffer	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida del tanque Buffer
4	Bomba de alta presión	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida de la bomba de alta presión

5	Vaporizador	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión en la línea de entrada hasta la brida en la línea de
6	Línea de suministro a la CCI CFE	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la brida en la línea de salida del vaporizador hasta la brida en la línea de suministro a la CCI CFE

Jerarquización de riesgos

Los riesgos fueron jerarquizados de acuerdo con los criterios siguientes:

1. Por cada causa identificada en el análisis HAZOP, se estableció una categoría de frecuencia y una categoría de consecuencia, mediante el uso de las tablas correspondientes.
2. Se determinó el nivel de riesgo mediante la matriz de riesgo.
3. Por cada causa identificada en el análisis HAZOP, se asignó la categoría de riesgo que corresponda de acuerdo con la matriz.
4. Los resultados se registraron en las columnas de frecuencia, consecuencia y riesgo de las hojas de trabajo del análisis Hazop.

Escenarios identificados.

A partir de los resultados del análisis HAZOP, y tomando en consideración los riesgos con nivel más elevado, se identificaron los tres escenarios de riesgo condensados en la Tabla 3.

Tabla 3. Escenarios de riesgo

No.	Escenario	Desviación HAZOP	Riesgo según la matriz
1	Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo.	1.2.2	B
2	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga	2.2.3 y 2.2.4	B, B
3	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del	3.2.2 y 3.2.3	B, B
4	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión	4.2.3 y 4.2.4	B, B
5	Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador	5.2.3	B
6	Fuga de gas natural, en la línea de suministro a la CCI CFE, por golpe externo	6.2.1	B

En consecuencia, los riesgos más altos identificados mediante el análisis HAZOP y la matriz de riesgo se clasifican en todos los casos en la categoría B, cuya definición es:

Riesgo Indeseable (Tipo B):

El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" 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".

Radio potenciales de afectación

Para determinar los radios potenciales de afectación de los escenarios descritos, se utilizó la Suite de BREEZE HAZ ver. 4.1; desarrollado Trinity Consultants. Es un conjunto de programas desarrollados por distintas instituciones y laboratorios integrados en la SUITE que permite el análisis de explosiones (4 modalidades), incendios (4 modalidades), Dispersión (4 modalidades, flotaciones positiva, neutra y negativa 2), así como un módulo de cálculo denominado EXPERT. También se aplicó el modelo liga para el cálculo de flujo o gastos a partir de recipientes y tuberías.

Escenarios.

Los escenarios estudiados fueron:

- ⊕ Escenario 1.- Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo.
- ⊕ Escenario 2.- Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque.
- ⊕ Escenario 3.- Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del tanque Buffer, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del tanque Buffer.
- ⊕ Escenario 4.- Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador.
- ⊕ Escenario 5.- Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011.
- ⊕ Escenario 6.- Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la Central de la CFE, por golpe externo.

Medidas preventivas para la reducción de la ocurrencia de las interacciones de riesgo.

Terminal de Gas Natural Los Cabos contará con medidas de preventivas y sistemas de seguridad, sin embargo, para el control específico de los escenarios de riesgo identificados, la planta contará con lo siguiente.

Válvulas de alivio de presión colocadas en el espacio de vapor de los ISO tanques, Tanque buffer y

Vaporizador que garantizan que no se puedan presurizar más allá del 120% de su presión de trabajo máxima permitida (MAWP).

Válvulas de alivio térmico en cualquier sección de la tubería donde el GNL o el gas natural frío puedan quedar atrapados, ganando calor y expandiéndose; provocando una sobrepresurización de la línea por encima de su presión de funcionamiento segura.

En caso de fuga; se contará con válvulas de bloqueo, para el cierre de gas a cada uno de los equipos de los trenes de regasificación.

7. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

De acuerdo con información bibliográfica existente para el área de estudio, a continuación, se describen los efectos sobre los componentes ambientales del sitio.

Componente ambiental	Indicador	Sitio del Proyecto	Efecto sobre el componente ambiental
Clima	Modificación del microclima	El clima es Muy Árido Cálido y a pesar de los efectos antropogénicos presentes en el área, no ha sido modificado o afectado, tampoco se afectará con la realización del proyecto.	Dado que las consecuencias de los escenarios identificados, son de corta duración; no se espera ningún efecto sobre el clima del lugar.
Ruido	Fuentes de ruido	En el sitio del proyecto, es una zona activa. El ruido se genera por las zonas colindantes Central CFE y la Carretera Cabo San Lucas – Todos Los Santos Ocegüera Gutiérrez. El proyecto no aumentará en forma considerable los niveles de ruido de la zona.	Solo en caso de explosión se generarían altos niveles de ruido; sin embargo, estos serían de corta duración.
Hidrología superficial	Número de corriente de agua	En el sitio del proyecto no hay corrientes de agua.	En caso de fuga, no se espera contaminación del Golfo ya que el gas natural licuado se evapora a temperatura ambiente y en estado gaseoso es más ligero que el aire, por lo que tiende a elevarse y dispersarse rápidamente en la atmosfera. Además, el mar se encuentra a más de 200 m de distancia.
Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	La realización del proyecto no aumentará el déficit registrado para el acuífero Cabo San Lucas.	En caso de fuga, no se espera infiltración en el suelo ya que el gas natural licuado se evapora a temperatura ambiente y en estado gaseoso es más ligero que el aire, por lo que tiende a elevarse y dispersarse rápidamente en la atmosfera.

Componente ambiental	Indicador	Sitio del Proyecto	Efecto sobre el componente ambiental
Vegetación	Riqueza de especies	La vegetación en el sitio del Proyecto ni la vegetación del SA, se verán afectadas de ninguna manera.	Se llevará acabo el rescate de la vegetación afectable.
Especies vegetales en estatus de conservación	Presencia/ausencia	En el sitio no hay registro de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y con la realización del proyecto no se afectará a las especies categorizadas que se encuentren en el SA	Se llevará acabo el rescate de la vegetación con estatus de conservación.
Fauna	Calidad del hábitat	El sitio del proyecto, al no presentar vegetación, no registra presencia de fauna, a excepción de sobrevuelos de algunas especies de aves, mismas que no se verán afectadas por la realización del proyecto.	No se espera afectación ya que, en el sitio, no existe fauna afectable.
Fauna	Riqueza de especies	La fauna en el SA, presenta alta diversidad y endemismo.	Se llevará a cabo la reubicación de la fauna afectable.
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/ausencia	No presenta registros de fauna, en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se llevará a cabo la reubicación de la fauna con estatus de conservación.
Paisaje	Calidad	La calidad paisajística es muy buena por la relación que presenta con el mar y la amplia visibilidad que esto brinda.	No se esperan cambios o modificaciones del paisaje.
Demografía	Tasa de crecimiento	En el sitio del proyecto no se presentan comunidades de ningún tipo.	No se espera ningún efecto

Según lo expuesto, en caso de presentarse alguno de los eventos de riesgo identificados, el efecto sobre los componentes ambientales del sitio sería de reducida magnitud e intensidad debido a que no son eventos permanentes, sino de corta duración y rápido combate y control.

En estas condiciones, el sistema ambiental tiene la capacidad de recuperar los valores normales en sus componentes bióticos y abióticos.

8. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Con base en los resultados de la identificación y jerarquización de riesgos, así como de la simulación de escenarios ESTUDIADOS; se formulan las recomendaciones:

No.	Recomendación
1.	Establecer un programa de capacitación al personal de operación, mantenimiento y de seguridad, en las actividades
2.	Establecer un procedimiento para trabajos peligrosos (corte, soldadura, etc.)
3.	Establecer un reglamento de seguridad e higiene, en el que se indiquen las restricciones de ingresar cerillos,
4.	Establecer un programa de retiro y limpieza periódica de la vegetación que rodea a la
5.	Establecer un programa de mantenimiento a válvulas automáticas, manuales, check y de
6.	Aplicar el programa de mantenimiento de la Terminal
7.	Establecer un procedimiento de descarga de ISO tanques, en el que se incluya la colocación de dispositivos para
8.	Establecer un Plan para la Atención de Emergencias, en el que se incluya la formación de brigadas, la capacitación al personal de brigadas, sobre los procedimientos para atención a emergencias,
9.	Instalar dispositivos para evitar el movimiento de los tanques Buffer.
10.	Instalar dispositivos para evitar el movimiento de los vaporizadores.

9. SISTEMAS DE SEGURIDAD

A continuación, se presenta una relación de medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la instalación, para la prevención, control y atención de posibles eventos extraordinarios.

Cerca perimetral

La Terminal estará asegurada por una cerca de malla y estará protegida contra intrusiones y accesos no autorizados.

Acceso a la Planta

La Terminal normalmente operará bajo el Nivel de seguridad 1. El acceso a la Planta será administrado por los guardias de seguridad en la caseta de vigilancia. Las identidades de todos los visitantes a la Planta se verificarán antes de otorgar el acceso. Existirá un sistema de administración de acceso en el que cada visitante recibirá una identificación que muestre la zona a la que se otorga el acceso.

Sistemas de circuito cerrado de televisión (CCTV)

La Terminal estará protegida por un sistema de CCTV tripulado que también controla el perímetro y la entrada y salida de la Planta. Las cámaras podrán moverse y acercarse para vigilar las instalaciones y para detectar personas no autorizadas y posibles incidentes o accidentes.

Diques para contención de derrames

El área de descarga de ISO tanques, los tanques buffer, las bombas de alta presión y los vaporizadores, estarán instalados dentro de áreas de contención de derrames (Diques).

Generador de respaldo

En el caso de una pérdida total de energía auxiliar, o en situaciones en que el sistema de transmisión de la red pública esté fuera de servicio, la energía de emergencia requerida para el cierre seguro de la planta la proporcionará un generador diésel de emergencia con capacidad nominal de 480 V, 2MW. El generador diésel también será capaz de arrancar la unidad. El generador diésel estará conectado a un equipo de distribución de 480 V y tendrá su propio tanque de combustible externo con una capacidad de 100 horas de funcionamiento.

Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS)

El diseño y los equipos instalados se centran específicamente en la operación segura de la instalación. Desde aspectos de seguridad pasiva como la inherencia a los estándares de la industria; a la adición de componentes activos que monitorean constantemente las condiciones de la instalación y pueden actuar, apagar y aislar de manera segura la instalación si se detecta un problema; El objetivo principal de esta instalación es entregar combustible limpio y confiable de manera segura.

10. MEDIDAS PREVENTIVAS

Programa de entrenamiento

Tipo de entrenamiento	Propósito	Frecuencia
Simulacros de seguridad	Los simulacros de seguridad se organizan e implementan cada tres meses. Esta capacitación se realiza para probar el plan de seguridad, evaluar la preparación del plan de seguridad y realizar mejoras en el plan.	Cada tres meses
Ejercicios de entrenamiento	Los ejercicios de formación se organizan al menos una vez al año. Los ejercicios de entrenamiento abarcan todos los elementos de la seguridad de la planta. Por lo general, incluyen pruebas de equipos de comunicaciones, coordinación, disponibilidad de recursos y respuesta.	Una vez al año con no más de 18 meses entre ellos

Programa de mantenimiento

Con la capacidad de poner fuera de servicio casi cualquier dispositivo, componente o pieza de equipo durante las operaciones normales, la filosofía de mantenimiento de la instalación es realizar todo el mantenimiento de rutina y periódico según lo programado y sin demora. Además, para el mantenimiento no rutinario (correctivo), se realizará tan pronto como sea razonablemente posible.

11. CONCLUSIONES

En los escenarios 1 y 2, los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre CFE, sin embargo, las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. En ambos casos se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos

En el escenario 3, En los casos de incendio por fuga del 20% y de explosión por fugas del 20% y 100% del diámetro de la manguera de descarga del ISO tanque; los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre CFE, sin embargo, las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. Por sobrepresión las áreas de alto riesgo quedan confinadas al interior del predio del proyecto y no tendrían incidencia sobre las instalaciones de CFE. En el caso de la radiación calorífica se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos, y en un caso de sobrepresión una porción de esta carretera también quedaría involucrada en el evento.

Escenario 4. Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión. En los casos de incendio por fuga del 20% del diámetro de la manguera de descarga de la bomba de alta presión; los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre las instalaciones de CFE, sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. En ambos casos se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos

Escenario 5. Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador. En los casos de incendio por fuga del 20% y 100% el diámetro de la línea de salida del vaporizador; los radios de alto riesgo no rebasan los límites del predio, no inciden sobre CFE pero sí sobre la carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos. sin embargo, las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. También se vería involucrada la Carretera San Lucas – Los Todos Santos.

Escenario 6. Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE. En los casos de incendio por fuga 20% y 100% del diámetro de la línea de suministro de gas a la CCI CFE; los radios de alto riesgo rebasan el límite sur, donde incluye parte de interior de la CFE., También se vería involucrada la Carretera San Lucas – Los Todos Santos.

En ninguno de los seis escenarios con sus variantes, se afectarían tanques de almacenamiento

Efecto domino

La posibilidad de efecto domino existe, de acuerdo con las interacciones de riesgo analizadas. Es probable un efecto domino en caso de incendio en la línea de suministro de gas a la CCI CFE (escenario 6-100%); con posible afectación a un tanque de almacenamiento de combustóleo de la CCI CFE.

Además, existe la posibilidad de efecto domino, al interior de la terminal, entre las instalaciones que se incluyen en los radios de alto riesgo de todos los escenarios. En estos casos, el riesgo de efecto dominó consiste en la generación de fugas de gas natural secundarias, debido a daños en los equipos e instalaciones de la terminal, como resultado de la radiación o sobrepresión. Estas fugas pueden derivar a su vez, en la propagación del incendio y/o la explosión adicional de instalaciones cercanas al origen del escenario de riesgo.

Ahora bien, los escenarios de riesgo no consideran la existencia de las protecciones ni medidas de seguridad del proyecto, por lo que los resultados representan las peores condiciones posibles. En la práctica, las medidas de seguridad tanto de diseño como de operación y los planes, programas y procedimientos con que contará la Terminal, hacen que dichos escenarios sean muy poco probables y que sus posibles consecuencias se reduzcan considerablemente.

Por otra parte, la Terminal contará con medidas preventivas para el control específico de los escenarios de riesgo identificados. Estas medidas incluyen válvulas de alivio de presión en los ISO tanques, Tanque buffer y Vaporizador que garantizan que no se puedan presurizar más allá del 120% de su presión de trabajo máxima permitida (MAWP) y válvulas de alivio térmico en cualquier sección de la tubería donde el GNL o el gas natural frío puedan quedar atrapados; provocando una sobre presurización de la línea. Además, en caso de fuga; se contará con válvulas de bloqueo, para el cierre de gas a cada uno de los equipos de los trenes de regasificación.

En cuanto a los posibles efectos sobre el sistema ambiental; en caso de presentarse alguno de los eventos de riesgo identificados, el efecto sobre los componentes ambientales del sitio sería bajo; debido a que los eventos identificados no son permanentes, sino de corta duración (unas cuantas horas).

En estas condiciones, el sistema ambiental tiene la capacidad de recuperar los valores normales en sus componentes bióticos y abióticos.

Aún y cuando el proyecto considera sistemas y medidas de seguridad adecuados para el tipo de riesgos que se pueden presentar; con base en los resultados obtenidos a través de la identificación y jerarquización de riesgos y con el fin de reducir los riesgos identificados y/o mitigar sus efectos, se establecieron 10 recomendaciones técnico-operativa.

Con base en lo anterior y bajo las condiciones actuales, los riesgos identificados y evaluados se consideran aceptables siempre y cuando se sigan las recomendaciones descritas en el presente estudio, las que pudiera establecer la ASEA como resultado de la evaluación del mismo; así como las establecidas en la legislación aplicable en materia de seguridad e higiene.

12. INFORME TÉCNICO

Sustancias involucradas

Nombre Químico de la Sustancia (IUPAC)	Num. CAS	Densidad (g/cm ³)	Flujo (m ³ /h)	Longitud de tubería (km)	Diámetro de la tubería (pulg.)	Presión de operación (bar)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
Gas natural	8006-14-2	0.554	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	El Proyecto es suministro de Gas Natural a una Planta de generación eléctrica No es un sistema de transporte

Antecedentes de accidentes e incidentes

Los sistemas de generación de energía eléctrica por ciclo simple presentan un alto nivel de seguridad operacional, así como de rendimiento. Aunque es conveniente señalar que, durante la construcción y puesta en marcha de este tipo de instalaciones, se han registrado algunos accidentes relacionados con el uso de gas natural cuando se realiza limpieza o purga de las líneas de gas antes de iniciar operación.

Accidentes por el manejo de gas natural en los Estados Unidos de Norteamérica.

Se presenta la descripción de accidentes de manejo de gas natural tomados de la siguiente liga: <http://www.csb.gov> de la Agencia de Seguridad Química e Investigación de Peligros de los Estados Unidos de Norteamérica (CSB).

- Kleen Energy en Middletown, Connecticut.

Seis trabajadores perdieron la vida durante una actividad de trabajo prevista para limpiar los residuos de las tuberías de gas natural en Kleen Energy en Middletown, en el estado de Connecticut. Para remover los residuos de la tubería, los trabajadores utilizaron gas natural a alta presión, aproximadamente a 650 libras por pulgada cuadrada. Durante este proceso el gas natural encontró una fuente de ignición y explotó.

El informe final del CSB fue aprobado en una reunión pública en Portland, Connecticut, el 28 de junio de 2010.

- ConAgra Slim Jim en Garner, Carolina del Norte, el 9 de junio de 2009.

La CSB realizó una investigación de una explosión de gas natural catastrófico que ocurrió en las instalaciones de la planta de ConAgra Slim Jim en Garner, en el estado de Carolina del Norte, el 9 de junio de 2009. Ese accidente originó la pérdida de cuatro vidas humanas y causó heridas a otras 67 personas. El accidente se produjo durante la operación de purga al aire libre de una tubería de acero de abastecimiento de gas que estaba conectada a un calentador de agua. Debido a las dificultades para

encender el calentador de agua, la operación de purga se continuó durante un tiempo inusualmente largo, causando finalmente la nube de gas en el interior del edificio acumulando gas a una concentración por encima de su límite inferior de explosividad.

La nube de gas causó una explosión al ponerse en contacto con una fuente de ignición, causando daños en los edificios de la planta. La explosión también causó daño a la tubería del sistema de la planta de enfriamiento a base de amoníaco, liberando aproximadamente 18,000 libras de amoníaco anhidro al medio ambiente.

La CSB emitió un boletín de seguridad estableciendo que los peligros de la purga de tuberías de gas en edificios originaron cinco lecciones clave para prevenir los incendios y las explosiones de gas combustible durante las operaciones de purga.

- Oklahoma, Estados Unidos

Accidente durante la construcción en el sitio conocido como Redbud, Luther (2015), que fue causado por un termopar defectuoso en el precalentador de gas. El termopar causó una fuga de gas natural durante el encendido del precalentador. Cabe señalar que no se registraron heridos como consecuencia de este incidente.

Accidentes en México por el manejo de gas natural.

En México no existe un centro de información que concentre los datos de accidentes ocurridos en gasoductos, así como la investigación realizada a los mismos para determinar las causas., sin embargo; a continuación, se presenta una recopilación bibliográfica de accidentes reportados en los medios de comunicación.

- Accidente del gasoducto de gas natural de PEMEX en el estado de Guanajuato, no hubo daños personales. (Fuente: El Norte 19 de septiembre de 1991).
- Accidente en gasoducto de gas amargo de PEMEX (21 de septiembre de 1991) en Cunduacán, Tabasco al estallar un ducto de 16" de diámetro, fallecieron 6 obreros de PEMEX. Este percance sucedió cuando los trabajadores realizaban actividades de corte en la línea que transportaba gas amargo, debido a que las líneas no fueron desfogadas antes de los trabajos de corte (Fuente: El Ovociones).
- Fuga en gasoducto de gas natural de PEMEX (15 de junio de 1992) en Xalostoc, debido a la ruptura de una válvula de alivio. No se reportaron daños ni víctimas.
- Accidente en un gasoducto de 24" de gas amargo de PEMEX (6 de febrero de 1994) en Cunduacán, Tabasco que causó daños materiales a 300 metros cuadrados, por lo menos 15 personas con quemaduras de segundo grado y una persona murió en el percance (Fuente: La Jornada).
- Accidente de gasoducto de gas natural PEMEX en Guadalajara (4 de septiembre de 1995) debido a que personas golpearon el ducto por error, al confundirlo con una tubería de agua, no hubo daños materiales ni humanos (Fuente: El Norte).

- Accidente en gasoducto de 48" de gas natural en Cd. Pemex-Cactus (17 de febrero de 1996) que provocó daños materiales, muertos y heridos. Se desconocen las causas del siniestro (Fuente: El Norte).
- Accidente en gasoducto de gas natural de PEMEX en Boca-Cárdenas (23 enero de 1996) que provocó un muerto y cuatro heridos al momento que trabajadores cambiaban una válvula.
- Fuga de gas natural en Atasta – Cd PEMEX (8 de septiembre de 1996), el accidente ocurrió cuando se interconectaban un bypass. Un trabajador resultó herido. (Fuente: La Jornada).
- Al menos cinco personas mueren y 80 resultan con quemaduras de segundo y tercer grado por la explosión de dos ductos, uno de gas natural y otro de gasolina, en el lugar conocido como La Balasterra, cercano a Ciudad Mendoza, en Veracruz. (5 de junio de 2003).
- En la Ranchería Huimango 3ª Sección sobre la carretera Comalcalco-Cunduacán, Tabasco; se presentó una fuga de gas en el gasoducto de 48" Ø, en el área de trampas Escribano-La Trinidad. La fuga provocó una explosión que causó la muerte de cuatro personas y lesiones a otras 11; adicionalmente, se afectaron 114 hectáreas de vegetación y cultivos aledaños al punto de fuga por efectos del fuego. Fue necesario evacuar a 775 personas de la Ranchería Huimango del Municipio de Cunduacán y a 246 de la Ranchería Benito Juárez del Municipio de Jalpa de Méndez. Además, resultaron afectados 11 vehículos de PEMEX, nueve particulares y dos equipos pesados pertenecientes a una compañía contratista (8 de julio de 2005),
- Un total de cinco explosiones, cuatro de ellas seguidas de incendios, se suscitan en ductos de gas de Pemex de tres municipios de Guanajuato; no hay pérdidas humanas (5 de julio de 2007).
- En Maltrata, Veracruz supuestos saboteadores detonaron explosivos a lo largo de la trayectoria de un gasoducto de gas natural de Pemex. El entonces gobernador de Veracruz, Fidel Herrera, dijo que ningún grupo se había atribuido la responsabilidad de las explosiones. Funcionarios dijeron que unas 15 mil personas habían sido evacuadas de zonas cercanas a la tubería (10 de septiembre de 2007).
- Incendio en el Centro Receptor de Gas y Condensados de Pemex Exploración y Producción, en Reynosa, Tamaulipas en el área de los patines de medición de gas y condensado, que costó la vida de 31 personas y 46 más resultaron con lesiones (18 de septiembre del 2012).
- Del resultado de una toma clandestina en el gasoducto en San Miguel de los Jagüeyes y Urbi Villa del Rey, en el municipio de Huehuetoca, Estado de México, se registraron dos explosiones que dejaron cinco vehículos destruidos y cuatro bomberos lesionados (diciembre 2014).
- Maniobras en un gasoducto en Santa Catarina y García, Nuevo León ocasionaron la explosión de un gasoducto con un saldo de 16 muertos (agosto 2015).

Estimación de consecuencias

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [USD]	Daños a la instalación [USD]
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	> 500'000,000	> 500'000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	> 50'000,000 a 500'000,000	> 50'000,000 a 500'000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	> 5'000,000 a 50'000,000	> 5'000,000 a 50'000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	> 500,000 a 5'000,000	> 500,000 a 5'000,000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	> 50,000 a 500,000	> 50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

Criterios utilizados

1. Por cada causa identificada en el análisis HAZOP, se estableció una categoría de frecuencia y una categoría de consecuencia, mediante el uso de las tablas correspondientes.
2. Se determinó el nivel de riesgo mediante la matriz de riesgo.
3. Por cada causa identificada en el análisis HAZOP, se asignó la categoría de riesgo que corresponda de acuerdo con la matriz.
4. Los resultados se registraron en las columnas de frecuencia, consecuencia y riesgo de las hojas de trabajo del análisis Hazop.

ESTUDIO DE RIESGO

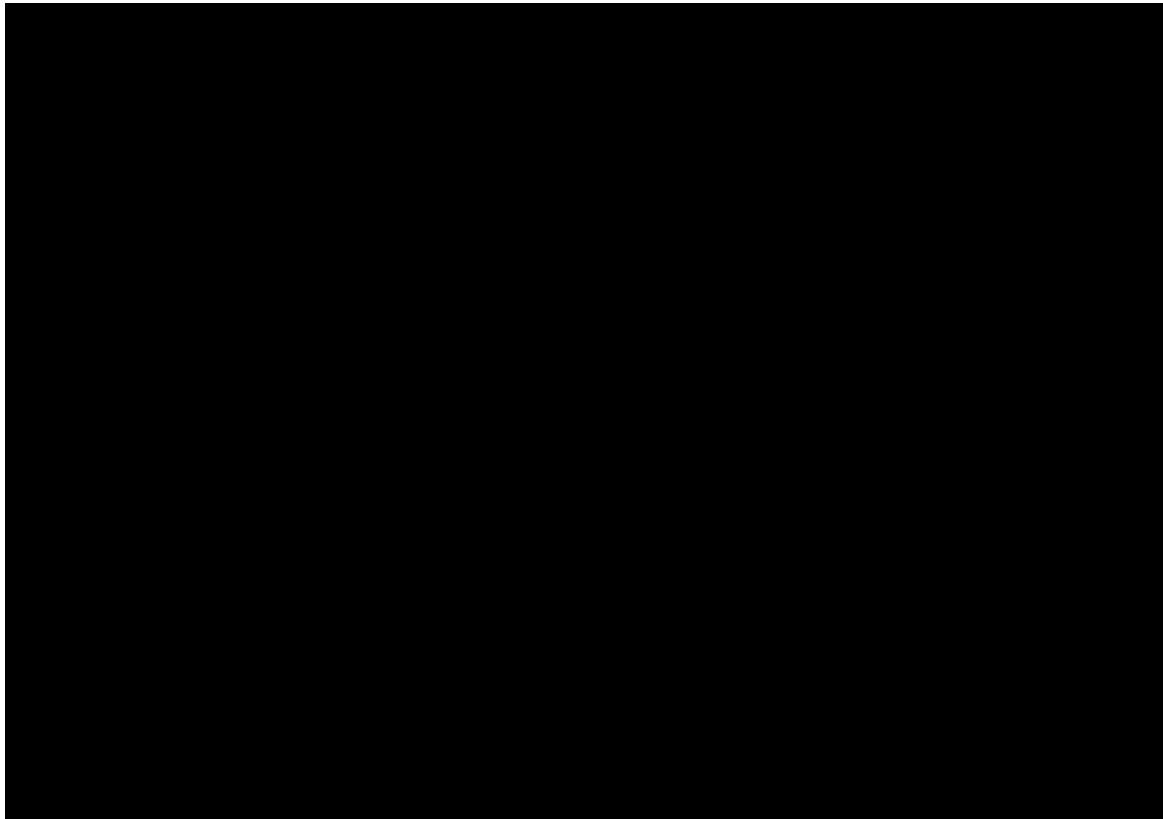
MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

PROYECTO: TERMINAL DE GAS NATURAL LOS CABOS

PROMOVENTE: NFE PACIFICO LAP, S. DE R.L. DE C.V.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



AGOSTO DE 2021

CONTENIDO

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	3
I.1. BASES DE DISEÑO	11
I.1.1 Proyecto civil	11
I.1.2 Proyecto mecánico	14
I.1.3. Proyecto sistema contra incendio	23
1.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	27
I.2.1. Hojas de seguridad	35
I.2.2. Almacenamiento	37
I.2.3 Equipos de proceso y auxiliares	37
I.2.4 Pruebas de verificación	39
I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN	40
I. 3.1 Especificación del cuarto de control	43
I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	45
1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes	45
I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización	47
I.4.4 Jerarquización de riesgos	70
I.4.5 Escenarios identificados	70
II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES 72	71
II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	71
II.1.1 Programa de simulación	71
I.1..2 Criterios para definir las zonas de seguridad	72
II.1.3 Simulación de escenarios	72
II.2 INTERACCIONES DE RIESGO	93
II.2.1 Efecto dominó	94
II.2.2. Medidas preventivas para la reducción de la ocurrencia de las interacciones de	94
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL	94
III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA	96
III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	96
III.1.1. Sistemas de seguridad	97
III.1.2. Medidas preventivas	105
IV. RESUMEN	105
IV.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	105
IV.2 RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL	107
IV.3 INFORME TÉCNICO	108
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN	108
V.1.1 Planos de localización	108
V.1.2 Fotografías	109

ANEXOS

1. Plano de localización del proyecto
2. Plano de arreglo general de la planta
3. Polígono de construcción
4. Mecánica de suelos
5. Plano del diseño mecánico del vaporizador
6. Plano de la red exterior del sistema CI
7. Plano de la red interior del sistema CI
8. Hoja de datos de seguridad del Gas natural
9. Diagrama de flujo y balance de masa
10. Diagrama de Tubería e Instrumentación
11. Análisis Hazop
12. Memoria de cálculo de las simulaciones
13. Planos de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento
14. Informe técnico

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

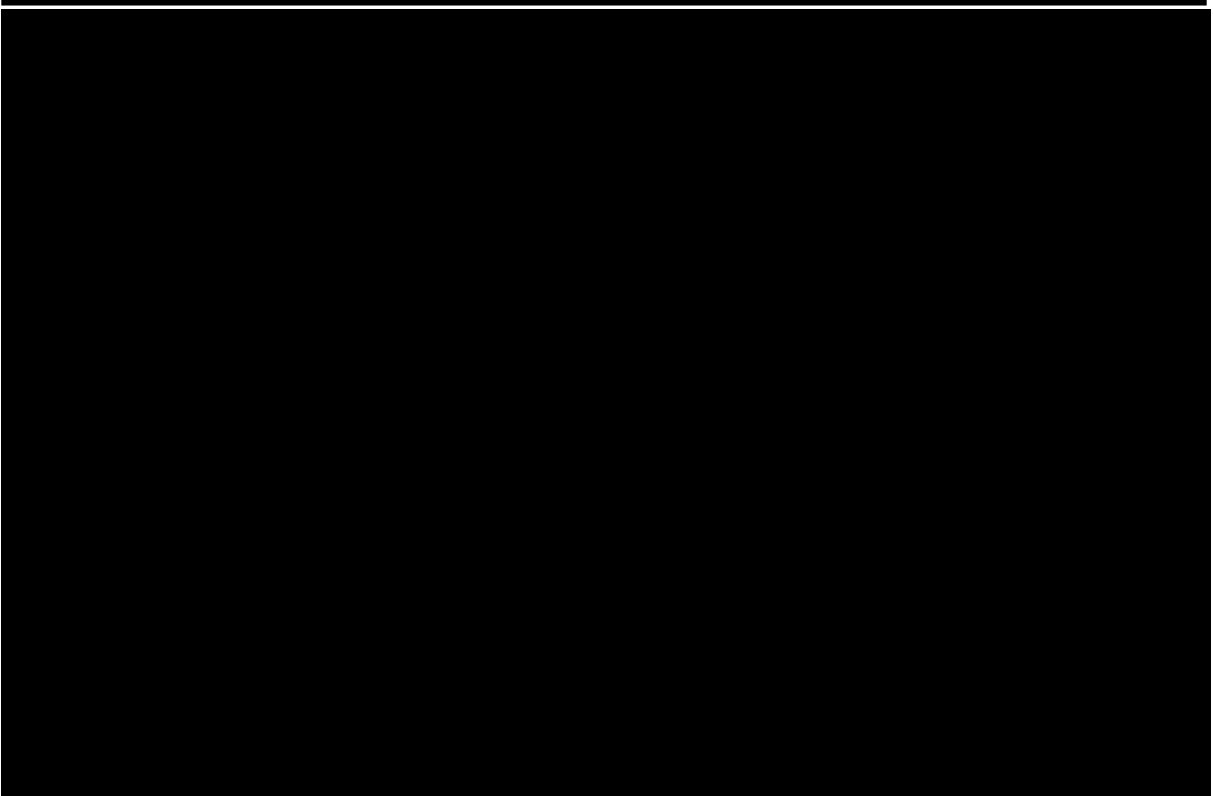
NOMBRE DE PERSONA FISICA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP
NFE Pacífico LAP, S. de R. L. de C. V., ha celebrado un contrato de promesa de compraventa de un predio de 15,000 m² con sus legítimos propietarios [REDACTED] a, donde pretende desarrollar las obras y actividades del proyecto denominado Terminal de Regasificación de Gas Natural Los Cabos. El predio se localiza al sur de la Central Turbogas Los Cabos (CFE). El proyecto consiste en la recepción de gas natural licuado, mediante ISO contenedores; los cuales serán transportados en plataformas con un tractocamión al sitio del proyecto, en donde serán descargados a un sistema de regasificación, para ser enviado a la planta Central Turbogas Los Cabos(CFE). Las instalaciones del proyecto tienen la finalidad de regasificar el gas natural licuado y provisionarlo a la Central Turbogas Los Cabos (CFE).

La logística de operación plantea la construcción de las instalaciones para recibir los camiones con los ISO contenedores, la descarga del gas directamente del ISO contenedor al sistema de transición y la salida directa a la Central Turbogas Los Cabos (CFE).

En el punto I.2 se presenta la descripción detallada del proceso.

a. Características del sitio y susceptibilidad a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
El sitio de proyecto UNIDAD DE REGASIFICACIÓN DE GAS NATURAL LOS CABOS se ubicará en un predio que se localiza aproximadamente a [REDACTED], en el municipio de Los Cabos, BCS. La localización del proyecto se muestra en la Figura 1 y el plano correspondiente se presenta en el Anexo 1.

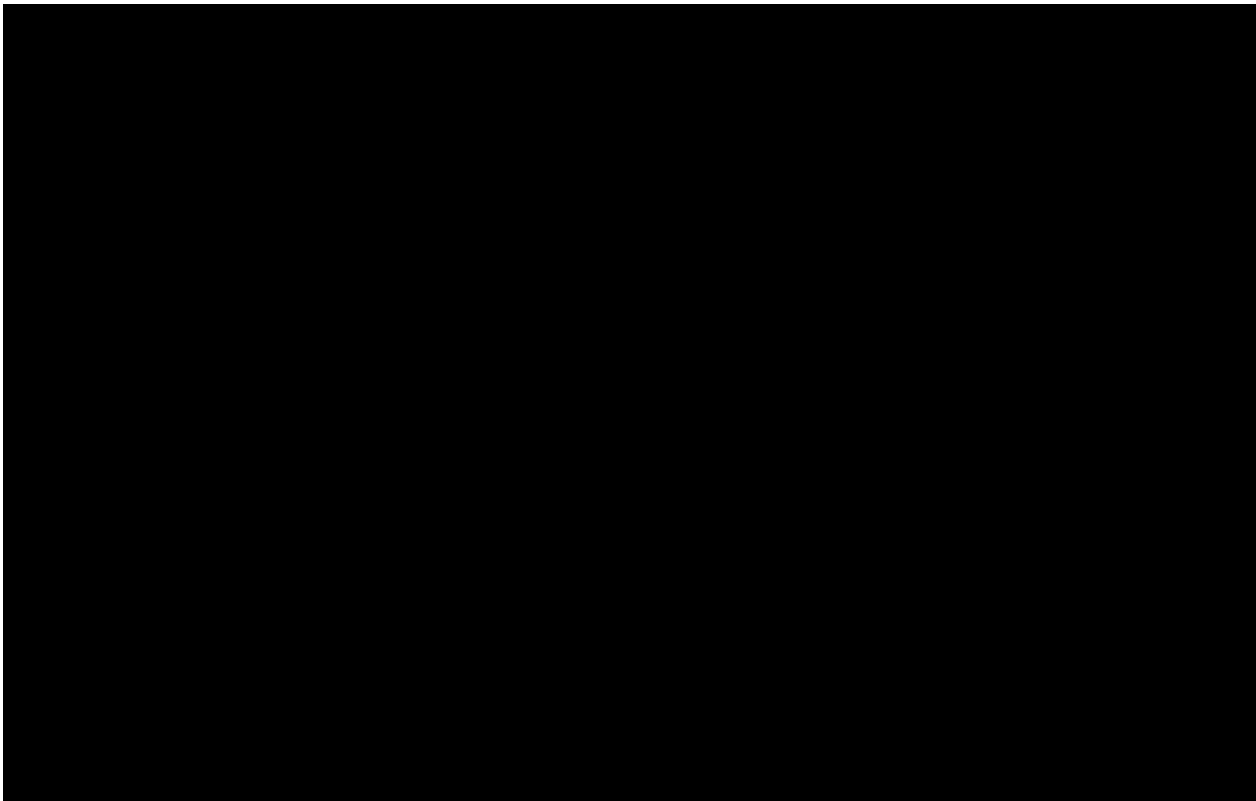


A continuación, se describen las características del sitio, así como su susceptibilidad a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

⊕ Terremotos o sismicidad

La vulnerabilidad sísmica se podría considerar como una expresión que relaciona las consecuencias probables de un movimiento de tierra sobre una construcción, una obra de ingeniería o un conjunto de bienes o sistemas expuestos con la intensidad del temblor que podría generarlas. Con fines de diseño antisísmico la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esto se realizó de acuerdo a los catálogos de sismos ocurridos desde inicios de siglo pasado.

En la Figura 2 se muestra la ubicación de la Central Los Cabos, en la regionalización sísmica de la República.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Tabla 1. Regionalización sísmica

Zona	Sismicidad
A	Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.
B y C	Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectados por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Zona	Sismicidad
D	Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Como se observa en la Figura 1 anterior, la Central Los Cabos se ubicará en la zona B de intensidad sísmica intermedia.

⊕ Huracanes

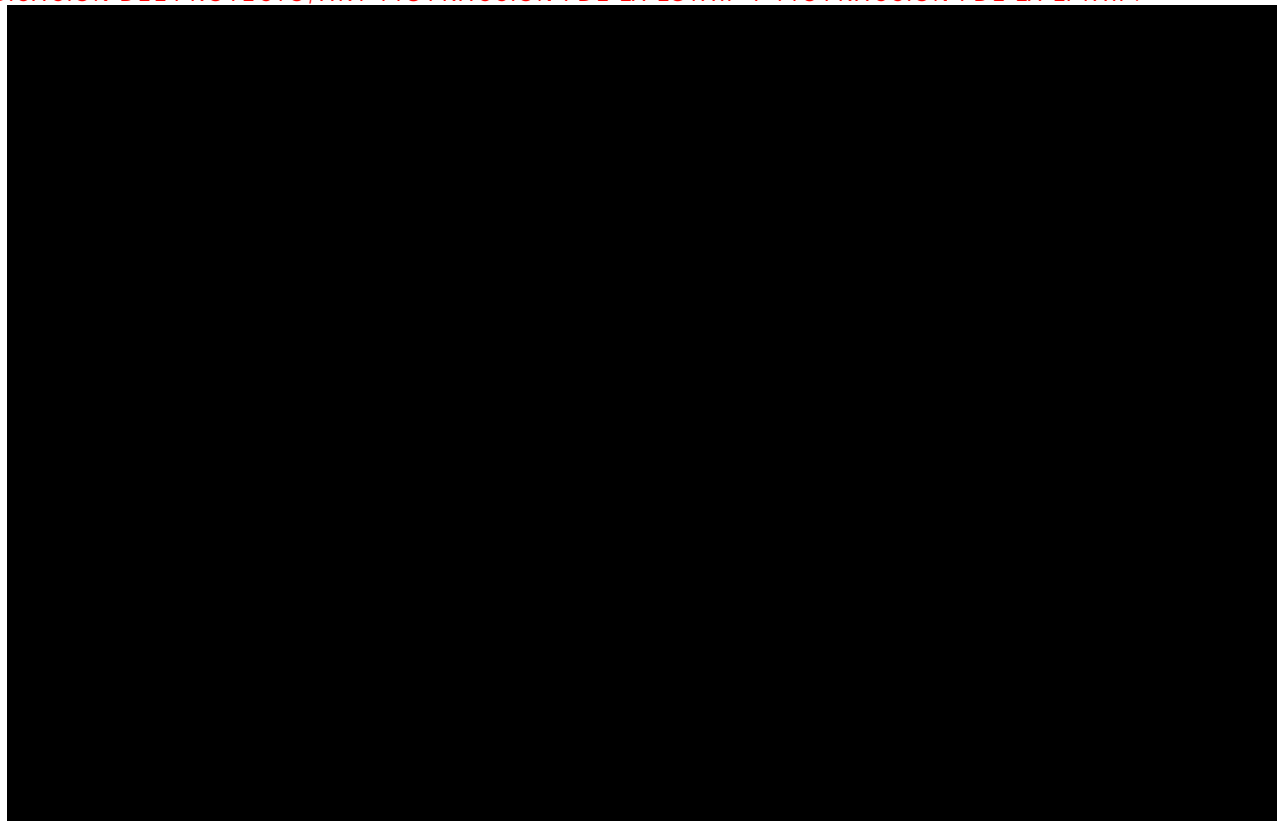
Un ciclón tropical o huracán, consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Los ciclones tropicales o huracanes generan lluvias intensas, vientos fuertes, oleaje grande y mareas de tormenta. (CENAPRED et al.2002).

Los ciclones tropicales o huracanes se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos. Se les denomina depresión tropical (presión de 1008 a 1005 milibar (mb) o velocidad de los vientos menor que 63 km/h), tormenta tropical (presión de 1004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h) y huracán (presión menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h).

Tabla 2.- Categoría de ciclones tropicales de acuerdo a la clasificación de Saffir-Simpson

Categoría	Presión central	Vientos km/h
Perturbación tropical	1008.1 a 1010	--
Depresión tropical	1004. a 1008	<62
Tormenta tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250
Huracán categoría 5	<920	>250

En la Figura 3 se muestran las diversas trayectorias de los huracanes que se han formado en el Océano Pacífico y próximos al municipio de Los Cabos, BCS. En el área de proyecto se observa que una distancia aproximada de 720 m al sur, paso la tormenta LOWELL, el día 11 de septiembre de 2008 a las 04:00 a.m., con categoría depresión tropical y vientos de hasta 65 km/h. También se observa que a unos 1,000 m al suroeste del sitio, paso el huracán Greg el día 7 de septiembre de 1999 a las 09:00 p.m. con categoría 1 y vientos de hasta 120 km/h.



⊕ Vulcanismo

Aunque en México hay un número considerable de volcanes (más de 2,000), la mayoría se encuentran inactivos y en realidad son pocos los que aún presentan cierta actividad interior.

Los volcanes activos más importantes en el interior de territorio nacional son:

1. El Popocatepetl, entre los estados de México, Puebla y Morelos.
2. El Chichón o Chichonal, en el estado de Chiapas.
3. El Tacaná, en el estado de Chiapas y en frontera con la república de Guatemala.
4. Los Humeros, en los estados de Puebla y Veracruz.
5. El Pico de Orizaba, en los estados de Puebla y Veracruz.
6. San Martín Tuxtla, en el estado de Veracruz.
7. El Volcán de Colima, en la frontera de los estados de Jalisco y Colima.
8. El Paricutín, en el estado de Michoacán
9. El Jorullo, en el estado de Michoacán.
10. Tres Vírgenes, en el estado de Baja California Sur.
11. El Bárcena, en las Islas Revillagigedo.
12. Everman, en las Islas Revillagigedo.
13. Ceboruco, en el estado de Nayarit.
14. Sangagüey, en el estado de Nayarit.
15. La Primavera, en el estado de Jalisco.
16. El Xítle, en la Ciudad de México.

La Figura 4 muestra la ubicación de volcanes activos, inactivos y durmientes en ésta región del país.

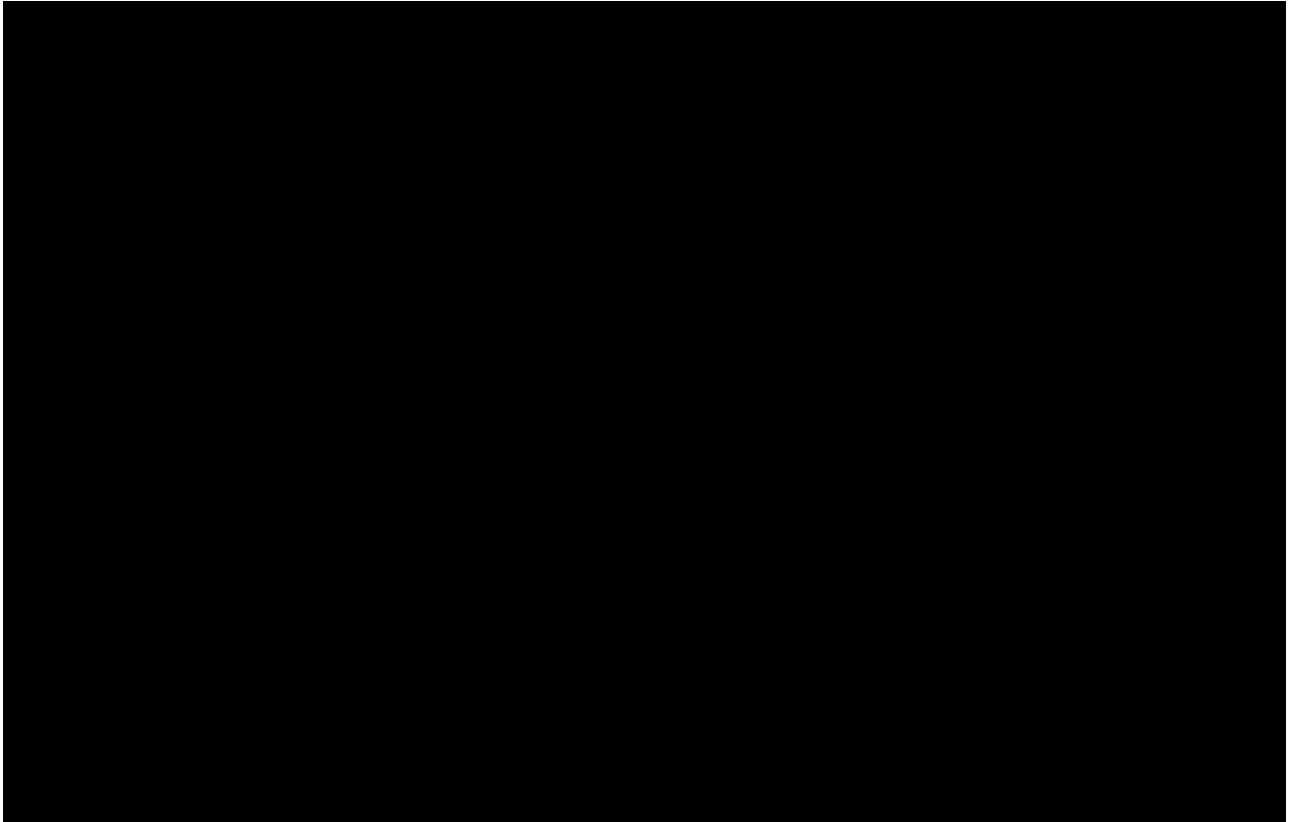


Figura 4. Ubicación de volcanes activos, inactivos y durmientes.

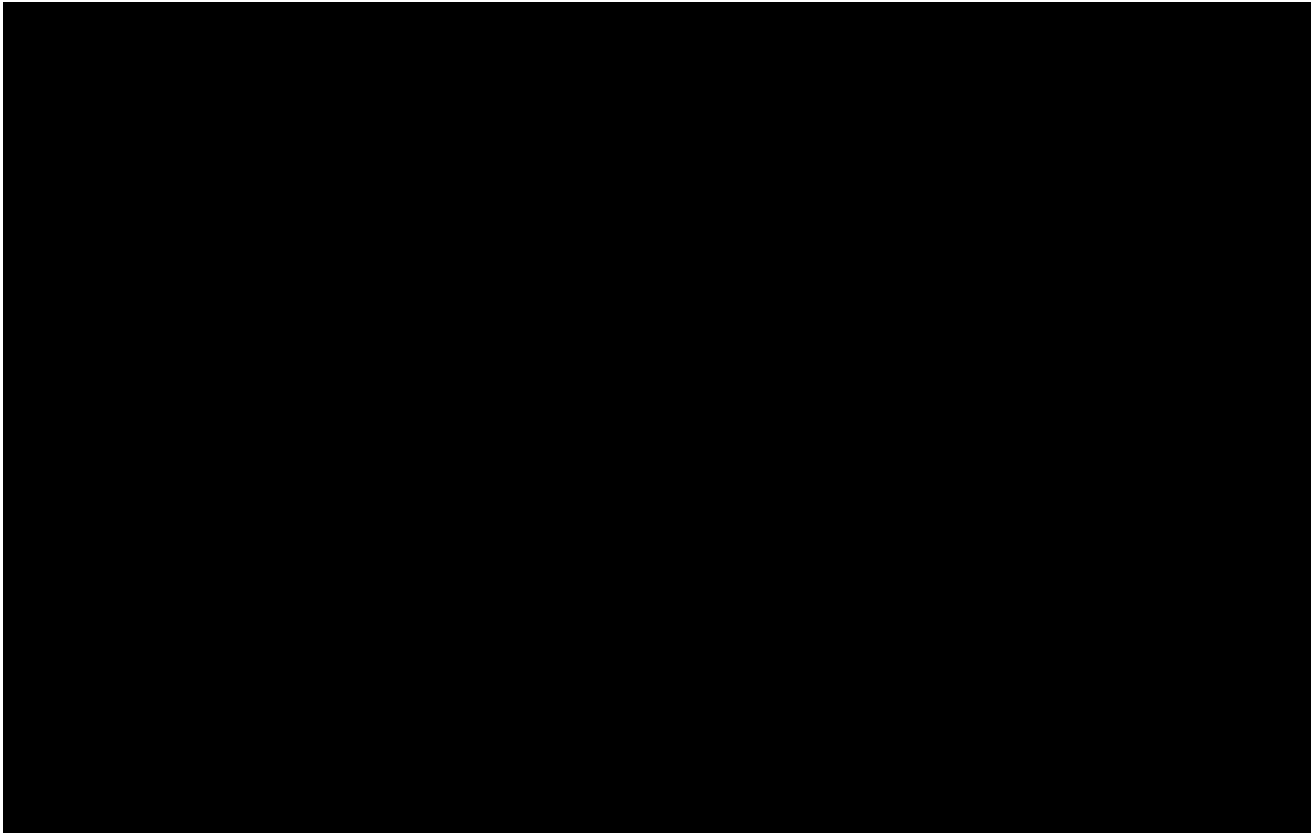
De acuerdo con la Figura 4 anterior, en el sitio del proyecto no existe actividad volcánica.

⊕ Fallas y fracturas geológicas

Una falla es la ruptura de la corteza en donde ha habido desplazamiento entre los bloques y pueden ser: falla normal, inversa, lateral inversa y rotacional. La falla normal, también llamada directa o de gravedad, se caracteriza porque el plano de falla cruza hacia el lado hundido. Se genera como respuesta esfuerzos distensivos. La superficie a lo largo de la cual se produce el movimiento es la superficie o plano de falla.

En el caso de la fractura, aunque se presenta la ruptura en la corteza no se registran desplazamientos.

La Figura 5 muestra las fallas y fracturas geológicas próximas al sitio de proyecto.



5. Fallas y fracturas geológicas en las proximidades del sitio de proyecto.

De acuerdo con la carta geológica San José del Cabo F-12-2-3-5-6 (INEGI, 1987) Esc. 1:250 000, en un radio de 3 km no existe o fractura alguna.

b. Instalaciones

Las instalaciones principales con que contará la Unidad de Regasificación de Gas Natural Los Cabos (en lo sucesivo Uregas Los Cabos) son las siguientes:

Regasificación:

- ⊕ Iso tanque
- ⊕ Patín de bahía de descarga
- ⊕ Patín de bombeo de descarga de balance
- ⊕ Tanque regulador
- ⊕ Bombas de alta presión
- ⊕ Vaporizadores
- ⊕ Manguera flexible

Uregas Los Cabos además contará con un edificio para el cuarto de control y el taller de mantenimiento.

Las instalaciones se presentan en el arreglo general de la planta en la Figura 6 y en el Anexo 2 se presenta el plano correspondiente.

c. Normas utilizadas en el proyecto

El diseño de Uregas Los Cabos tomará como estándares las normas oficiales mexicanas y las normas mexicanas, que se relacionan en las Tablas II.3 y II.4. Adicionalmente, Complementariamente se aplicarán las mejores prácticas de ingeniería en el proyecto.

Tabla 3. Normas Oficiales Mexicanas consideradas en el proyecto.

Norma	Título	Aplicación
NOM-001-SECRE 2010	Especificaciones del gas natural	Ingeniería de proceso (diseño de proceso) Control ambiental del
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros	Ingeniería de seguridad y contraincendios
NOM-085-SEMARNAT-2011	Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento	Control ambiental del proceso
NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005	Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.	Control ambiental del proceso
NOM-093-SCFI-1994	Válvulas de relevo de presión (Seguridad, seguridad- alivio y alivio) operadas por resorte y piloto; fabricadas de acero y bronce	Ingeniería de seguridad y contraincendios

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

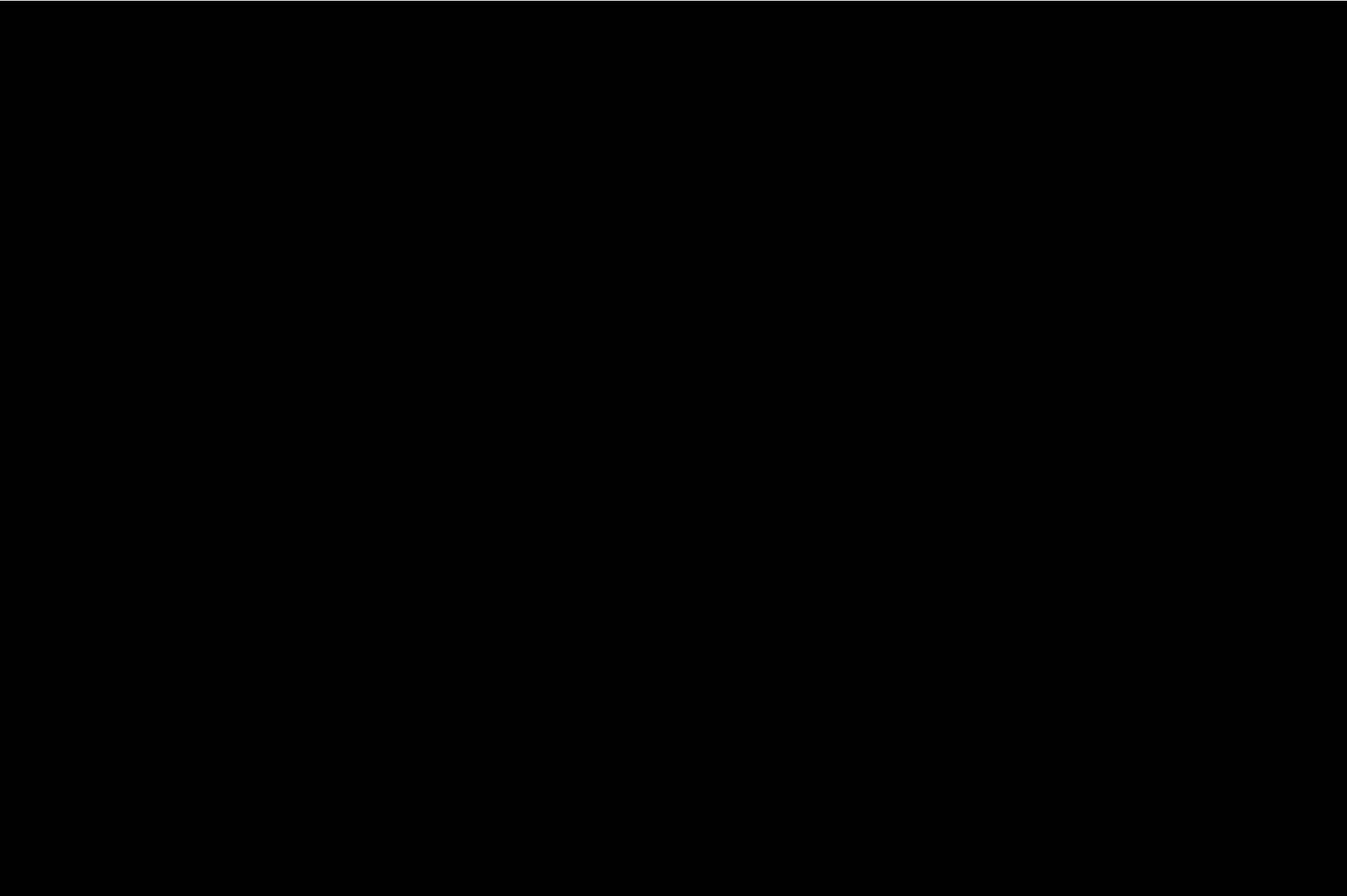


Figura 6.- Arreglo general de planta

Tabla 4.- Normas Mexicanas aplicables

Norma	Título	Aplicación
NMX-X-031-SCFI-2017	Industria del gas-válvulas de paso. Especificaciones y métodos de prueba	Ingeniería de tuberías Ingeniería mecánica
NMX-X-032-SCFI-2013	Industria del gas. Reguladores para gas natural- especificaciones y métodos de prueba	Ingeniería de tuberías Ingeniería mecánica

d. Bases de diseño

Las bases de diseño aplicadas al proyecto toman en cuenta las características y la susceptibilidad del sitio a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos, descritos en la sección a (antes descrita).

I.1.1 Proyecto civil

El diseño y construcción del equipo e infraestructura se realizarán conforme a las normas aplicables, cubriendo los requisitos ambientales y de seguridad.

El predio de 1.5 ha, colinda con la carretera estatal número 19 Todos Los Santos – Cabo San Lucas y se encuentra aproximadamente a 8.75 km al noroeste de Cabo San Lucas. Es un predio limpio, sin construcciones ni rellenos con escombros, basura u otro material distinto al natural.

No se prevé la construcción de cimentaciones profundas ya que los equipos son de medidas similares a las de una plataforma para contenedor, para su fácil transportación, por lo que se consideran únicamente las cimentaciones de desplante para su segura fijación.

Las áreas de los patios de maniobras y estacionamientos estarán pavimentadas. Se contará con 2dos áreas de oficinas, una de oficinas generales y la otra para la administración de la operación (cuarto de control), habrá también una caseta de vigilancia y área de servicios. Por tratarse de instalaciones prefabricadas sus componentes serán entregados en el sitio de montaje. Estarán conformadas por una estructura metálica que irá montada sobre una cimentación de concreto previamente colada, que será cubierta con material aislante tipo insulpanel. También se instalará una sala de estar para choferes. Los edificios de oficinas y cuarto de control, serán de una planta. La operación y administración del patio, la realizarán como máximo 15 personas.

La Figura 7, ilustra el polígono de construcción del proyecto, así como las coordenadas del cuadro de construcción. El plano correspondiente se presenta en el Anexo 3.

Mecánica de suelos.

Con la finalidad de verificar las condiciones del suelo del predio, se encomendó realizar una exploración geotécnica, mediante pozos a cielo abierto, para conocer la estratigrafía del suelo y obtener información para proyectar adecuadamente la cimentación de obras y el nivel de desplante. El estudio de Mecánica de suelos se incluye en el Anexo 4.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

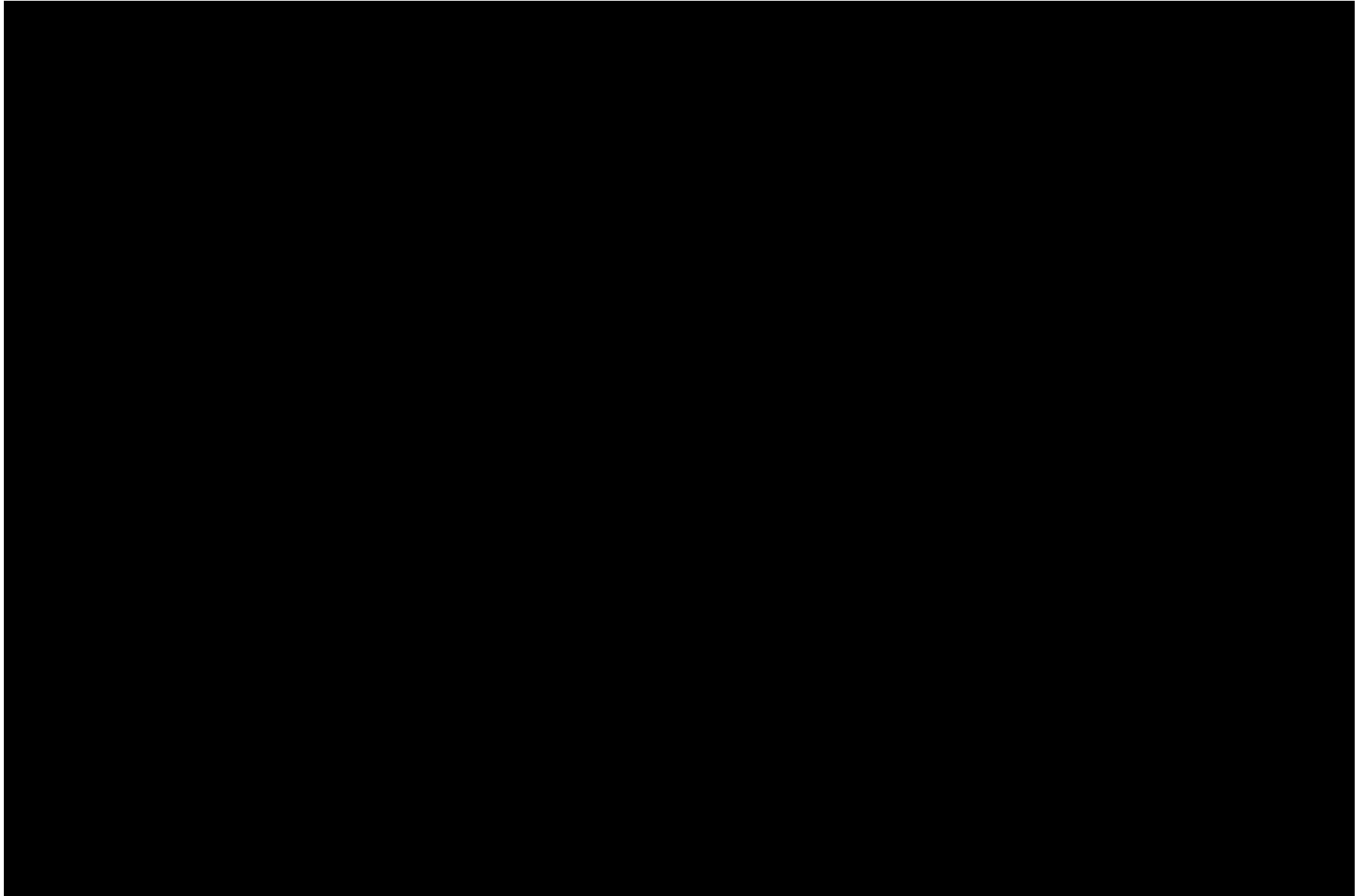


Figura 7.- Polígono del predio del proyecto en el que se encuentra representada la topografía y cuadro de construcción.

Se realizaron tres sondeos a 10 m de profundidad y un pozo a cielo abierto a 1.5 m de profundidad. En ninguno de ellos se encontró el nivel freático. Para la exploración se hicieron sondeos con ensayos de Penetración Estándar (SPT) con la norma ASTM D1586 / D1586M – 18 (Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils), y el procedimiento de exploración y muestreo a Pozos A Cielo Abierto se basó en la norma la NMX-C-431-ONNCCE (Industria de la construcción-Geotecnia-Cimentaciones-toma de muestras alteradas e inalteradas-método de prueba). Las conclusiones de este estudio fueron:

CONCLUSIONES

- ⊕ De acuerdo a los trabajos de campo y de laboratorio, las características del suelo en la zona es la siguiente: Clasificación del suelo mediante SUCS Y AASHTO.
- ⊕ El suelo está compuesto por “**Arena Con Arcilla (SC)**”, “**Arena Con Limo (SM)**”, “**Arena Bien Graduada (SW)**” y “**Arena Con Limo Mal Graduada (SP-SM)**” de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S).

Compacidad del suelo.

El suelo presenta una compacidad de medianamente **densa – muy densa**.

- ⊕ En la zona de estudio, se encontró suelo firme rocoso a una profundidad promedio de 3.0 metros
- ⊕ El suelo tiene una capacidad de carga de 14.5 t/m². Se puede consultar la tabla de análisis de capacidades de carga en la página 14 de este informe, el análisis se ha hecho con desplantes (Df) de 0.6 – 3.0 metros y 0.5 – 4.0 metros de ancho (B) para la cimentación corrida y 1.0 – 8.0 metros de ancho (B) para zapata aislada. Y para la losa de cimentación se con desplantes (Df) de 0.5 – 3.0 metros y de 1.0 – 8.0 metros de ancho (B). *(el análisis se limita 2 metros de profundidad debido que la muestra a pozo a cielo abierto fue a una profundidad 1.5 metros)*.
- ⊕ En el sitio se encuentra un suelo tipo II, con una velocidad de onda de propagación de 418 m/s. Con un periodo del suelo en el sitio, Ts = 0.10.
- ⊕ Análisis de material nativo (Terreno Natural) como capa subrasante. El suelo nativo con estrato de 0.0 – 3.0 metros de profundidad con respecto al nivel de terreno actual, en cual se pretende llevar el proyecto se analizó como capa subrasante (anexo de tabla en la página 39). Dando con el resultado de que NO CUMPLE con las características como capa subrasante, pero cumple con las características de calidad como capa para terraplén (relleno).

RECOMENDACIONES

Para la cimentación superficial.

- ⊕ De acuerdo a la capacidad de carga y las características del suelo, así como también la ubicación del sitio y el tipo de proyecto, se recomienda utilizar una *zapata aislada o zapata corrida*.
- ⊕ El desplante no debe ser menor de 1.2 m.
- ⊕ Si el proyecto demanda que el nivel de desplante sea mayor que el nivel actual del suelo o rellenar para compensar el nivel de suelo, se recomienda hacer plataformas con material de banco que cumpla con las características como capa subrasante de acuerdo a la norma N-CMT-1-03-02 (SCT).
- ⊕ Para la conformación de plataformas deberá colocarse a capas de 20 cm con grado de compactación de 100 % de acuerdo a su peso volumétrico seco máximo.

- ⊕ Durante la conformación de plataformas se recomienda retirar agregados pétreos mayores de 3 pulgadas, retirar cualquier material orgánico para alcanzar el grado de compactación deseada y evitar futuros asentamientos.

I.1.2. Proyecto mecánico

ISO Tanques

El tanque ISO es el contenedor principal donde se recibe el GNL en UREGAS. Estos son contenedores tipo UN T-75 (intermodales, aprobados para transportar GNL por barco, carretera o tren) buques Dewar aislados al vacío dentro de un marco ISO estándar de 40 pies.

Cada tanque ISO está equipado con un gabinete de tubería orientado hacia atrás que permite una instalación de lado a lado sin hacer que ningún componente crítico sea inaccesible. El contenedor ISO tendrá dos conexiones dedicadas para la plataforma de carga, una para entrada de GNL a la parte inferior del tanque; y otro para retorno de vapor para evitar incrementos de presión en el proceso de llenado.

Las entradas de líquido (fondo) en el tanque ISO cuentan con una válvula de bloqueo contra incendios que se cerrará automáticamente y aislará el tanque si se expone al fuego o al calor. Esta válvula generalmente se abre mecánicamente y se mantiene abierta mediante una palanca de enlace fusible que, si se expone al calor, libera el mecanismo y provoca un cierre por resorte de la válvula. Esta válvula de bloqueo contra incendios también tiene la capacidad de activarse externamente al suministrarle neumática con una conexión de aire diseñada para recibir presión de aire desde el patín de carga. De esta manera, el patín de carga puede abrir o cerrar selectivamente la válvula de bloqueo de fuego al proporcionar o eliminar presión de aire.

Cada tanque ISO también está equipado con una bobina PBU para regular la presión, usada para presurizar el tanque para la descarga. Esta PBU está provista de una válvula de bloqueo contra incendios en la entrada y puede descargar de 250 GPM a 50 psig. La tubería también está equipada para permitir una función PBU de alimentación forzada cuando se descarga el tanque ISO. Esto implica permitir que parte del GNL descargado y bombeado pase a través de la bobina de la PBU, permitiendo que se incremente la presión más rápido para mantener velocidades de descarga más elevadas. Cada tanque también está equipado con un conjunto de dos sensores que leen el nivel y la presión del tanque, señales que están conectadas al bastidor de carga para que el sistema de control lea y valide el estado del tanque.

Detalles de Ingeniería

- ⊕ Capacidad del Tanque: 12,000 LNG Galones (Bruto)
- ⊕ Presión Máxima de Trabajo: rango de 110 a 120 psig
- ⊕ Velocidad Normal de Evaporación del Tanque: < 0.25% de GNL por día.
- ⊕ Dimensiones del Tanque: 40 pie largo x 8 pie ancho x 8 pie 6" alto (estándar ISO)
- ⊕ Materiales de Construcción del Tanque: 304 Acero Inox dentro/fuera marco acero al carbón.
- ⊕ Aprobaciones del Tanque: UN T75, IMDG, US DOT, ASME BPVC

Tabla 5.- Especificaciones generales.

Tipo de tanque	Tanque ISO UN T75
Producto	GNL
Máxima Presión de operación	7.58 Bar (110 psi)
Capacidad de Agua	45,500 litros (12,020 galones)
Rango de Llenado	90%
Peso de tara	11,780 kg (25,970 lbs) (máxima tolerancia 3%)

Peso con Carga	22,220 kg (48,985 lbs)
Peso Máximo Bruto	34,000 kg (74,955 lbs)
Apilado	192,000 kg (423,283 lbs)
Códigos de Diseño	ISO1496, IMDG, ADR, RID, ASME VIII.1, DOT 49CFR, TC
Aprobaciones	CCC, CSC

Las Figuras 8 y 9 muestran los planos del diseño mecánico de los ISO Tanques, y en el Anexo 5, se presentan estos planos.

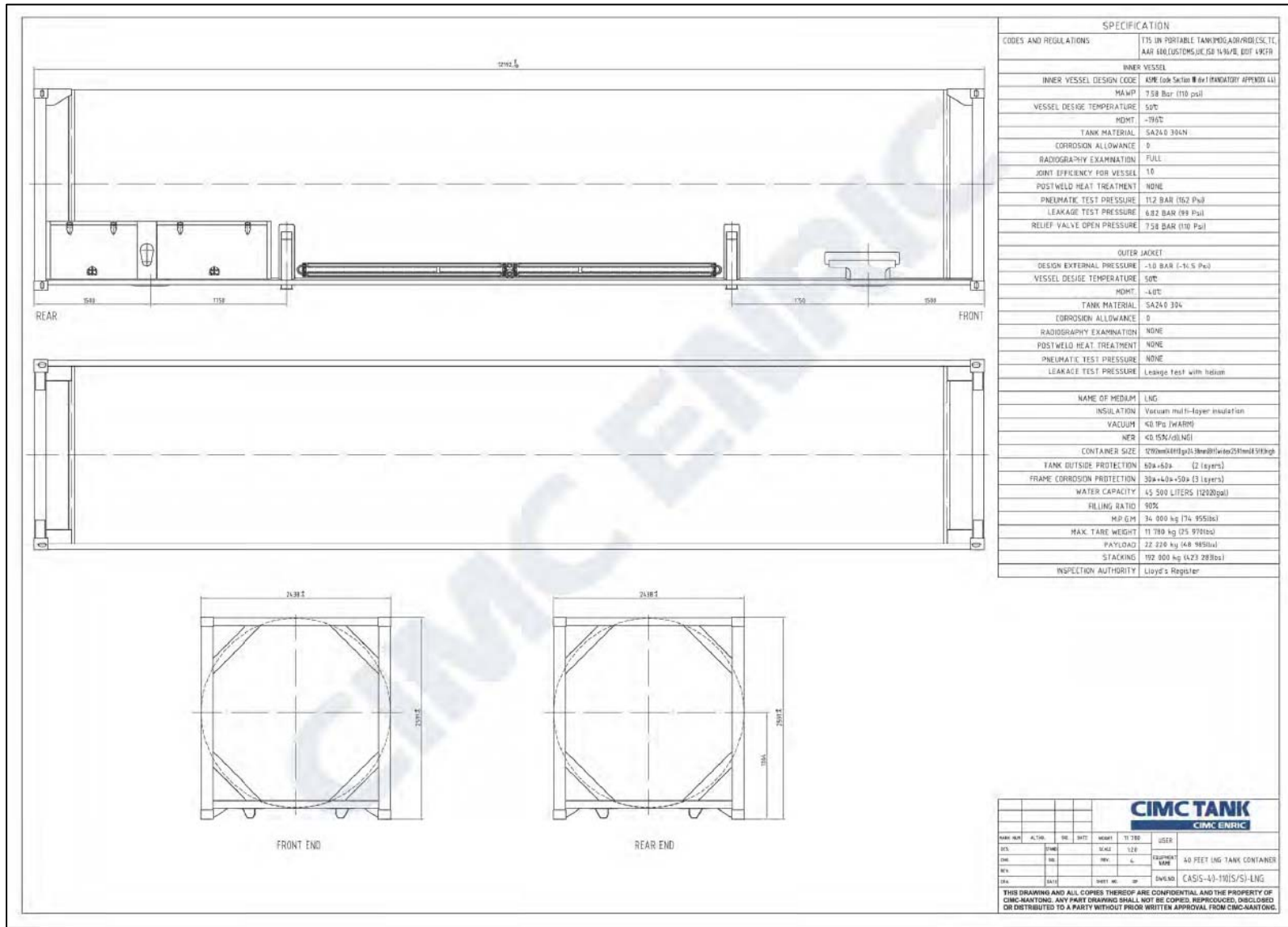


Figura 8.- Especificaciones del ISO tanque.

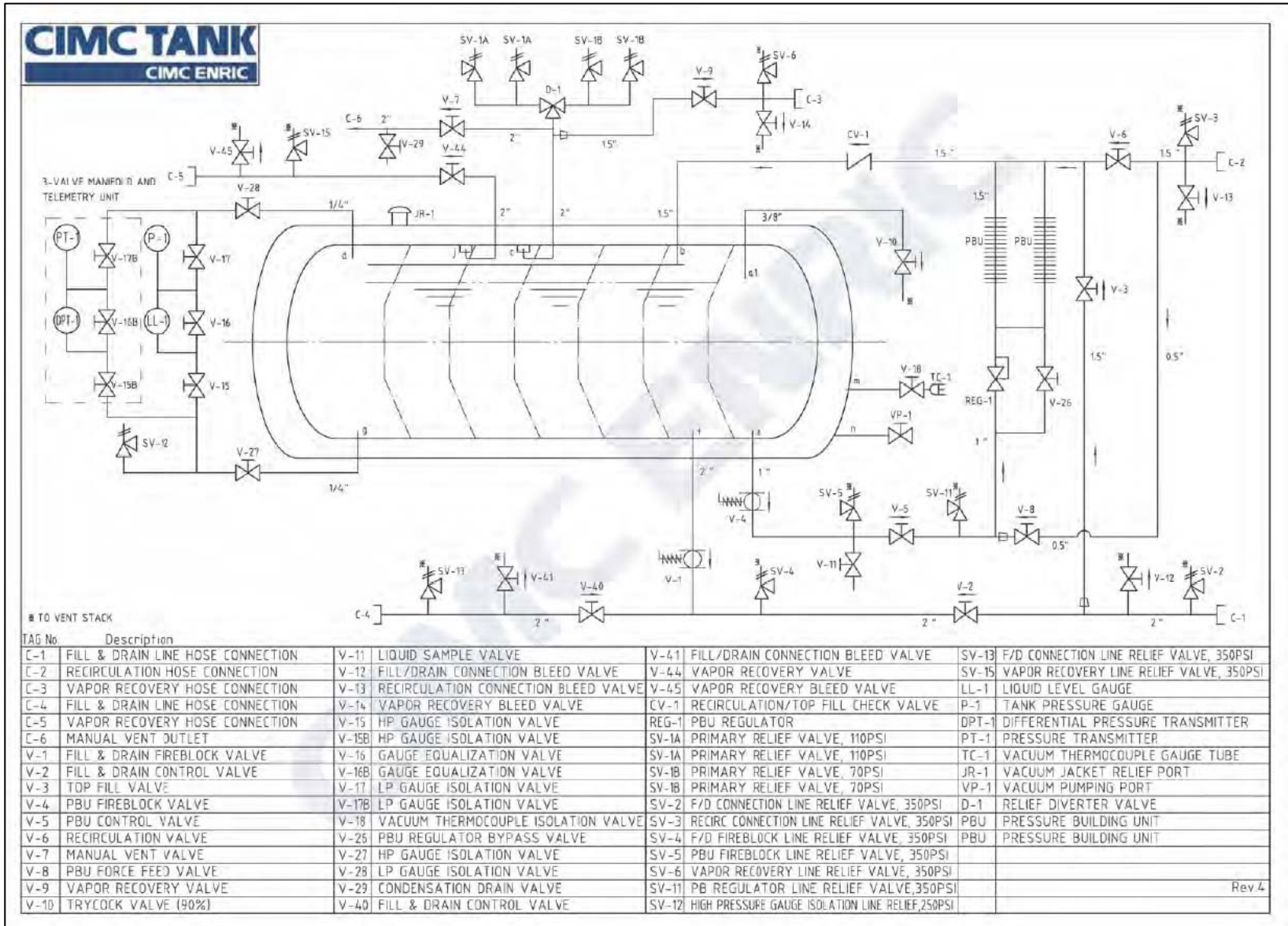


Figura 9. Instrumentación del ISO tanque

Tanque buffer

Los tanques buffer, son recipientes de almacenamiento móvil, mismos que se utilizan como estaciones móviles de clientes que tienen vaporizadores para la regasificación de GNL. Los tanques buffer tienen una capacidad de 16,000 galones. Estos recipientes de gran tamaño están diseñados para optimizar la capacidad de almacenamiento. En el sitio, los tanques buffer actúan como un almacenamiento de gran capacidad para el GNL que se recibe en ISO tanques.

Tabla 6.- Especificaciones Generales

Producto	Metano, liquido refrigerado
Presión Máxima de operación	7.58 Bar (110 psi)
Capacidad de Agua	60,377 litros (15,950 galones)
Temperatura de diseño del recipiente interior	-320°F a 100°F
Temperatura de diseño del recipiente exterior	-20°F a 100°F
Material del recipiente interior: Cabezales: Carcasa:	SA 240 GR 304, SS SA 240 GR 201-2W /201l propiedades químicas, SS
Material del recipiente exterior: Cabezales: Delanteros Traseros Carcasa:	A36, CS SA 240 GR 304, SS SA 240 GR 304, SS / A1011 GR 50, CS
Defensas	3 defensas transversales
Peso de tara	18,597 kg (41,000 lbs) (máxima tolerancia 3%)
Peso máximo de embarque:	24,493 kg (54,000 lbs.)
Códigos de Diseño	ASME Sec VIII div. 1, CGA 341, MC-338

Las especificaciones de diseño del tanque se muestran en la Figura 10 y en el Anexo 6, se presenta este plano.

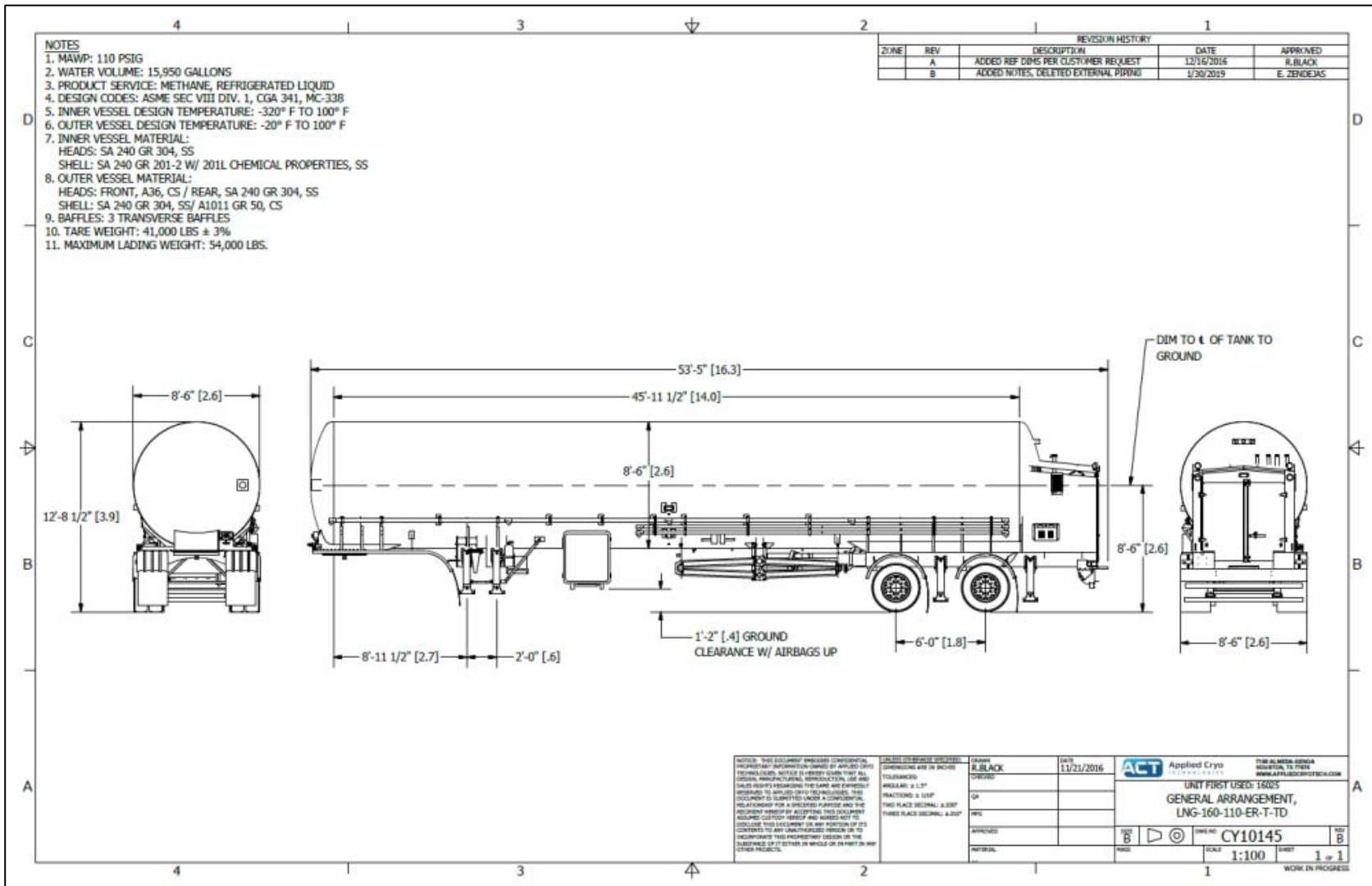


Figura 10.- Especificaciones del tanque buffer

Vaporizadores

El vaporizador es de tipo baño de agua a gas para la vaporización de GNL. Habrá un panel de distribución de energía a bordo para energía de puerto de 480V / 3PH / 60Hz con VFD para distribuir energía de puerto, conectada para el ventilador del vaporizador y la bomba de circulación, todo el sistema de control de la unidad, el sistema ESD y los sistemas de iluminación de servicios públicos, así como un patín de la bomba de GNL externo. Los componentes a gas (quemador) se alimentan con gas de la descarga del vaporizador principal durante las operaciones normales.

Especificaciones de patines

El patín se fabricará a medida y se integrará con las monturas de montaje del vaporizador a gas y la carcasa del quemador. El diseño tendrá acceso a nivel del suelo según sea necesario para el mantenimiento, las operaciones y la configuración del sitio.

Especificaciones:

- ⊕ Construido de acero al carbono pintado
- ⊕ Bandejas de goteo de acero inoxidable incluidas para proteger todas las superficies de acero al carbono debajo de la tubería
- ⊕ Incluye levantar ojos
- ⊕ Dimensiones aproximadas: 8 pies 6 "de ancho x 30 pies de largo
- ⊕ Peso seco aproximado: 35,000 libras.
- ⊕ Incluye luces de trabajo LED en todos los lugares necesarios

Capacidades operativas:

- ⊕ Tasa de flujo máxima: 650,000 SCFH LNG
- ⊕ Máxima presión de operación: 700 psig
- ⊕ Servicio: funcionamiento continuo
- ⊕ Temperatura de entrada de diseño: -320 grados F
- ⊕ Temperatura de funcionamiento de descarga: 60-150 grados F
- ⊕ Condiciones ambientales: 0 grados F a 120 grados F - Todo clima

Las Figuras 11 y I.11 b muestran el diseño mecánico del vaporizador, y en el Anexo 7, se presenta los planos correspondientes.

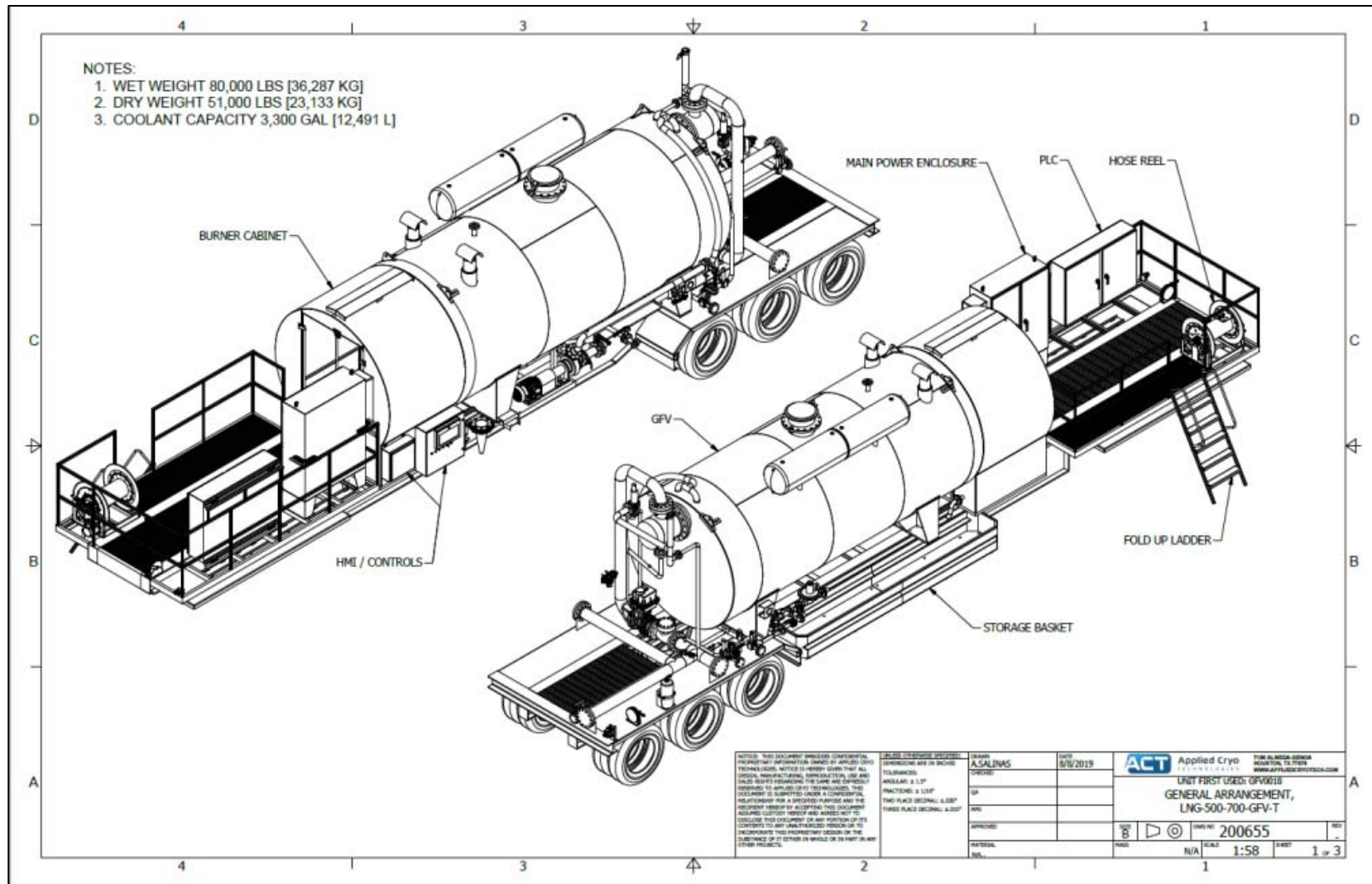


Figura 11a. Arreglo general del vaporizador.

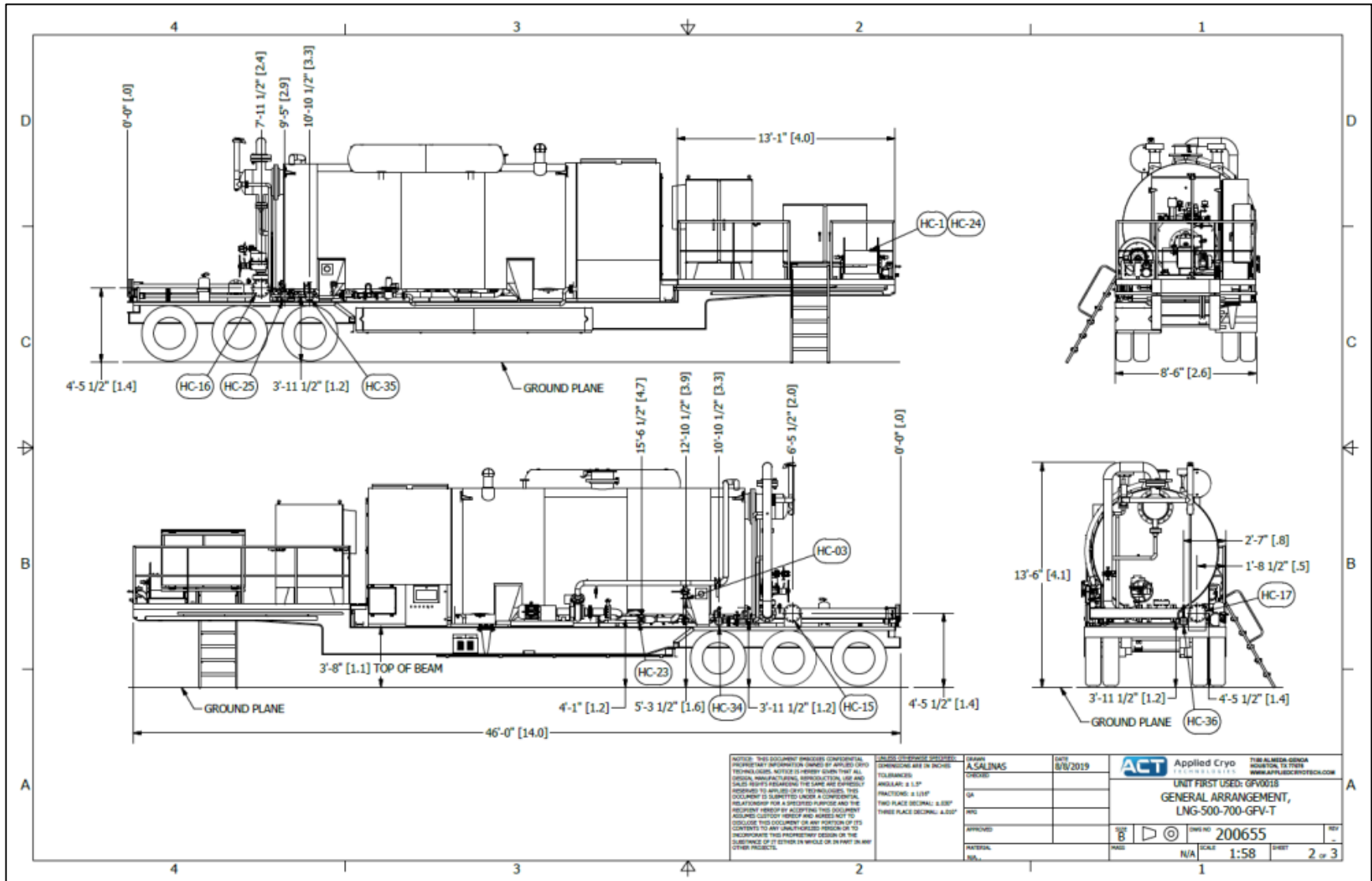


Figura 11b. Arreglo general del vaporizador.

I.1.3. Proyecto sistema contra incendio

El diseño del Sistema Contra Incendio se efectuó de acuerdo a la siguiente normatividad:

- ⊕ NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo
- ⊕ NOM-013-SECRE-2012. Requisitos de seguridad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de terminales de almacenamiento de gas natural licuado que incluyen sistemas, equipos e instalaciones de recepción, conducción, vaporización y entrega de gas natural.
- ⊕ Reglamento Local de Protección Contra Incendio
- ⊕ NFPA 10 Estándar para Extintores Portátiles Contra Incendios
- ⊕ NFPA 13 Estándar para la Instalación de Sistemas de Rociadores
- ⊕ NFPA 15 Estándar para Sistemas Fijos de Agua Pulverizada para Protección Contra Incendios
- ⊕ NFPA 20 Estándar para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección Contra Incendios
- ⊕ NFPA 24 Estándar para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus
- ⊕ NFPA 59^a Estándar para la Producción, Almacenamiento y Manejo del Gas Natural Licuado (GNL)
- ⊕ NFPA 70 Código Eléctrico Nacional
- ⊕ NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización
- ⊕ NFPA 101 Código de Seguridad Humana

Suministro de agua

Para el almacenamiento del agua para uso del sistema contra incendios se utilizará un tanque atornillable el cual tendrá una capacidad de 260,000 galones. Su dimensión es 32.7 pies de diámetro y 43.7 pies de altura. La Figura 12 muestra el diseño de dicho tanque.

Cuarto de bombas

El sistema contra incendio cuenta con un cuarto para alojar las bombas, sus dimensiones son 31 pies por 25 pies por 19.7 pies. Dentro del cuarto estará ubicado el sistema de bombeo que consta de 1 bomba accionada por motor diésel y 1 bomba accionada por motor eléctrico.

El equipo de bombeo tendrá una capacidad de 2,000 gpm @ 135 PSI. La succión del equipo será de 10 pulgadas y su descarga será también de 10 pulgadas. La medición del flujo de agua será por medio de un medidor de flujo de 13 pulgadas de diámetro y el agua será regresada al tanque.

La Figura 13 muestra el arreglo de diseño para el Cuarto de bombas.

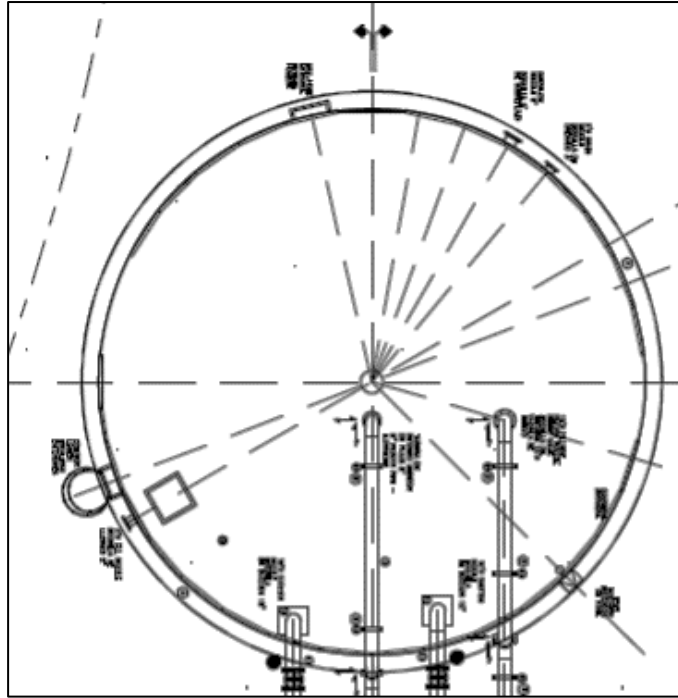


Figura 12.- Tanque de agua contra incendio.

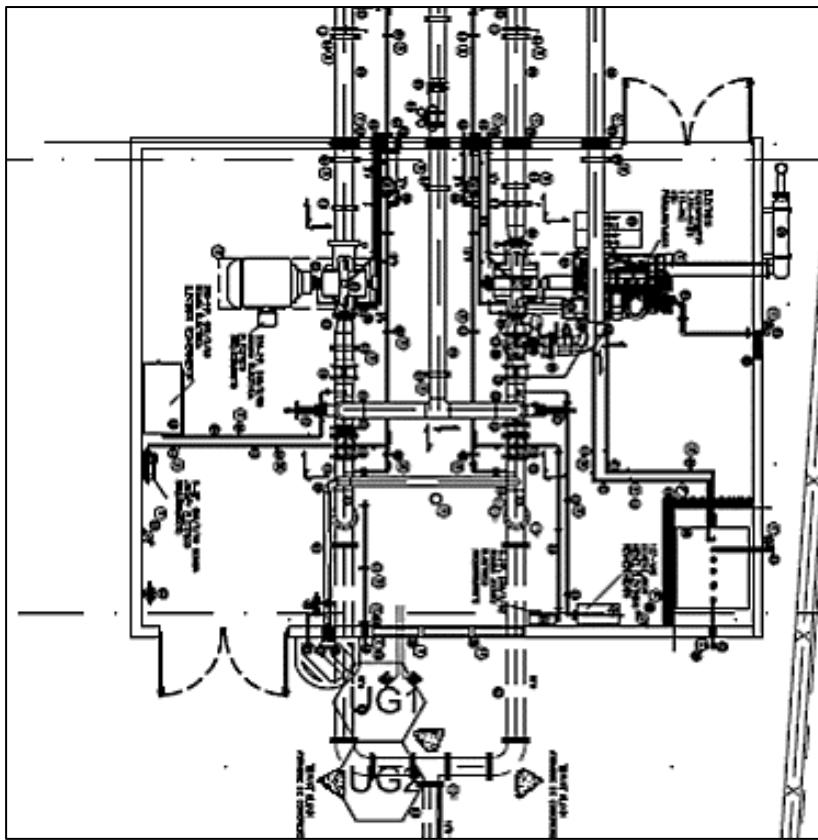


Figura 13.- Arreglo de diseño – Cuarto de bombas.

Red Exterior

La red exterior ha sido diseñada para quedar oculta de manera subterránea, por la que se conducirá el agua desde la bomba hasta los hidrantes, monitores y risers del sistema contra incendios. La tubería exterior tendrá un diámetro de 10 pulgadas CPVC C900 Clase 200. La transición de tubería aérea a enterrada será por medio de carretes de hierro dúctil que serán medidos desde la profundidad de la tubería enterrada hasta máximo 6 pulgadas sobre la superficie.

La tubería será instalada a una profundidad de 5 pies desde lomo de tubo hasta piso terminado. El arreglo de la tubería es anillo. Las válvulas de seccionamiento de la red serán del tipo NRS válvula enterrada.

Contará con derivaciones para tomas de agua en las diferentes áreas como son: patio de maniobras; corredor de servicios; estacionamiento vehículos menores.

Red interior

El sistema de protección contra incendios está diseñado para las siguientes ocupaciones y criterios:

Tabla 7.- Criterios de diseño de la Red interior.

Área	Riesgo	Densidad	Área de calculo	Presión de Cálculo	Agua para mangueras
Oficinas	Ligero	0.10	1,500	7 psi mínimo	100

El sistema contra incendio en las oficinas, es de tipo árbol con derivación tipo garza desde el ramal hasta los 25 rociadores. El rociador es del tipo respuesta rápida con orientación colgante y acabado semi oculto.

Las mangueras del sistema de contraincendios en oficinas es clase II, estas se conectarán a los cabezales de los sistemas en los que se encuentran. Las tuberías que alimentan a la estación de manguera es de 1^{1/2} pulgadas de diámetro.

Extintores

Los extintores a colocar serán 3 del tipo ABC de 10 lb., y se colocarán en Oficinas, principalmente en las salidas y a una distancia entre ellos de 75 pies.

Sistema de Alarmas Contra incendio

Se instalará un sistema de alarma tipo, el cual será controlado a base de microprocesadores instalados de acuerdo con NFPA.

El sistema de alarma de incendio contará con los siguientes equipos:

- ⊕ El Panel de Control de Alarma NFS-320 y estará instalado en el cuarto de control. Este controlara al sistema de alarmas en su totalidad accionando los dispositivos de notificación en caso de ser necesario.

- ⊕ Detección de humo FSP-951 y detectores de calor FST-951, proveen la iniciación para la activación de la notificación de forma automática.
- ⊕ Estaciones de jalón NBG-12LX estarán colocadas en rutas naturales de escape y en salidas de emergencia para activar la notificación de manera manual.
- ⊕ Sirenas con estrobo marca System Sensor P2RL, proveen los medios para la notificación de forma audible y visible además de estrobos SRL. Estarán ubicadas para ser escuchadas 15 dB por encima del nivel de ruido promedio en cualquier lugar del predio protegido.
- ⊕ Fuentes de poder remotas serán colocadas en el sistema de alarma contra incendio para alimentar a los dispositivos de notificación durante una alarma de incendio. Cada una de estas fuentes de poder remota utilizarán para alimentar a un máximo de 4 circuitos de notificación.
- ⊕ Baterías recargables BAT-1270 se colocarán tanto en las fuentes de poder remotas como en el panel de control de alarma. Estas baterías deberán ser capaces de proporcionar la alimentación suficiente para que el sistema de alarmas trabaje durante 24 horas sin suministro de corriente eléctrica y después de este periodo deberán ser capaces de dar la corriente necesaria al sistema de alarmas para trabajar durante 5 minutos en estado de emergencia.
- ⊕ Se utilizará tubería EMT pared delgada 3/4" diámetro, cajas metálicas de 4"x4" y accesorios estándar para alojar el cableado.

Supervisión del cuarto de Bomba contra incendio

El sistema de Alarmas deberá ser capaz de monitorear las siguientes categorías del cuarto de bombas:

- ⊕ Bomba encendida
- ⊕ Estado de la bomba
- ⊕ Selector encendido/apagado
- ⊕ Problemas de batería
- ⊕ Nivel Diésel
- ⊕ Nivel bajo de cisterna
- ⊕ Interruptor de válvulas OSY tipo compuerta
- ⊕ Detección de calor en cuarto de bombas
- ⊕ Detector de flujo

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

Descripción del proceso

Recepción de ISO tanques

Se destinará una fracción del predio para ser utilizado como patio de recepción de ISO contenedores con Gas Natural, provenientes del Puerto de Pichilingue, municipio de La Paz, BCS.

Una vez que ingresó el camión, se deben realizar las maniobras necesarias para estacionar el ISO contenedor en posición y cercano al Patín de Bombeo, en donde se descargará el gas del contenedor a un Tanque Regulador también denominado Tanque buffer.

Una vez descargado el Gas, el tracto-camión retirará el tanque para abandonar las instalaciones y dirigirse de nuevo, al sitio de abastecimiento.

Regasificación

El tren de regasificación de alta presión es un grupo de componentes diseñados y construidos para proporcionar una presurización (bombeo) y vaporización (calentamiento) de GNL para ser transformado de su estado transportable líquido y de baja presión, a vapor (gas) y en estado de alta presión necesario para ser utilizado como una fuente de combustible para la generación de energía (ver Figura 14.).

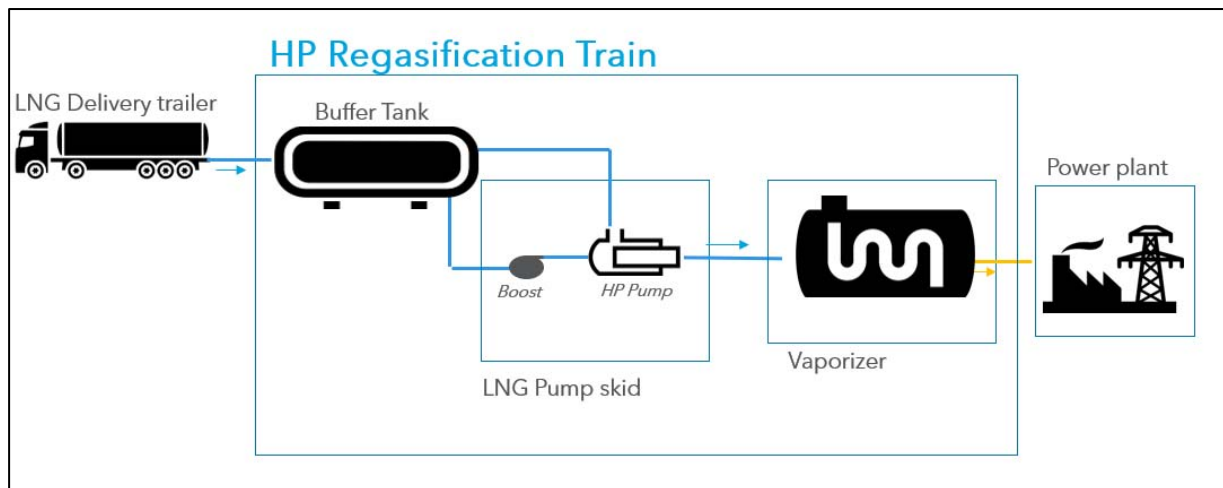


Figura 14.- Tren de regasificación.

El equipo se compone de tres partes principales que funcionan en conjunto como una sola unidad y son supervisadas por un sistema de control central.

Todo el sistema se compone de varios lazos de control independientes que se supervisan mediante un sistema de control de procesos centralizado. Como parte integral del sistema de seguridad (SIS por sus siglas en inglés), las condiciones de alarma y emergencia se propagan a través del sistema para llevar toda la instalación a una condición de parada segura o paro de emergencia (ESD por sus siglas en inglés).

Bahía de descarga. Recepción de GNL a las instalaciones de GNL

- ⊕ Controlado por: Funcionamiento semiautomático por el operador de descarga y el sistema de control
- ⊕ Operado por: Operador(es) de descarga a través de la estación de botón de inicio / parada
- ⊕ Supervisado por: operador de la sala de control y sistema de seguridad automático
- ⊕ Capacidad de funcionamiento: Descarga de hasta 2 (dos) tanques ISO simultáneos a través de (2) dos bombas de descarga independientes, cada una capaz de lograr 200 a 250 GPM de GNL. Cada estación de bombeo puede soportar hasta 2 tanques ISO conectados simultáneamente, pero solo uno descargado activamente.
- ⊕ Dependencia del lazo de control
- ⊕ El estado del sistema de seguridad esta "OK" (Gas/fuego y e-stops están "OK")
- Disponibilidad del tanque búfer para recibir GNL. Las operaciones de la bomba se desactivan si el tanque búfer está en/o por encima del nivel de llenado máximo (Nivel de alarma alta, establecido en 85% del nivel del tanque) monitoreado a través del transmisor de nivel del tanque (LT-01 en el tanque) y con redundancia de LS-01
- Disponibilidad de la bomba para bombear GNL. Las bombas de GNL deben enfriarse previamente antes de poder operarse. Esto se controla mediante el transmisor de temperatura de la bomba (TT-002). La bomba debe estar a una temperatura igual o inferior a -160 °F durante más de 5 minutos antes de que se conceda permiso a la bomba.
- Disponibilidad de GNL de origen, que es monitoreada tanto por la entrada de presión en la bomba (PT-002) como por la carga de la bomba (amperios) en la bomba. El sensor de entrada de la bomba debe leer un mínimo de 30 PSig, y la carga de la bomba debe ser de 12 o más amperios. Si la bomba no cumple esta condición durante más de 20 segundos, se activa la alarma, lo que indica que la ISO receptora está vacía.
- ⊕ Filosofía del control
- La bahía receptora es algo independiente del resto de la instalación en el sentido de que permitirá las operaciones de la bomba si el sistema de regasificación no está activo, siempre y cuando el nivel del tanque búfer esté disponible para recibir GNL. Tiene una dependencia en el sistema de seguridad (SIS), y cualquier condición de alarma bloqueará la capacidad de la bahía de la bomba / descarga para recibir GNL. En condiciones normales:
- Conductor del tractor se estaciona/posiciona el ISO de entrega completa en la plataforma de descarga
- El operador de descarga prepara el contenedor ISO de entrega para la descarga (lista de comprobación de descarga), que incluye, pero no se limita a comprobar el inventario y el estado del tanque; asegurar que el tanque ISO no pueda moverse mediante el uso de gargantillas de ruedas, fijando el contenedor ISO a la bahía receptora de la bomba y conectar las mangueras receptoras de GNL.
- El operador de descarga alinea las válvulas ISO para la descarga y espera a que otro ISO termine antes de iniciar la descarga. Nota: Las descargas simultáneas (2 ISOs por bomba) son posibles y no perjudiciales para el funcionamiento del equipo. Es sólo una secuencia no deseada ya que la conexión, descarga y tiempo de desconexión no están optimizados.
- La descarga se inicia enfriando la bomba. El sistema de control supervisa la temperatura de la bomba (como se describe en la dependencia del lazo de control) y proporciona una señal para que el operador de descarga inicie la bomba. El operador de descarga presiona el botón START y la bomba comienza a succionar GNL del tanque búfer.
- El operador de descarga utiliza el tiempo de espera para desconectar el ISO que acaba de vaciar y alinear el siguiente ISO en el lugar del ISO vacío.
- Una vez vaciado (35 a 40 minutos), el sistema de control detecta la condición con sensores por la falta de temperatura, presión y carga de la bomba (ver dependencia del bucle de control) y detiene la bomba.

- El ISO se desconecta, se asegura (lista de comprobación de desconexión) y se envía de vuelta al terminal para recargar. El proceso se reinicia con el siguiente ISO contenedor.
- El GNL transferido desde el módulo de bomba de descarga se envía directamente a los tanques búfer. El GNL se bombea a través de la parte inferior del tanque búfer si la presión del tanque está por debajo de 40 PSig, o la parte superior del tanque si la presión del tanque está por encima de 50 PSig. Esto permite que la bomba mantenga el control de la presión del tanque, y es controlada por el sistema de control a través de las válvulas de llenado automatizadas superior e inferior ubicados en el tanque.

⊕ Condiciones adversas

La siguiente es una lista de las condiciones adversas experimentadas en el área de recepción de GNL:

- La presión de descarga de la bomba es demasiado alta.
 - Posible causa: Mal alineamiento en las válvulas que alimentan el GNL desde la bomba hasta el tanque de amortiguación.
 - Comportamiento del sistema de control / acción segura: Aunque este escenario no representa un peligro (la bomba sólo puede producir alrededor de 200 PSig en las peores condiciones, mientras que el sistema de tuberías puede sostener 275 PSig), la bomba se detiene y se enclava.
- Presión de entrada de la bomba demasiado baja / temperatura demasiado alta / carga demasiado baja.
 - Posible causa: El GNL no se alimenta para bombear la succión. Posible contenedor ISO de entrega vacío o válvulas alineadas incorrectamente
 - Comportamiento del sistema de control / acción segura: La bomba permite continuar sólo durante 20 segundos, después se detiene, y la bomba está entrelazada. Los operadores de la sala de descarga y control son alertados. La bomba se puede reiniciar después de reiniciar la alarma.

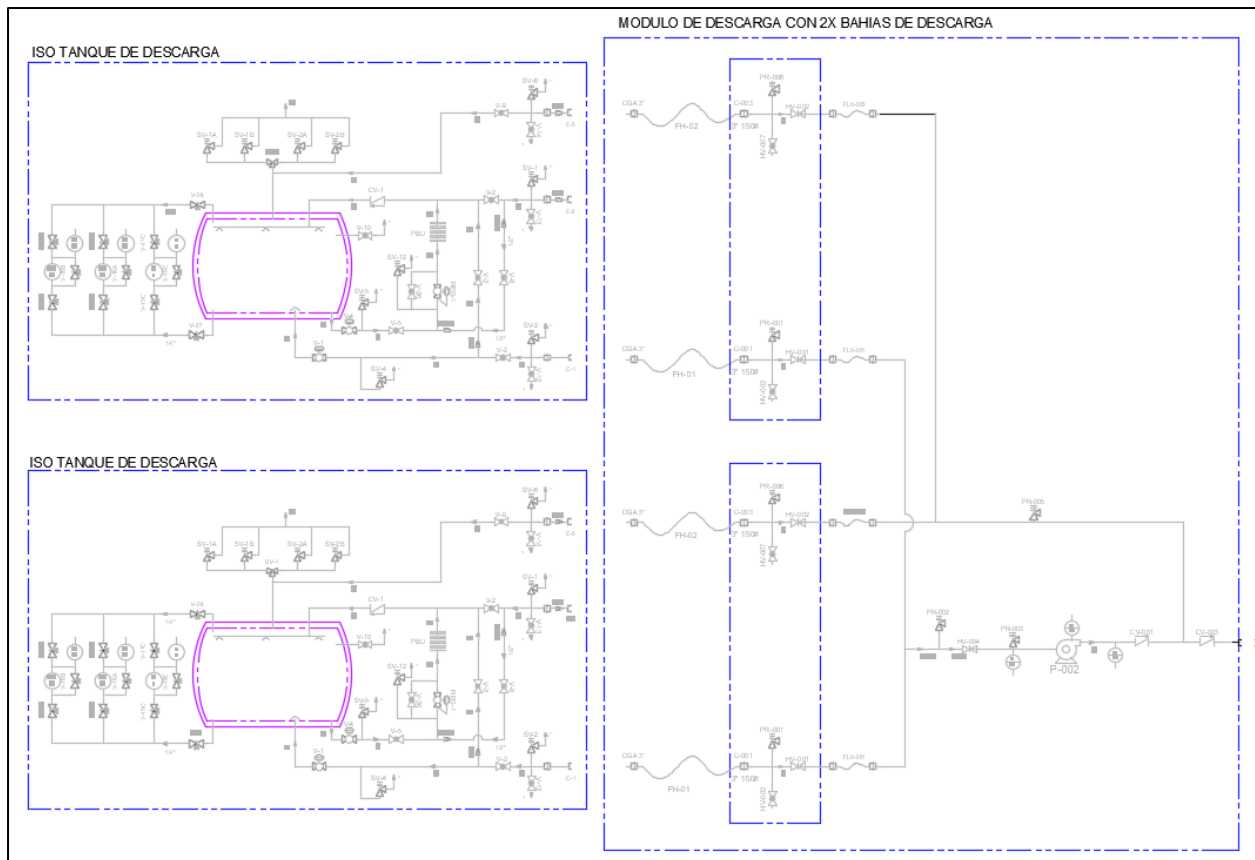


Figura 15.- Tanque de descarga y bomba de descarga.

- ⊕ Tanque Búfer a Modulo de bomba de alta presión
- ⊕ Controlado por: Sistema de control
- ⊕ Operado por: Sistema de control
- ⊕ Supervisado por: operador de la sala de control y sistema de seguridad automático
- ⊕ Capacidad de funcionamiento: Entrega hasta 221 galones de GNL por minuto desde el tanque de amortiguación hasta el patín de la bomba a 30 a 60 PSIG
- ⊕ Dependencia del bucle de control:
- ⊕ El estado del sistema de seguridad esta "OK" (Gas/fuego y e-stops están "OK")
- Disponibilidad del tanque de búfer para proporcionar GNL. Las operaciones de la bomba se desactivan si el tanque búfer está en o por debajo del nivel mínimo de entrega de la bomba (alarma baja de nivel, establecida en el 30% del nivel del tanque) monitoreado a través del nivel del tanque (LT-01 en el tanque) y con redundancia del LS-01
- El proceso de regasificación está activo y el sistema vaporizador está listo para recibir GNL. Esto es verificado por el estado del sistema vaporizador y la temperatura del refrigerante de regasificación (>100 °F)
- ⊕ Filosofía de control:
Se trata de un proceso automático una vez habilitada la regasificación. Las válvulas del tanque búfer se abren para permitir que el GNL fluya al módulo de la bomba. Si la presión del tanque es demasiado baja, se activa la unidad de acumulación automática de presión (menos de 25 PSIG) y la presión en el tanque búfer aumenta automáticamente hasta que alcanza los 45 PSIG.
- ⊕ Condiciones adversas.
La siguiente es una lista de condiciones adversas experimentadas en el área de entrega de GNL:
- Nivel del tanque demasiado bajo
 - Posible causa: parada de la operación (selectiva) o incapacidad para reabastecer el tanque búfer.
 - Controlar el comportamiento del sistema / acción segura: No se realizan acciones en este nivel. Las bombas de alta presión están desactivadas.

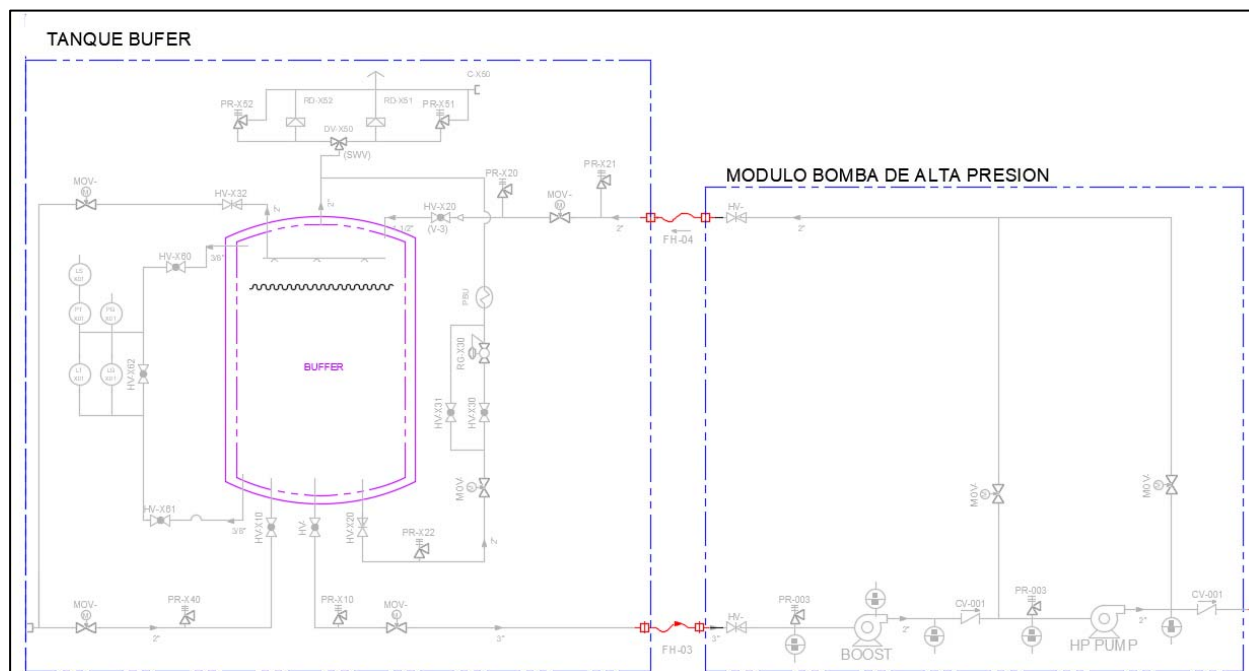


Figura 16.- Tanque búfer y módulo de bomba de alta presión.

- ⊕ Módulo de bomba de alta presión
- ⊕ Controlado por: Sistema de control
- ⊕ Operado por: Sistema de control
- ⊕ Supervisado por: operador de la sala de control y sistema de seguridad automático
- ⊕ Capacidad de funcionamiento: Entregue hasta 221 galones de GNL por minuto al vaporizador a una presión de 300 a 650 PSig
- ⊕ Dependencia del bucle de control:
 - Disponibilidad del tanque búfer para proporcionar GNL. Las operaciones de la bomba se desactivan si el tanque búfer está en o por debajo del nivel mínimo de entrega de la bomba (alarma baja de nivel, establecida en el 30% del nivel del tanque) monitoreado a través del nivel del tanque (LT-01 en el tanque) y con redundancia del LS-01
 - El proceso de regasificación está activo y el sistema vaporizador está listo para recibir GNL. Esto es verificado por el estado del sistema vaporizador y la temperatura del refrigerante de regasificación (>100F)
 - Disponibilidad de la bomba para bombear GNL. Las bombas de GNL deben enfriarse previamente antes de poder operarse. Esto se controla mediante el transmisor de temperatura de la bomba (TT-002). La bomba debe estar a una temperatura igual o inferior a -160 °F durante más de 5 minutos antes de que se conceda permiso a la bomba.
- ⊕ Filosofía de control:

Este es un proceso semiautomático que requiere la intervención de la sala de control para comenzar. El proceso sigue:

 - Se inicia el proceso de regasificación y se selecciona (n) una(s) bomba(s) específica(s) como primarias. Esto permite tanto el impulso como la bomba de alta presión.
 - Tanque búfer asociado con el suministro de GNL abierto de la bomba y las válvulas automatizadas de retorno de vapor
 - Se abren las válvulas automáticas de enfriamiento de la bomba
 - El sistema de control supervisa el proceso de enfriamiento de la bomba y proporciona una indicación correcta para que el operador de la sala de control inicie la bomba
 - La bomba de aumento (boost pump) se activa primero, lo que comienza a enfriar la bomba de alta presión. El sistema de control supervisa el proceso de enfriamiento de la bomba y proporciona una indicación correcta para que el operador de la sala de control inicie la bomba.
 - Se inicia la bomba de alta presión y se envía GNL de alta presión al vaporizador
- ⊕ Condiciones adversas.

La siguiente es una lista de condiciones adversas experimentadas en el área de la bomba de alta presión de GNL:

 - La presión de descarga de la bomba es demasiado alta.
 - Posible causa: Mal alineado en las válvulas que alimentan el GNL desde la bomba hasta el vaporizador
 - Comportamiento del sistema de control / acción segura: La bomba está entrelazada y la válvula de reciclaje (salida de la bomba de vuelta al tanque búfer) se abren para aliviar el exceso de presión. Las bombas están equipadas internamente con dispositivos de alivio de presión que alivian la pila de ventilación si la presión supera los 700 PSig.
 - Presión de entrada de la bomba demasiado baja / temperatura demasiado alta / carga demasiado baja.
 - Posible causa: El GNL no se alimenta para bombear la succión. Posibles válvulas alineadas incorrectamente
 - Comportamiento del sistema de control / acción segura: La bomba puede continuar sólo durante 20 segundos, después de lo cual se detiene, y la bomba está entrelazada. Los operadores de la sala de control están alarmados. La bomba se puede reiniciar después de reiniciar la alarma.
 - Vaporización y entrega de gas
- ⊕ Controlado por: Sistema de control

- ⊕ Operado por: Sistema de control
- ⊕ Supervisado por: operador de la sala de control y sistema de seguridad automático
- ⊕ Capacidad de funcionamiento: Reciba hasta 221 galones de GNL por minuto del patín de la bomba a 300 a 650 PSIG y vaporice a 1,100,000 SCFH a 60-100 °F con una presión de 250 a 650 PSIG.
- ⊕ Dependencia del lazo de control:
 - El estado del sistema de seguridad es "OK" (Gas/fuego y e-stops están "Ok")
 - El estado del vaporizador a gas es OK. Esto incluye la temperatura del agua de refrigerante "OK", el agua de la bomba de recirculación / presión / carga está "OK"; el nivel del tanque de refrigerante está "OK".
 - El estado del tren de descarga de gas está "OK". Esto incluye: El tren de suministro de gas no ha detectado una pérdida repentina de presión (5 PSIG por segundo) y/o un aumento repentino del caudal (100.000 SCFH por segundo). El tren de suministro de gas no ha detectado la temperatura de suministro de gas frío (menos de 50 grados °F)
- ⊕ Filosofía de control:

Este es un proceso automático que no requiere la entrada manual del operador para iniciarse. El operador de la sala de control confirma el inicio del proceso y el sistema:

 - Abrir los tanques búfer asociados con el tren de gas
 - Abrir / iniciar la refrigeración de las bombas de alta presión asociadas con el tren. Esto permite que el GNL de baja presión fluya desde el tanque búfer al vaporizador, lo que ayuda al proceso de enfriamiento y proporciona el combustible necesario para el arranque del vaporizador a gas
 - Se inician las bombas de refrigerante
 - El sistema de quemador de gas se activa si es necesario. El sistema de quemador de gas es la pieza de equipo a cargo de calentar el refrigerante que luego calienta el paquete del vaporizador de GNL. El quemador se activa si la temperatura del refrigerante es inferior a 100 °F, y se apaga automáticamente si/cuando la temperatura alcanza los 140 °F. El quemador está equipado con un sistema automático de operación y seguridad, que realiza los siguientes pasos:
 - Al recibir la solicitud de "llamada de calor", la presión del gas, la temperatura del refrigerante y el nivel de refrigerante se comprueban para el nivel adecuado
 - El sistema de quemadores inicia la inyección del ventilador (aire) como un ciclo previo a la purga que dura 2-3 minutos. Esto se realiza para limpiar /desplazar cualquier posible gas atrapado dentro de la cámara de combustión.
 - El sistema de quemadores activa el circuito piloto/encendido, que es un pequeño piloto de gas con un encendido de arco/chispa. El sistema de quemadores está equipado con un sensor UV/IR que monitorea la presencia de una llama. No continuará hasta que se vea una llama clara en el circuito piloto
 - El sistema de quemadores coloca la mezcla de aire/combustible en una llama baja (10% de la velocidad del quemador, o alrededor de 1,5 MMBTU/h.) yhr.) busca la ignición de la mezcla. El aumento de la llama se observa a través del sensor de llama UV/IR.
 - El quemador comienza a modular la velocidad de disparo según lo solicitado por el sistema de vaporización
 - Al cancelar la "llamada de calor", el sistema de control del quemador cierra inmediatamente las válvulas de combustible para apagar la llama y entra en un ciclo de "post purga" que circula aire a través de la cámara de combustión para garantizar que el gas no está atrapado.
 - Condiciones adversas.

La siguiente es una lista de condiciones adversas experimentadas en el área de vaporización:

 - Temperatura del refrigerante demasiado fría (menos de 70 °F)
 - Posible causa: Quemador de gas disparado
 - Comportamiento del sistema de control / acción segura: La bomba de alta presión está entrelazada y la válvula de descarga final se cierra para evitar el exceso de vaporización a la tubería.
 - Presión de descarga de gas demasiado baja / caudal demasiado alta
 - Posible causa: Rotura de tuberías (descendente)

- Comportamiento del sistema de control / acción segura: Bomba de alta presión de enclavamiento (parada), cierre la válvula de descarga final.
- Temperatura de descarga de gas demasiado baja (50 °F) / demasiado alta (150 °F)
- Posible causa: Falta de potencia de vaporización debido al nivel de refrigerante o a la función de mal funcionamiento de la bomba de refrigerante.
- Comportamiento del sistema de control / acción segura: Bomba de alta presión de enclavamiento (parada), cierre la válvula de descarga final.
- Temperatura del refrigerante demasiado caliente (más de 140 °F)
- Posible causa: Flujo de vaporización insuficiente para que coincida con la entrada de energía del quemador en el refrigerante
- Control del comportamiento del sistema / acción segura: Esto no es una emergencia en sí. Tanto el quemador como el sistema de control del vaporizador tienen sondas independientes que leen la temperatura y evitan que el quemador caliente aún más el refrigerante.
- Nivel de refrigerante demasiado bajo
- Posible causa: Fuga de refrigerante en bombas de refrigerante externas, o evaporación normal del refrigerante.
- Comportamiento del sistema de control / acción segura: La vaporización (proceso de regasificación) y las bombas se detienen y entrelazan. Esto se debe a que el nivel de refrigerante podría estar por debajo del nivel del vaporizador, lo que significa que el refrigerante no está en contacto con el vaporizador. Esto causaría falta de capacidad de vaporización.

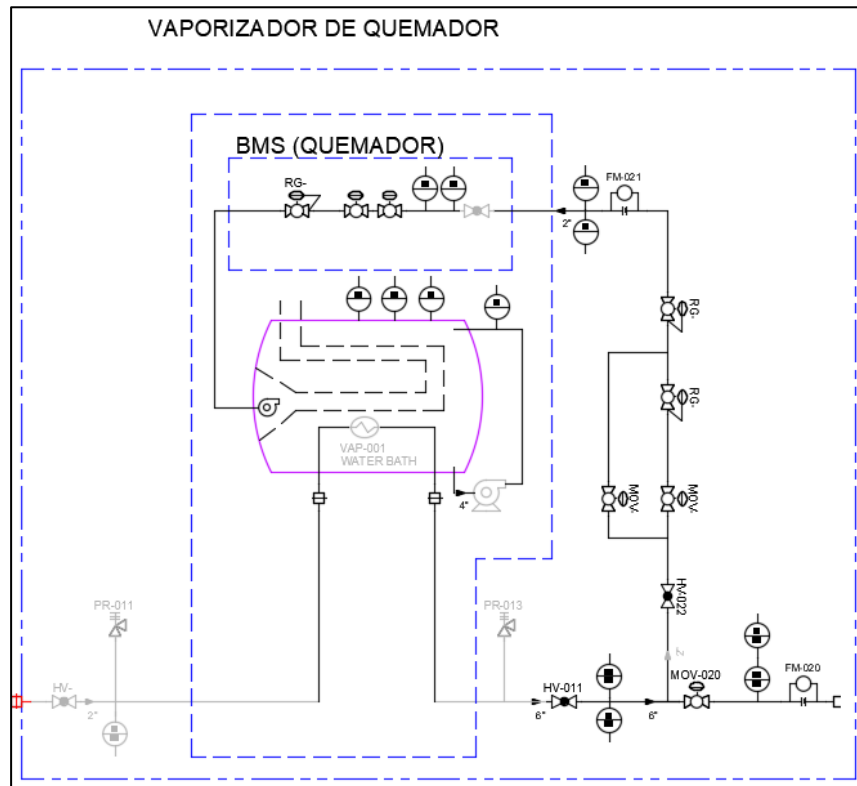


Figura 17.- Vaporizador a gas.

- ⊕ En el sistema de regasificación no almacenara más de 20 Toneladas de GNL.
Con base en la NOM 013 SECRE 2012 Requisitos de seguridad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de terminales de almacenamiento de gas natural licuado que incluyen sistemas, equipos e instalaciones de recepción, conducción, vaporización y entrega de gas natural y NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, se hace el cálculo del volumen de agente extintor requerido:

$$Kg_{\text{ Polvo químico}} = \frac{10kg}{Ton_{\text{ GNL}}} * 20 Ton_{\text{ GNL almacenado}} = 200 Kg_{\text{ Polvo químico}}$$

Se instalarán 4 extintores marca Trifuego modelo T150 (Figura 18) de polvo químico purpura K de 68 kg, dando un total de 272 kg, con lo que se cuenta con un excedente de 72 kg.

Los extintores estarán ubicados estratégicamente para que sea posible desplazarlos de manera inmediata a los sitios donde se requieran.



Figura 18.- Extintor Trifuego modelo T150.

Materias primas

En la siguiente tabla se muestran los insumos requeridos para la operación de la Uregas Los Cabos; así como las cantidades de reporte de las sustancias que se incluyen en los listados de actividades altamente riesgosas emitidos por la Secretaría de Gobernación.

Tabla 8.- Sustancias utilizadas en la Uregas Los Cabos.

Sustancia	Cantidad de reporte	Recipiente	Capacidad	Máxima cantidad almacenada
Agua desmineralizada	No aplica	1 tanque	151 m3	151 m3
Diésel	No aplica	1 tanque	1 m3	1 m3
Gas natural	500 kg	8 isotanques * 2 tanques buffer	45.5 m3 c/u 60.3 m3 c/u	218 ton**

* En promedio se tendrán 8 isotanques llenos, permanentemente en la terminal. ** Considerando una densidad de 450 kg/ m3 (H. Talavera. Medios de Transporte de Gas Natural Licuado: GNL. GN – La Revista del Gas Natural)

I.2.1. Hojas de seguridad

De acuerdo con los listados publicados por la Secretaria de Gobernación, que clasifican a las actividades altamente riesgosas; la única sustancia peligrosa que se maneja en la Uregas Los Cabos, en cantidades mayores a la de reporte, es el gas natural; siendo su principal constituyente el metano. Un resumen de las principales características de este gas se muestra a continuación.

Tabla 9.- Características del Gas Natural.

Característica	Valor
Sustancia	Metano
No. CAS	74-82-8
No. ONU	1971
Peso molecular	16.04
Límite Inferior de Inflamabilidad	5 %
Límite Superior de Inflamabilidad	15 %

De acuerdo con las hojas de datos de seguridad, el gas natural presenta las características señaladas en la Figura 19.

Las características de las categorías de riesgo anteriores, se describen a continuación.

Salud 1. Ligeramente peligroso

Irritación o posible lesión reversible. Ligeramente irritante, reversible dentro de siete días.

Inflamabilidad 4. Extremadamente inflamable

Sustancias que vaporizan rápida o completamente a presión atmosférica y a temperatura ambiente normal o que se dispersan con facilidad en el aire y que arden fácilmente.

El gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna.

Uregas Los Cabos, hará del conocimiento de todo el personal que en esta planta labore el contenido de la Hoja de Datos de Seguridad del gas natural, estando a disposición del personal para su consulta cuando lo desee; así como de los servicios de emergencia (protección civil, bomberos), que requieran de información directa.

En el Anexo 8 se presenta la hoja de datos de seguridad del Gas natural, en donde se especifican todas sus características, así como las medidas de seguridad aplicables.

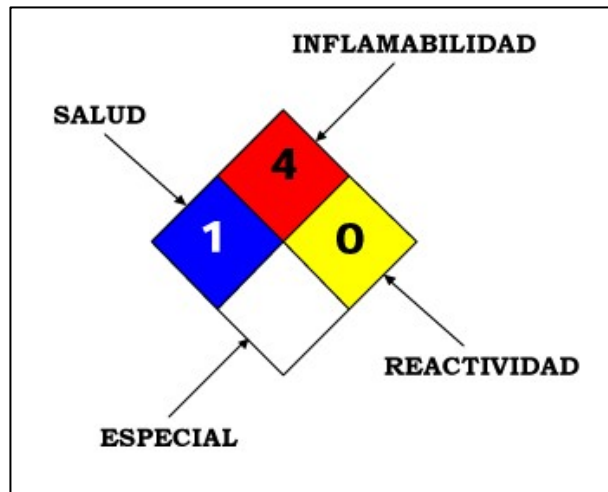


Figura 19.- Pictograma de riesgos.

I.2.2. Almacenamiento

La Tabla I.10 señala algunas de las características de los recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando la capacidad, materiales de construcción y Código o estándares de construcción de los mismos:

Tabla 10.- Tipos de recipientes de almacenamiento.

Tanque	Cantidad	Capacidad	Material de construcción	Estándar de construcción
Agua desmineralizada	1	151 m3	Acero inoxidable	N.D.**
Diésel	1	1 m3	Acero al carbón	N.D.
Isotanque	8*	45.5 m3 c/u	SA240 304N	ISO1496, IMDG, ADR, RID, ASME VIII.1, DOT 49CFR, TC

Tanque buffer	2	60.3 m3 c/u	Cabezales: SA 240 GR 304, SS Carcasa: SA 240 GR 201-2W /201I propiedades químicas SS	ASME Sec VIII div. 1, CGA 341, MC- 338
---------------	---	-------------	--	--

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Aquí se describen los equipos de proceso y auxiliares, que se utilizarán en la Uregas Los Cabos.

Patín de bombas de descarga

El patín de bombas de descarga de GNL está equipado con bombas de vacío certificadas ante ASM, las que incluye válvulas de control, válvulas de alivio de presión, transmisores de presión, tuberías de proceso con camisas de vacío y transmisor de temperatura. La Figura 20 muestra una imagen de éste tipo de equipo a instalar.

Las tuberías y componentes están fabricados principalmente con acero inoxidable.

Especificaciones:

- ⊕ Potencia de las bombas 25 HP
- ⊕ Cantidad: 2 patines de bombas de descarga
- ⊕ Máxima presión de trabajo permitida 275 psi
- ⊕ Caudal de diseño 150 gpm GNL

Bombas de alta presión

Un grupo de elevadores de presión centrífugos y de bombas criogénicas reciprocantes, con VFD para cubrir un rango de flujo y presiones, envía el GNL desde el búfer hasta los vaporizadores. La Figura 21 muestra un esquema de éste tipo de bombas.

Usa una combinación de bombas centrífugas de GNL para incrementar la operación, así como una bomba de pistón de reciprocación criogénica para operaciones de alta presión. Incluye sensores de monitoreo de proceso y de seguridad para asegurar una operación confiable y segura.

Especificaciones:

- ⊕ Capacidad de bombas 25 HP
- ⊕ Máxima presión de trabajo permitida 275 psi
- ⊕ Caudal de diseño 80 gpm de GNL
- ⊕ Incluye componentes de presión certificados por ASME
- ⊕ Cubierta al vacío en frío para operación óptima
- ⊕ Cuenta con un variador de frecuencia para ajustes dinámicos de presión y flujo.
- ⊕ Cantidad: 2 patín bomba de alta presión



Figura 20.- Patín de bombas de descarga.

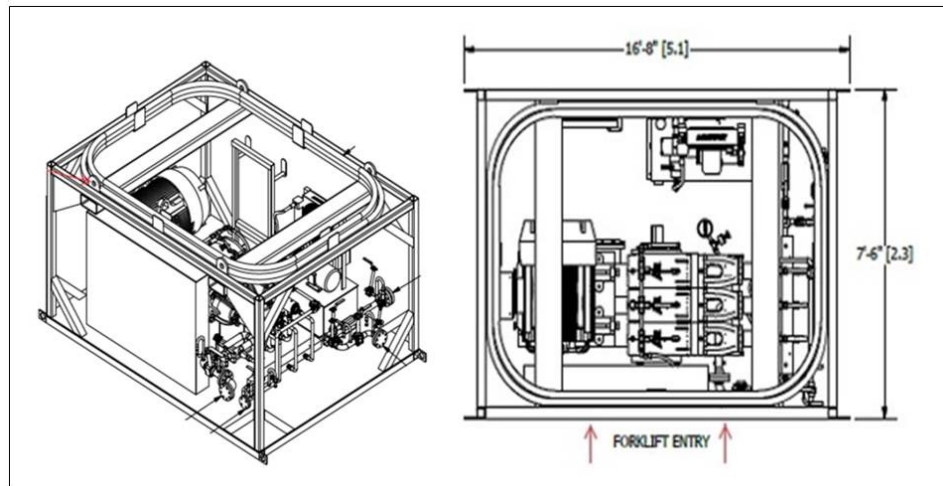


Figura 21.- Bomba de alta presión

Calentador de Gas

El calentador un intercambiador de calor de alta presión y temperatura para aumentar la temperatura del gas combustible para una mayor eficiencia de combustión del gas combustible que se usará en la Uregas Los Cabos. La Figura 22 muestra una imagen del tipo de calentador a instalar.

Se coloca previo al regulador de combustible que se envía a turbinas.

Especificaciones:

- ⊕ Cantidad: 2 calentadores
- ⊕ Material: Acero inoxidable



Figura 22. Calentador de gas.

I.2.4. Pruebas de verificación

En la Tabla 11 se muestran las pruebas de fábrica y/o de comisionamiento o en sitio, que se deben aplicar a los equipos de la Uregas Los Cabos.

Tabla 11.- Pruebas de verificación.

Testing	Pruebas	I	III	V	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
		ISOTANQUE	CAMION DE ACARREO	OFICINAS	PATIN DE BOMBEO DE DESCARGA	PATIN DE BAHIDA DE DESCARGA	TANQUE AMORTIGUADOR	BOMBAS DE ALTA PRESION	VAPORIZADORES	MANQUERA FLEXIBLE	CALENTADOR DE GAS	FILTRO DUPLEX	ISO TANQUE	REGULADOR DE GAS	
Pruebas de Fabrica	Hydrostatic Pressure Test					X			X	X	X			X	
	Penetrant Test														
	Pneumatic Testing	X	X				X	X		X			X		
	Electrical Circuit Test		X		X			X							
	X Rays	X					X						X		
	Ultrasonic Testing	X					X				X		X	X	
	Megger		X					X							
	FAT Factory Acceptance Test	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Instrument Calibration		X							X				X	
	Torque test		X												
	Intensive Movements test														
	Load Limiter test														
	Pruebas de comisionamiento en Sitio	Dynamic test													
Static test															
Pneumatic Testing		X					X	X		X	X		X		
Electrical Circuit Test					X			X							
Megger								X							
Instrument Calibration									X					X	
Torque test			X												

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

a. Condiciones de operación

La operación en la descarga de los isotanques y a la salida de los vaporizadores debe obedecer a las siguientes condiciones (12).

Tabla 12.- Condiciones de operación.

Parámetro	Isotanques	Vaporizadores
Presión (barg)	1.034	39.98
Temperatura (°C)	-162	15.5
Flujo (kg/hr)	21,272.86	20,655.63

b. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

El estado físico del gas natural es líquido desde su llegada a la terminal hasta su ingreso a los vaporizadores, donde por calentamiento cambia a estado gaseoso.

c. Diagramas de flujo de proceso

La Figura 23 presenta el diagrama de flujo del proceso de regasificación de gas natural licuado y la Figura 24 el balance de masa (Anexo 9).

d. Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's)

La Figura 23 muestra el diagrama de tubería e instrumentación del proceso. La Figura 24 presenta el balance de masa.

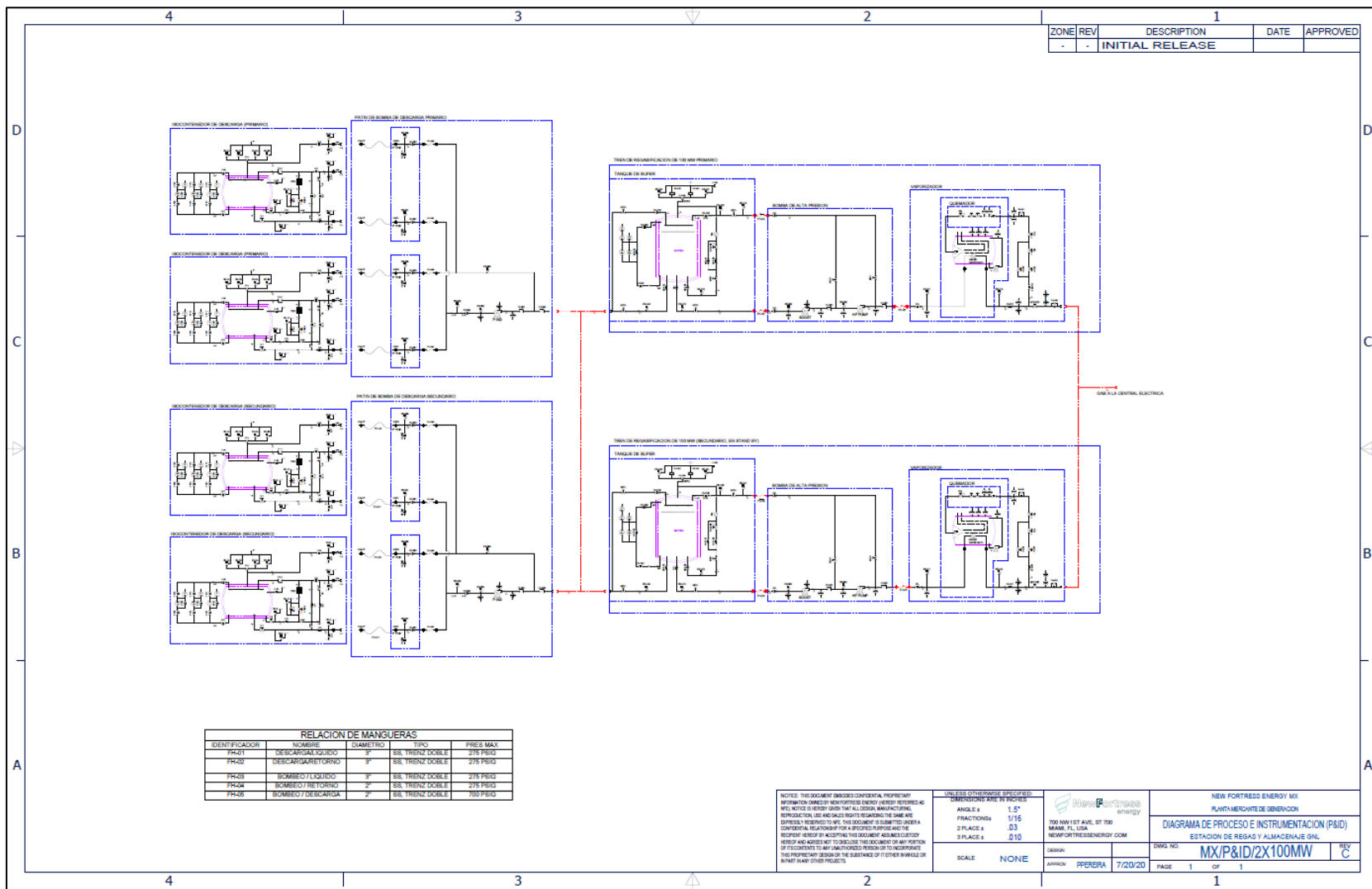


Figura 23.- Diagrama de flujo del proceso

	1A	1B	2	3	4	5A	5B	5C	6
Description	Offload from ISO Tank (Per 100 MWGas train)	Boil-off return to Ship on offload ISO (Per 100 MWGas train)	Offload Pump skid (Per 100 MWGas train)	Buffer Tank (Per 100 MWGas train)	HP Pump skid (Per 100 MWGas train)	Vaporization (Per 100 MWGas train)	Vaporization Burner (Per 100 MWGas train)	Vaporization outlet (Per 100 MWGas train)	Power plant (complete facility)
Notes	1x 10,000 LNG Gals (ISO Tank) delivery per hour, active offload time of 40 minutes @ 250 GPMs average								

Stream Properties

Vapor Fraction	-	1.00	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Temperature (F)	-260.00	-193.00	-257.00	-257.00	-250.00	60.00	55.00	60.00	60.00
Pressure (PSIq)	15.00	50.00	60.00	35.00	620.00	600.00	1.50	600.00	580.00
Mass Flow (lb/hr)	46,898.62	450.00	46,448.62	46,448.62	46,448.62	46,448.62	910.76	45,537.86	45,537.86

Liquid Phase Properties

Temperature (F)	-260.00		-257.00	-257.00	-250.00				
Pressure (PSIq)	15.00		60.00	35.00	620.00				
Mass Flow (lb/hr)	46,898.62		46,448.62	46,448.62	46,448.62				

Gas Phase Properties

Temperature (F)		-193.00				60.00	55.00	60.00	60.00
Pressure (PSIq)		50.00				600.00	1.50	600.00	580.00
Mass Flow (lb/hr)		450.00				46,448.62	910.76	45,537.86	45,537.86

Water / Coolant Properties

LNG Gas flow (lb/hr)						46,448.62			
NG Gas flow (lb/hr)						46,448.62			
Water inlet temp (F)						130.00			
Water outlet temp (F)						111.40			
Water flow rate (lb/hr)						7,093.25			
Water Heat rate (BTU/Hr)						7,666,763.30			
Gas burn Rate (BTU/Hr)							21,320,000.00		
Gas Burn rate (SCFH)							20,699.03		

Power Plant properties

Electrical Capacity (MW)									100.00
Generator heat rate (HHV BTU/e-kWh)									10,660.00
Gas caloric content (BTU/SCF, HHV)									1,030.00
Gas flow rate (SCFH)									1,034,951.46
Gas flow rate (lb/hr)									45,537.86

Figura 24.- Balance de masa.

I.3.1. Especificación del cuarto de control

La Uregas Los Cabos, contará con un sistema de control integrado con estaciones de trabajo de ingeniería en el cuarto de control general.

El sistema consistirá en Controladores lógicos programables integrados para llevar a cabo el control y monitoreo de los sistemas de generador, equipos auxiliares y balance de planta.

Cada una de estas estaciones de trabajo de ingeniería cuenta con monitores LCD duales de 600 mm de ancho. Se proporcionarán sistemas de control de equipos autónomos para el tratamiento de agua y el sistema de aire comprimido con estado y alarmas que interactúan con el sistema de control PLC.

La Figura 25 presenta un esquema del cuarto de control.

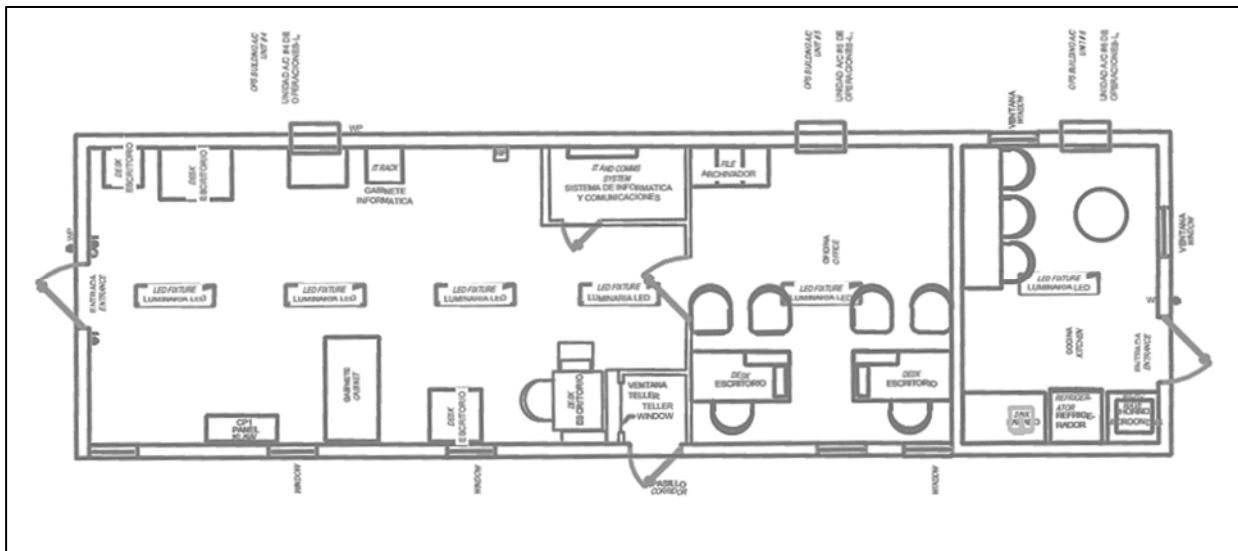


Figura 25.- Cuarto de control.

I.3.2. Sistemas de aislamiento

En todas las etapas del proceso, es prioritario y clave mantener una condición de presión segura, los medios para aliviar los aumentos de presión (considerados una condición de peligro) pueden presentarse en cualquier punto, donde la presión es susceptible de aumentar ya sea por condiciones normales o anormales. Los componentes de alivio de presión se dividen en dos grupos principales: sistemas de alivio de presión principales, normalmente instalados en procesos grandes o contenedores presurizados; y pequeñas válvulas de alivio de presión térmica, instaladas en cualquier punto donde el gas pueda quedar atrapado y presurizado a medida que gana calor.

Una vez que se abre una válvula de alivio de presión, todos los gases resultantes se dirigen a la atmósfera de manera segura lejos de los operadores y la maquinaria.

a. Válvulas de alivio de presión principales

Existen dispositivos de alivio de presión autónomos (que se pueden volver a cerrar, están montados en resortes) ubicados en espacio donde circula o se genera vapor para garantizar que los tanques de GNL no lleguen a presurizar más allá del 120% de su presión de trabajo máxima permitida (MAWP)

Tanque Buffer – Especificaciones de la válvula de alivio principal:

Sigue los requisitos del MC-338, lo que significa:

- ⊕ Uno o más sistemas de válvulas de alivio primarias
- ⊕ Sistemas de válvulas de alivio de presión secundarias (de respaldo)
- ⊕ Cada uno capaz de fluir lo suficiente para evitar que el tanque supere el 120% del MAWP, con su clasificación y capacidad verificadas y marcadas por el fabricante de acuerdo con CGA S-1.2
- ⊕ Fabricante: Herose
- ⊕ Número de pieza: 06425.2312.6000

Válvula de alivio principal de salida del vaporizador:

- ⊕ Cumple con NFPA 59A, 150% de capacidad de alivio del tamaño del vaporizador
- ⊕ Fabricante: Leser
- ⊕ Número de pieza: Tipo 441, 4 "x 6" ajustado a 700 PSIG

b. Válvulas de alivio térmico

Son dispositivos que se pueden instalar en cualquier sección de la tubería donde el GNL o el gas natural frío puedan quedar atrapados, generando calor y expandiéndose, provocando una sobrepresurización de la línea por encima de su presión de funcionamiento. A diferencia de las válvulas de alivio principales, la tasa de flujo requerida en estas válvulas es mínima ya que la cantidad de fluido a liberar es por lo regular baja.

Válvulas de alivio de baja presión (clase ANSI 150 #)

- ⊕ Fabricante: Generant
- ⊕ Modelo: serie criogénica CRV, fijada a 275 PSIG

Válvulas de alivio de alta presión (clase ANSI 300 #)

- ⊕ Fabricante: Generant
- ⊕ Modelo: serie criogénica CRV, fijada a 700 PSIG

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

Los sistemas de generación de energía eléctrica por ciclo simple presentan un alto nivel de seguridad operacional así como de rendimiento. Aunque es conveniente señalar que durante la construcción y puesta en marcha de este tipo de instalaciones, se han registrado algunos accidentes relacionados con el uso de gas natural cuando se realiza limpieza o purga de las líneas de gas antes de iniciar operación.

Accidentes por el manejo de gas natural en los Estados Unidos de Norteamérica.

Se presenta la descripción de accidentes de manejo de gas natural tomados de la siguiente liga: <http://www.csb.gov> de la Agencia de Seguridad Química e Investigación de Peligros de los Estados Unidos de Norteamérica (CSB).

- Kleen Energy en Middletown, Connecticut.

Seis trabajadores perdieron la vida durante una actividad de trabajo prevista para limpiar los residuos de las tuberías de gas natural en Kleen Energy en Middletown, en el estado de Connecticut. Para remover los residuos de la tubería, los trabajadores utilizaron gas natural a alta presión, aproximadamente a 650 libras por pulgada cuadrada. Durante este proceso el gas natural encontró una fuente de ignición y explotó.

El informe final del CSB fue aprobado en una reunión pública en Portland, Connecticut, el 28 de junio de 2010.

- ConAgra Slim Jim en Garner, Carolina del Norte, el 9 de junio de 2009.

La CSB realizó una investigación de una explosión de gas natural catastrófico que ocurrió en las instalaciones de la planta de ConAgra Slim Jim en Garner, en el estado de Carolina del Norte, el 9 de junio de 2009. Ese accidente originó la pérdida de cuatro vidas humanas y causó heridas a otras 67 personas. El accidente se produjo durante la operación de purga al aire libre de una tubería de acero de abastecimiento de gas que estaba conectada a un calentador de agua. Debido a las dificultades para encender el calentador de agua, la operación de purga se continuó durante un tiempo inusualmente largo, causando finalmente la nube de gas en el interior del edificio acumulando gas a una concentración por encima de su límite inferior de explosividad.

La nube de gas causó una explosión al ponerse en contacto con una fuente de ignición, causando daños en los edificios de la planta. La explosión también causó daño a la tubería del sistema de la planta de enfriamiento a base de amoníaco, liberando aproximadamente 18,000 libras de amoníaco anhidro al medio ambiente.

La CSB emitió un boletín de seguridad estableciendo que los peligros de la purga de tuberías de gas en edificios originaron cinco lecciones clave para prevenir los incendios y las explosiones de gas combustible durante las operaciones de purga.

- Oklahoma, Estados Unidos

Accidente durante la construcción en el sitio conocido como Redbud, Luther (2015), que fue causado por un termopar defectuoso en el precalentador de gas. El termopar causó una fuga de gas natural durante el encendido del precalentador. Cabe señalar que no se registraron heridos como consecuencia de este incidente.

Accidentes en México por el manejo de gas natural.

En México no existe un centro de información que concentre los datos de accidentes ocurridos en gasoductos, así como la investigación realizada a los mismos para determinar las causas., sin embargo; a continuación, se presenta una recopilación bibliográfica de accidentes reportados en los medios de comunicación.

- Accidente del gasoducto de gas natural de PEMEX en el estado de Guanajuato, no hubo daños personales. (Fuente: El Norte 19 de septiembre de 1991).
- Accidente en gasoducto de gas amargo de PEMEX (21 de septiembre de 1991) en Cunduacán, Tabasco al estallar un ducto de 16" de diámetro, fallecieron 6 obreros de PEMEX. Este percance sucedió cuando los trabajadores realizaban actividades de corte en la línea que transportaba gas amargo, debido a que las líneas no fueron desfogadas antes de los trabajos de corte (Fuente: El Ovociones).
- Fuga en gasoducto de gas natural de PEMEX (15 de junio de 1992) en Xalostoc, debido a la ruptura de una válvula de alivio. No se reportaron daños ni víctimas.
- Accidente en un gasoducto de 24" de gas amargo de PEMEX (6 de febrero de 1994) en Cunduacán, Tabasco que causó daños materiales a 300 metros cuadrados, por lo menos 15 personas con quemaduras de segundo grado y una persona murió en el percance (Fuente: La Jornada).
- Accidente de gasoducto de gas natural PEMEX en Guadalajara (4 de septiembre de 1995) debido a que personas golpearon el ducto por error, al confundirlo con una tubería de agua, no hubo daños materiales ni humanos (Fuente: El Norte).
- Accidente en gasoducto de 48" de gas natural en Cd. Pemex-Cactus (17 de febrero de 1996) que provocó daños materiales, muertos y heridos. Se desconocen las causas del siniestro (Fuente: El Norte).
- Accidente en gasoducto de gas natural de PEMEX en Boca-Cárdenas (23 enero de 1996) que provocó un muerto y cuatro heridos al momento que trabajadores cambiaban una válvula.
- Fuga de gas natural en Atasta – Cd PEMEX (8 de septiembre de 1996), el accidente ocurrió cuando se interconectaban un bypass. Un trabajador resultó herido. (Fuente: La Jornada).
- Al menos cinco personas mueren y 80 resultan con quemaduras de segundo y tercer grado por la explosión de dos ductos, uno de gas natural y otro de gasolina, en el lugar conocido como La Balastrera, cercano a Ciudad Mendoza, en Veracruz. (5 de junio de 2003).

- En la Ranchería Huimango 3ª Sección sobre la carretera Comalcalco-Cunduacán, Tabasco; se presentó una fuga de gas en el gasoducto de 48" Ø, en el área de trampas Escribano-La Trinidad. La fuga provocó una explosión que causó la muerte de cuatro personas y lesiones a otras 11; adicionalmente, se afectaron 114 hectáreas de vegetación y cultivos aledaños al punto de fuga por efectos del fuego. Fue necesario evacuar a 775 personas de la Ranchería Huimango del Municipio de Cunduacán y a 246 de la Ranchería Benito Juárez del Municipio de Jalpa de Méndez. Además, resultaron afectados 11 vehículos de PEMEX, nueve particulares y dos equipos pesados pertenecientes a una compañía contratista (8 de julio de 2005),
- Un total de cinco explosiones, cuatro de ellas seguidas de incendios, se suscitan en ductos de gas de Pemex de tres municipios de Guanajuato; no hay pérdidas humanas (5 de julio de 2007).
- En Maltrata, Veracruz supuestos saboteadores detonaron explosivos a lo largo de la trayectoria de un gasoducto de gas natural de Pemex. El entonces gobernador de Veracruz, Fidel Herrera, dijo que ningún grupo se había atribuido la responsabilidad de las explosiones. Funcionarios dijeron que unas 15 mil personas habían sido evacuadas de zonas cercanas a la tubería (10 de septiembre de 2007).
- Incendio en el Centro Receptor de Gas y Condensados de Pemex Exploración y Producción, en Reynosa, Tamaulipas en el área de los patines de medición de gas y condensado, que costó la vida de 31 personas y 46 más resultaron con lesiones (18 de septiembre del 2012).
- Del resultado de una toma clandestina en el gasoducto en San Miguel de los Jagüeyes y Urbi Villa del Rey, en el municipio de Huehuetoca, Estado de México, se registraron dos explosiones que dejaron cinco vehículos destruidos y cuatro bomberos lesionados (diciembre 2014).
- Maniobras en un gasoducto en Santa Catarina y García, Nuevo León ocasionaron la explosión de un gasoducto con un saldo de 16 muertos (agosto 2015).

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Los sitios o puntos de riesgo en cualquier instalación, se refieren a aquellas áreas de proceso, almacenamiento y/o transporte que puedan generar un efecto adverso que tenga consecuencias sobre la integridad de las personas, al medio ambiente o a las instalaciones. El riesgo puede ser originado por emisiones y fugas de sustancias, incendios o explosiones.

En este apartado se señalan los posibles eventos de riesgo creíbles hipotéticos a suceder, por el manejo de Gas Natural en la Uregas Los Cabos.

El esquema de la metodología aplicada para tal fin es (Figura 26):

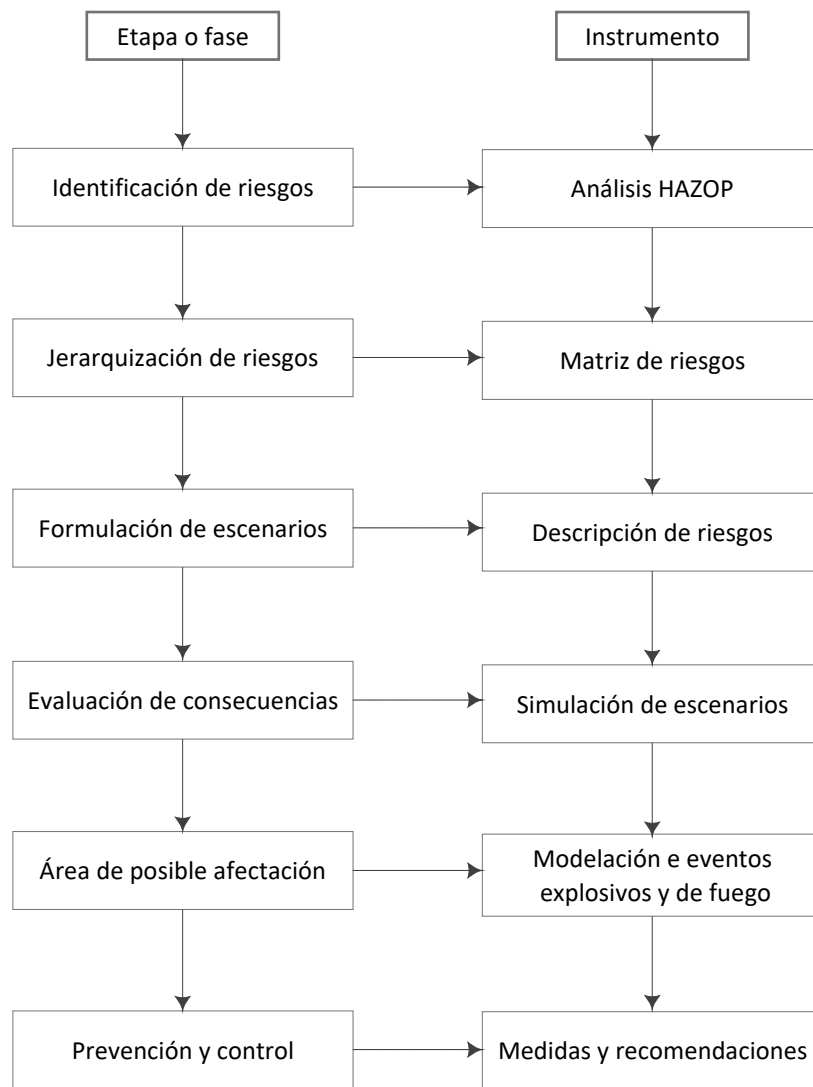


Figura 26.- Esquema metodológico para el análisis de riesgos

I.4.2.1. Criterios para la selección de la metodología utilizada para la identificación de riesgos.

Entre las diferentes técnicas para identificar y evaluar los riesgos de un proceso o de una instalación, se aplican desde técnicas comparativas como las listas de verificación, hasta las estructuradas y sistemáticas como el árbol de fallas.

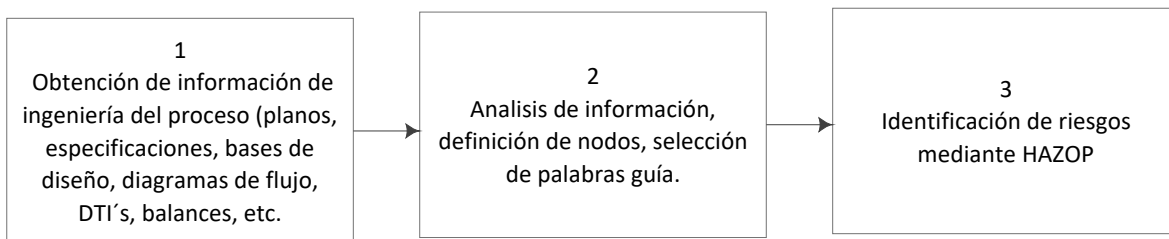
Las técnicas sistemáticas se aplican para casos que requieren análisis detallados y profundos, pero también demandan información muy detallada, personal altamente especializado, recursos específicos y, tiempos prolongados.

Elegir la técnica apropiada se encuentra en función de la información disponible sobre el caso a estudiar de la calidad de la información disponible y del de riesgo que representaría la futura instalación.

Dada la naturaleza del proyecto UREGAS, entre las diversas metodologías disponibles para el análisis se el estudio HAZOP, ya que es un proceso sistemático de identificación de peligros que se lleva a cabo para explorar cómo un sistema o una planta podría desviarse de la intención del diseño y crear peligros y problemas de operatividad. El análisis se realiza en una serie de reuniones como una lluvia de ideas guiada basada en un conjunto de pautas y parámetros de proceso. El sistema o la planta se divide en varios nodos de estudio que se examinan uno por uno. Para cada nodo en estudio, se definen la intención del diseño y el estado normal. Luego, las palabras guía y los parámetros del proceso se utilizan en sesiones de lluvia de ideas para dar lugar a propuestas de posibles desviaciones en el sistema. El enfoque HAZOP fue desarrollado por ICI Ltd en 1963 para la industria química (Kletz 1999). El principal estándar internacional para HAZOP es IEC 61882 (2016).

I.4.2.2. Identificación de riesgos

El objeto fundamental de la identificación de riesgos es analizar e identificar desviaciones en cada una de las etapas donde se maneja sustancias peligrosas, que puedan dar origen a un evento de riesgo, esta identificación se realizó de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma IEC 61882(2016). Hazard and operability studies (HAZOP studies), en tres etapas:

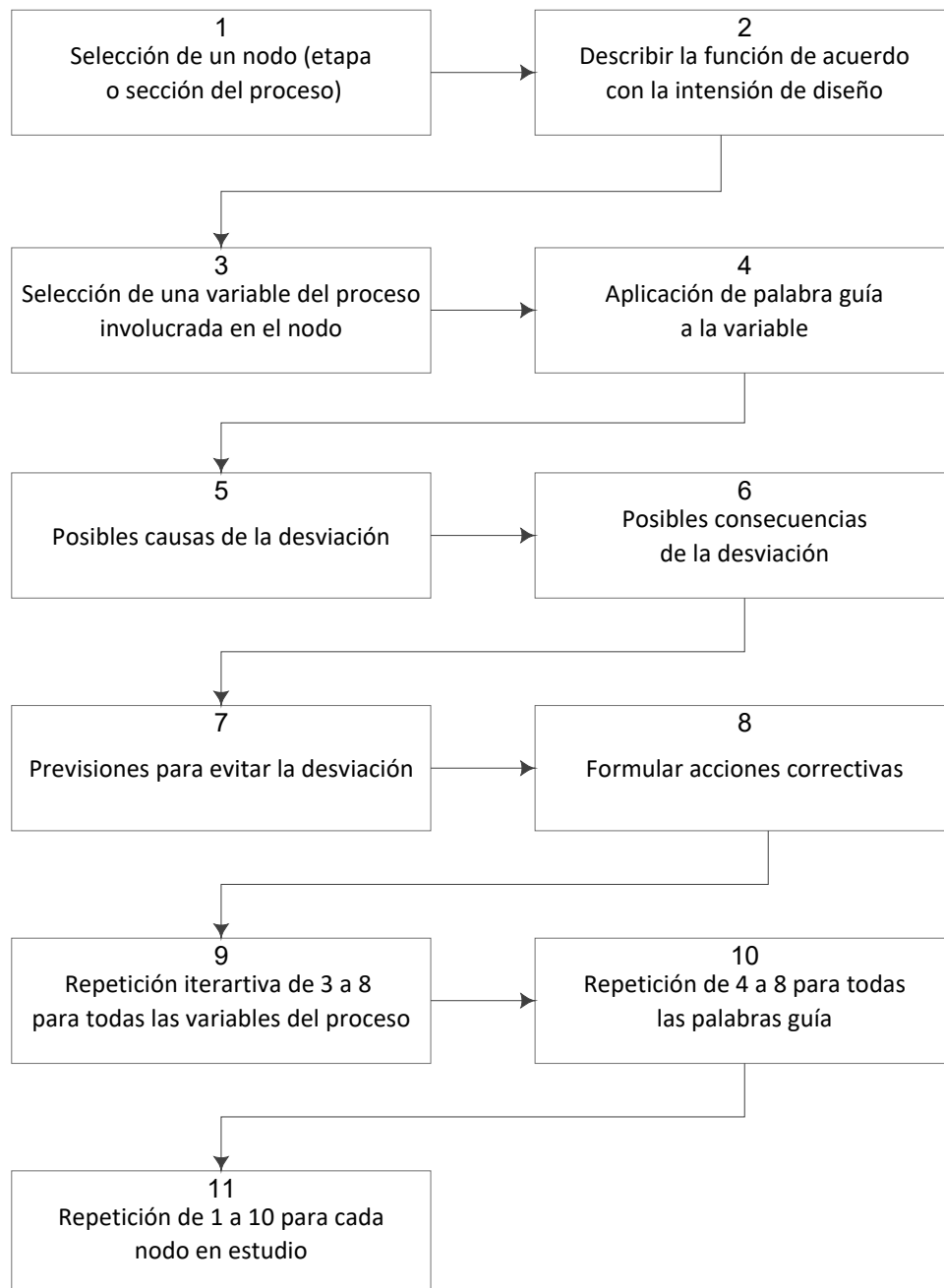


El análisis HAZOP permite identificar riesgos inductivamente sobre la base de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables o condiciones del proceso con respecto de los sus parámetros normales de diseño y en la operación. Mediante el análisis sistemático de las causas y las consecuencias de las desviaciones de las variables de proceso, se identifican las desviaciones a través de "palabras guía". Las palabras guía se aplican a las variables del sistema de acuerdo con la intención de diseño para el nodo en estudio, con el fin de identificar y evaluar las posibles desviaciones respecto de la operación de la instalación. Para cada nodo se plantean sistemáticamente las desviaciones de las variables de proceso aplicando a cada variable una palabra guía.

En síntesis, en el análisis HAZOP se aplican exhaustivamente todas las posibles combinaciones entre palabra guía y la variable de proceso. Debido a las combinaciones que se obtienen, evidentemente son descartadas las desviaciones que carecen de sentido para el nodo en estudio.

a. Análisis Hazop

La secuencia en la aplicación del análisis HAZOP fue:



a.1. Selección de nodos

Para seleccionar los nodos se partió puntos del proceso en los cuales se produce una variación significativa de alguna de las variables o condiciones del proceso, con respecto de la etapa precedente o de alguna otra. En función de la descripción detallada del proceso realizada en el apartado I.2 y de las características descritas en el apartado I.1.1 fueron seleccionados los nodos que se relacionan en la Tabla 13.

Tabla 13. Nodos seleccionados para la identificación de riesgos

odo	Instalación/equipo	DTI	Límites
1	ISO Tanque	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión de entrada al ISO tanque C2 hasta la conexión de salida
2	Patín de bomba de descarga	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión de salida C1 del ISO tanque hasta la válvula check CV-001 en la descarga de la bomba
3	Tanque Buffer	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida del tanque Buffer
4	Bomba de alta presión	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida de la bomba de alta presión
5	Vaporizador	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la conexión en la línea de entrada hasta la brida en la línea de
6	Línea de suministro a la CCI CFE	MX/P&ID/2X100MW Rev. C	Desde la brida en la línea de salida del vaporizador hasta la brida en la línea de suministro a la CCI CFE

a.2. Variables, palabras guía y desviaciones analizadas

Las variables del proceso, las palabras guía y las desviaciones esperadas, en los nodos seleccionados se condensan en la Tabla 14.

Tabla 14. Variables, palabras guía y desviaciones analizadas

Variable	Palabra guía	Desviación
Presión	Alto	Alta presión
	Bajo	Baja presión
Flujo	Alto	Alto flujo
	Bajo	Bajo flujo
	No	No flujo
	Inverso	Flujo inverso
	Alto	Alto nivel
	Bajo	Bajo nivel
	No	No nivel
	Alto	Alta temperatura
	Bajo	Baja temperatura

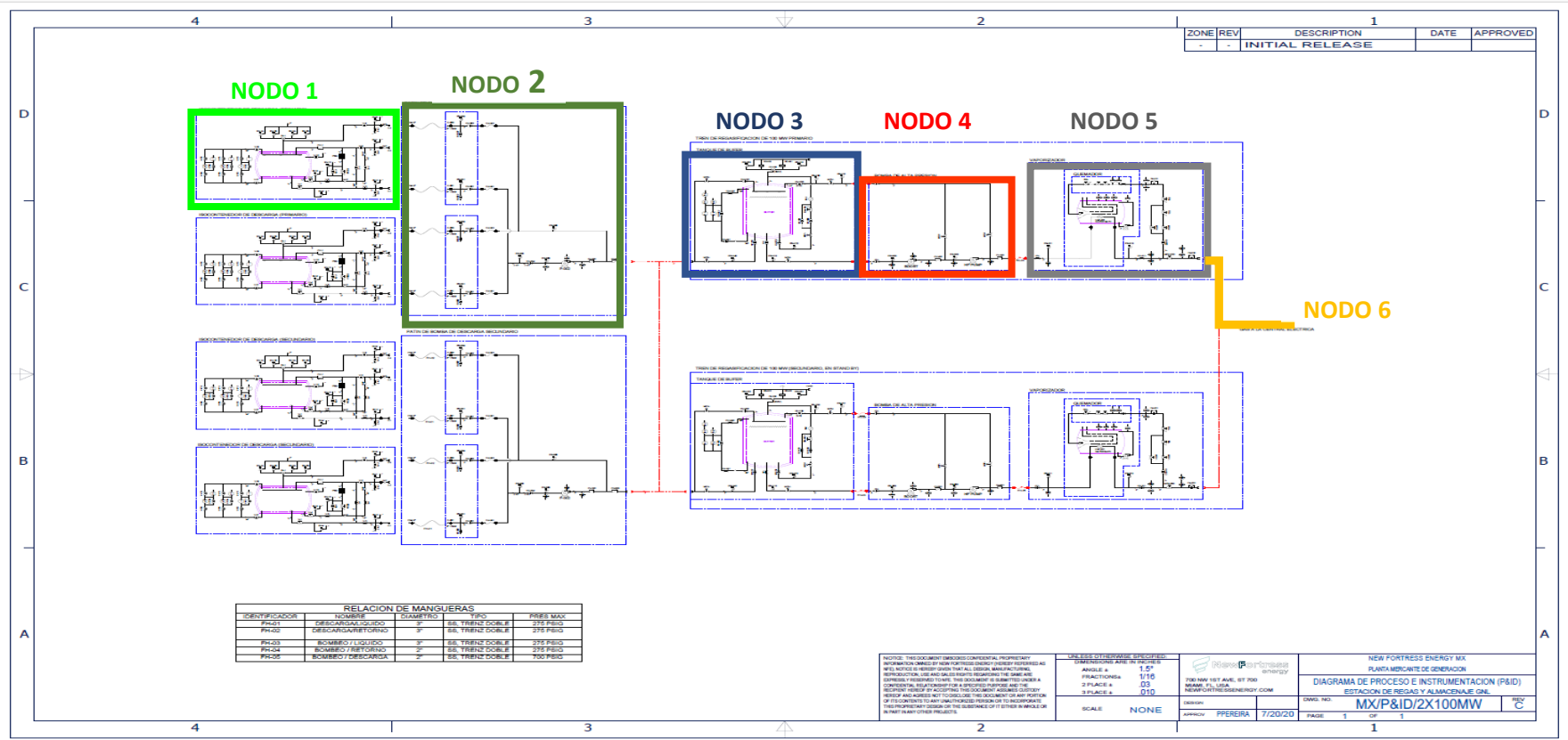


Figura 27.- Nodos identificados para el análisis HAAZOP.

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 1. Tanque portátil ISO								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión de entrada al ISO tanque C2 hasta la conexión de salida C1								Referencias:		
Intención de Diseño: Transporte de gas natural licuado para el suministro de la Terminal								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
1.1	Presión	Alto	Alta presión	1.- Inversión térmica (Rollover) por falta de mezclado	1.-Sobrepresión en el ISO Tanque 2.- Posible Daño al tanque	1.- Líneas de llenado inferior y superior en el tanque 2.- Válvulas de seguridad SV-1A, SV-1A, SV-1B, SV-1B	1	DP=1 EP=1 IA=2 PP=1 DI=1	D	1. Establecer un programa de capacitación al personal de operación, mantenimiento y de seguridad, en las actividades que estén bajo su responsabilidad
						Fuego externo	. Sobrepresión en el ISO tanque. 2.- Posible daño al tanque	1.- SV-1/2/3 2.- Sistema de gas y fuego	2	DP=4 EP=2 IA=4 PP=1 DI=2

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 1. Tanque portátil ISO								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión de entrada al ISO tanque C2 hasta la conexión de salida C1								Referencias:		
Intención de Diseño: Transporte de gas natural licuado para el suministro de la Terminal								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
										rodea a la Terminal
1.2	Presión	Bajo	Baja presión	1. Apertura de SV-1A, SV-	1. Pérdida de producto 2. Paro del tren de regasificación en operación	1. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=2 PP=1 DI=1	C	5.- Establecer un programa de mantenimiento a válvulas automáticas, manuales, check y de seguridad
				2. Fuga en la boquilla inferior de salida, por golpe externo	2. Riesgo de incendio/explosión	1. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=2 IA=4 PP=2 DI=2	B	Recomendación 1
1.3	Temperatura	Alto	Alta temperatura	1. Fuego externo	Ver 1.1.2					
1.4		Bajo	Baja temperatura	No hay causa						
1.5	Nivel	Alto	Alto nivel	No hay causa						
1.6		Bajo	Bajo nivel	1. Fuga en la boquilla inferior de salida, por golpe externo	Ver 1.2.2					

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 2. Patín de la bomba de descarga								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión C1 de salida del ISO tanque hasta la válvula check CV-001 en la descarga de la bomba								Referencias:		
Intención de Diseño: Descarga de gas natural licuado hacia tanque Buffer								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
2.1	Flujo	Alto	Flujo alto	Sin causa						
2.2		Bajo	Bajo / No flujo	1.Falla o paro de la bomba P-002	1. Paro del tren de regasificación en operación	1. Tren de gasificación secundario	4	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	6. Aplicar el programa de mantenimiento de la terminal.
				2. Cierre de HV01 o HV-004 por error	1. Paro de la bomba P-002 2.Paro del tren de regasificación en operación	1. Alarma en cuarto de control 2. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1
				3. Fuga en manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera	1.Riesgo de incendio/explosión	1. Paro de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=2	B	Recomendación 6
				4. Fuga en manguera de descarga del ISO tanque, por desplazamiento del ISO tanque por falta de inmovilización	1.Riesgo de incendio/explosión	1. Paro de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=2	B	7. Establecer un procedimiento de descarga de ISO tanques, en el que se incluya la colocación de dispositivos para evitar el movimiento de los ISO tanques durante su descarga 8. Establecer un Plan para la Atención de Emergencias, en el que se incluya la

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 2. Patín de la bomba de descarga								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión C1 de salida del ISO tanque hasta la válvula check CV-001 en la descarga de la bomba								Referencias:		
Intención de Diseño: Descarga de gas natural licuado hacia tanque Buffer								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
										formación de brigadas, la capacitación al personal de brigadas, sobre los procedimientos para atención a emergencias, incluyendo sismo y huracán y la aplicación de un programa de simulacros de fugas, incendio y explosión
				5. ISO tanque vacío	1. Sin consecuencias de riesgo					
2.3		Inverso	Flujo inverso	1. Falla de válvula check CV-003	1. Sin consecuencia de riesgo	1.Redundancia de Válvula check CV-001				
2.4	Presión	Alto	Alta temperatura	No hay Causa						
2.5		Bajo	Baja Presión	1. Falla o paro de la bomba P-002	Ver 2.2.1					
				2. Cierre de HV-001 o HV-004 por error	Ver 2.2.2					
				3. Fuga en manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera	Ver 2.2.3					

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 2. Patín de la bomba de descarga								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión C1 de salida del ISO tanque hasta la válvula check CV-001 en la descarga de la bomba								Referencias:		
Intención de Diseño: Descarga de gas natural licuado hacia tanque Buffer								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
				4. Fuga en manguera de descarga del ISO tanque, por desplazamiento del ISO tanque por sismo	Ver 2.2.4					
				5. ISO tanque vacío	Ver 2.2.5					
2.6	Temperatura	Alto	Alta temperatura	No hay causa						
2.7		Bajo	Baja temperatura	No hay causa						

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 3. Tanque buffer								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida del tanque Buffer								Referencias:		
Intención de Diseño: Almacenamiento de gas natural licuado								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
3.1	Presión	Alto	Alta presión	1. Inversión térmica (rollover) por falta de mezclado	1.Sobrepresión en el tanque Buffer 2. Posible daño al tanque	1. Líneas de llenado inferior y superior en el tanque 2. Línea de recirculación de GNL 3. PR-X51/52	1	DP=1 EP=1 IA=2 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1
				2. Fuego externo	1. Sobrepresión en el tanque Buffer 2. Posible daño al tanque	1. PR-X51/52 2. Riesgo de incendio y/o explosión 3. Sistema de gas y fuego	2	DP=4 EP=2 IA=4 PP=1 DI=2	C	Recomendaciones 2, 3 y 4
3.2		Bajo	Baja presión	1. Apertura de PR-X51/52 por mal funcionamiento	1. Pérdida de producto 2.Paró del tren de regasificación en operación	1. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=2 PP=1 DI=1	C	Recomendación 5
				2. Fuga en la manguera de salida del tanque Buffer, por desgaste o falla de material de la manguera	1. Riesgo de incendio/explosión	1. Paró de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=2	B	Recomendación 6
				3. Fuga en la manguera de salida del tanque Buffer, por movimiento del	1. Riesgo de incendio/explosión	1. Paró de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2	B	Recomendación 8 9. Instalar dispositivos para evitar el movimiento

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 3. Tanque buffer								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida del tanque Buffer								Referencias:		
Intención de Diseño: Almacenamiento de gas natural licuado								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
				tanque buffer por sismo o huracán				DI=2		de los tanques Buffer.
3.3	Temperatura	Alto	Alta temperatura	1. Fuego externo	Ver 3.1.2					
3.4		Bajo	Baja temperatura	No hay causa						
3.5	Nivel	Alto	Alto nivel	1. Cierre de válvula MOV en la entrada al tanque buffer, por mal funcionamiento	1. Paro del tren de regasificación en operación	1. Alarma por bajo nivel 2. Paro de emergencia 3. Tren de regasificación secundario	2	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 6
3.6		Bajo	Bajo nivel	2. Fuga en la manguera de salida del tanque Buffer, por desgaste o falla de material de la manguera 3. Fuga en la manguera de salida del tanque Buffer, por movimiento del tanque Buffer por sismo o huracán	Ver 3.2.2 Ver 3.2.3					
4.1	Flujo	Alto	Flujo alto	No hay causa						
4.2		Bajo/no	Bajo/no flujo	1. Falla o paro de la bomba boost o de la bomba de alta presión 2. Cierre de la válvula HV-en la succión de la bomba boost, por error	1. Paro del tren de regasificación en operación 1. Paro de la bomba boost 1. Paro del tren de	1. Alarma en cuarto de control 2. Tren de regasificación secundario 1. Alarma en cuarto de control	4 3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1 DP=1 EP=1 IA=1 PP=1	D D	Recomendación 6 Recomendación 5

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos							Rev. 00			
Nodo: 3. Tanque buffer							Fecha: 19/08/2021			
Límites: Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida del tanque Buffer							Referencias:			
Intención de Diseño: Almacenamiento de gas natural licuado							MX/P&ID/2X100MW Rev. C			
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
					regasificación en operación	2. Tren de regasificación secundario		DI=1		
				3. Fuga en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por desgaste o falla de material de la manguera	1. Riesgo de incendio/explosión	1. Paro de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=2	B	Recomendación 6
				4. Fuga en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por movimiento del vaporizador por sismo o huracán	1. Riesgo de incendio/explosión	1. Paro de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=2	B	Recomendación 6 10. Instalar dispositivos para evitar el movimiento de los vaporizadores.
				5. Bajo nivel en el Tanque Buffer	1. Paro del tren de regasificación en operación	1. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 4. Bomba de alta presión								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida de la bomba de alta presión								Referencias:		
Intención de Diseño: Envío de gas natural licuado desde el tanque Buffer al vaporizador								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
4.1	Flujo	Alto	Alto flujo	No hay causa						
4.2		Bajo/no	Bajo/no flujo	1.Falla o paro de la bomba boost o de la bomba de alta presión	1.Paro del tren de regasificación en operación	1. Alarma en cuarto de control 2. Tren de regasificación secundario	4	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 6
				2. Cierre de la válvula HV-en la succión de la bomba boost, por error	1. Paro de la bomba boost 2. Paro del tren de regasificación en operación	1. Alarma en cuarto de control 2. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 5
				3. Fuga en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por desgaste o falla de material de la manguera	1. Riesgo de incendio/explosión	1. Paro de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=2	B	Recomendación 6
				4. Fuga en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por movimiento del vaporizador por sismo o huracán	1. Riesgo de incendio/explosión	1. Paro de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=2	B	Recomendación 8 10. Instalar dispositivos para evitar el movimiento de los vaporizadores.
				5. Bajo nivel en el Tanque Buffer	1.Paro del tren de regasificación en operación	1. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00			
Nodo: 4. Bomba de alta presión								Fecha: 19/08/2021			
Límites: Desde la conexión en la línea de entrada hasta la conexión en la línea de salida de la bomba de alta presión								Referencias:			
Intención de Diseño: Envío de gas natural licuado desde el tanque Buffer al vaporizador								MX/P&ID/2X100MW Rev. C			
Participantes: FNB,GHR, JCL.											
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo											
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones	
4.3		Inverso	Flujo inverso	1. Falla de válvula check CV-001	1. Sin consecuencia de riesgo	1.Redundancia de Válvula check CV-001	2	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 5	
4.4	Presión	Alto	Alta presión	1. Cierre de la válvula HV-en la entrada al vaporizador, por error	1. Sobrepresión en la descarga de la bomba	1. Recirculación de gas hacia el tanque Buffer 2. Válvulas de relevo PR-003	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1	
4.5		Bajo	Baja presión	1.Falla o paro de la bomba boost o de la bomba de alta presión	Ver 4.2.1						
				2. Cierre de la válvula HV-en la succión de la bomba boost, por error	Ver 4.2.2						
				3. Fuga en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador	Ver 4.2.3						
	4. Bajo nivel en el Tanque Buffer			Ver 4.2.4							
4.6	Temperatura	Alto	Alta temperatura	No hay causa							
4.7		Bajo	Baja temperatura	No hay causa							

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos							Rev. 00				
Nodo: 5. Vaporizador							Fecha: 19/08/2021				
Límites: Desde la conexión en la línea de entrada hasta la brida en la línea de salida del vaporizador							Referencias:				
Intención de Diseño: Vaporización del gas natural licuado							MX/P&ID/2X100MW Rev. C				
Participantes: FNB,GHR, JCL.											
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo											
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones	
5.1	Flujo	Alto	Alto flujo	No hay causa							
5.2		Bajo/no	Bajo/no flujo	1. Falla o paro de la bomba boost o de la bomba de alta presión	Ver 4.2.1						
				2. Cierre de la válvula HV-en la succión de la bomba boost, por error	1. Paro del tren de regasificación en operación	1. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1	
				3. Fuga en la salida del vaporizador, por falla de sello en la brida HV-011	1. Riesgo de incendio/explosión	1. Paro de emergencia 2. Sistema de gas y fuego	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=3	B	Recomendación 6	
5.3		Inverso	Flujo inverso	No hay causa							
5.4	Presión	Alto	Alta presión	1. Cierre de HV-011 por error	1. Sobrepresión en la descarga del vaporizador 2. Paro del tren de regasificación en operación	1. PR-013 2. Paro de emergencia 3. Sistema de gas y fuego	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1	

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 5. Vaporizador								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión en la línea de entrada hasta la brida en la línea de salida del vaporizador								Referencias:		
Intención de Diseño: Vaporización del gas natural licuado								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
				2. Cierre de MOV-020 por mal funcionamiento	1.Sobrepresión en la descarga del vaporizador 2. Paro de la bomba de alta presión 3.Paros del tren de regasificación en operación	1. PR-013 2. Tren de regasificación secundario	2	DP=1 EP=1 IA=2 PP=1 DI=1	D	Recomendación 6
5.5		Bajo	Baja presión	1.Falla o paro de la bomba boost o de la bomba de alta presión	Ver 5.2.1					
				2. Cierre de la válvula HV-en la succión de la bomba boost, por error	Ver 5.2.2					
				3. Fuga en la salida del vaporizador por falla de sello en la brida de HV-011	Ver 5.2.3					
5.6	Temperatura	Alto	Alta temperatura del refrigerante	1 .Bajo flujo de gas	Ver 5.2.1, 5.2.2					
5.7		Bajo	Baja temperatura del refrigerante	1. Falla o paro de la bomba de refrigerante	1. Paro de la bomba de alta presión 2 .Paro del tren de regasificación en operación	1. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 6

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 5. Vaporizador								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la conexión en la línea de entrada hasta la brida en la línea de salida del vaporizador								Referencias:		
Intención de Diseño: Vaporización del gas natural licuado								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
				2. Bajo nivel de refrigerante	1. Paro de la bomba de alta presión 2. Paro del tren de regasificación en operación	1. Tren de regasificación secundario	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 6. Línea de suministro a turbogeneradores								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la brida en la línea de salida del vaporizador hasta la brida en la línea de suministro a la CT Los Cabos								Referencias:		
Intención de Diseño: Transporte de gas natural de suministro a la CT Los Cabos								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
6.1	Flujo	Alto	Alto flujo	No hay causa						
6.2		Bajo/no	Bajo/no flujo	1. Fuga por golpe a la línea de suministro	1. Riesgo de incendio y/o explosión 2. Paro de la terminal	1. Válvula principal de bloqueo de la línea de suministro	3	DP=5 EP=3 IA=4 PP=2 DI=3	B	Recomendaciones 1, 2 y 8
				2. Cierre de la válvula de bloqueo en la línea de suministro a turbogenerador por error	1. Paro del turbogenerador en operación	1. Alarma en cuarto de control 2. Turbogeneradores	3	DP=1 EP=1 IA=1 PP=1 DI=1	D	Recomendación 1

Nombre del estudio: Uregas Los Cabos								Rev. 00		
Nodo: 6. Línea de suministro a turbogeneradores								Fecha: 19/08/2021		
Límites: Desde la brida en la línea de salida del vaporizador hasta la brida en la línea de suministro a la CT Los Cabos								Referencias:		
Intención de Diseño: Transporte de gas natural de suministro a la CT Los Cabos								MX/P&ID/2X100MW Rev. C		
Participantes: FNB,GHR, JCL.										
¹ F= Frecuencia, ² C= Consecuencia: DP= Daño a la población, EP= Efecto en la población, IA= Impacto ambiental, PP= Pérdida de la producción, DI= Daño a la instalación; ³ R= Riesgo										
No.	Variable	Palabra guía	Desviación	Causa	Consecuencias	Protección	F ¹	C ²	R ³	Recomendaciones
						adicionales				
6.3		Inverso	Flujo inverso	No hay causa						
6.4	Presión	Alto	Alta presión	No hay causa						
6.5		Bajo	Baja presión	1.Fuga por golpe a la línea de suministro 2. Cierre de la válvula de bloqueo de la línea de suministro a turbogenerador, por error	Ver 6.2.1 Ver 6.2.2					
6.6	Temperatura	Alto	Alta temperatura	No hay causa						
6.7		Bajo	Baja temperatura	No hay causa						

I.4.3. Criterios para la selección de la metodología utilizada para la jerarquización de riesgos.

Cuando se tiene un conjunto de riesgos es necesario conocer sus diferentes niveles para el efecto de jerarquizarlos y así poder definir prioridades de atención.

Para diferenciar los niveles de riesgo en una instalación o proyecto, se emplea una metodología que permita definir ese nivel en función de una escala. Independientemente del tipo de metodología que para tal fin se aplique debe de ser simple y representar valores que tengan un significado que sustente la toma de decisiones sobre la administración y control de los riesgos asociados al proyecto o instalación evaluado.

Para jerarquizar los riesgos identificados mediante el análisis HAZOP fue seleccionada una matriz de riesgos bajo con base en los criterios:

- ⊕ Es simple de entender y de fácil aplicación.
- ⊕ Toma en consideración la frecuencia de posible ocurrencia de escenarios de riesgo.
- ⊕ Representa claramente las consecuencias esperadas sobre: personal, población, medio ambiente, producción e instalaciones
- ⊕ Establece los niveles de riesgo en los niveles no tolerable, indeseable, aceptable con controles y tolerable

La matriz de riesgos es un arreglo matricial cuyas entradas son la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre él personal, la población, el medio ambiente, la producción y las instalaciones. La matriz contiene áreas o cruces que representan los riesgos no tolerables, indeseables, aceptables con controles y tolerables.

En el presente estudio se utilizó la matriz de riesgos publicada por PEMEX, en el documento 800-16400-DCO-GT- 75. Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso. La Figura 27 muestra la matriz de riesgo .

Frecuencia	F6	C	B	A	A	A	A
	F5	C	C	B	B	A	A
	F4	D	C	C	B	B	A
	F3	D	C	C	B	B	A
	F2	D	D	C	C	C	B
	F1	D	D	D	D	C	C
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
		Consecuencia					

Figura 27.- Matriz de riesgos

Las categorías de riesgo se definen como se indica:

Riesgo No Tolerable (Tipo A):

El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "C".

Riesgo Indeseable (Tipo B):

El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" 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. Un riesgo Tipo "C" 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 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. Un riesgo Tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

Las categorías de Frecuencia y Consecuencias representadas en la matriz de riesgos se definen en la Tabla 15.

Tabla 15. Categorías de Frecuencia

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

Tabla 16. Categorías de Consecuencias

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [USD]	Daños a la instalación [USD]
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	> 500'000,000	> 500'000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	> 50'000,000 a 500'000,000	> 50'000,000 a 500'000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	> 5'000,000 a 50'000,000	> 5'000,000 a 50'000,000

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [USD]	Daños a la instalación [USD]
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	> 500,000 a 5'000,000	> 500,000 a 5'000,000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	> 50,000 a 500,000	> 50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

I.4.4. Jerarquización de riesgos.

Los riesgos fueron jerarquizados de acuerdo con los criterios siguientes:

1. Por cada causa identificada en el análisis HAZOP, se estableció una categoría de frecuencia y una categoría de consecuencia, mediante el uso de las tablas correspondientes.
2. Se determinó el nivel de riesgo mediante la matriz de riesgo.
3. Por cada causa identificada en el análisis HAZOP, se asignó la categoría de riesgo que corresponda de acuerdo con la matriz.
4. Los resultados se registraron en las columnas de frecuencia, consecuencia y riesgo de las hojas de trabajo del análisis Hazop.

I.4.5. Escenarios identificados.

A partir de los resultados del análisis HAZOP, y tomando en consideración los riesgos con nivel más elevado, se identificaron los tres escenarios de riesgo condensados en la Tabla 17.

Tabla 17. Escenarios de riesgo

No.	Escenario	Desviación HAZOP	Riesgo según la matriz
1	Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo.	1.2.2	B
2	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga	2.2.3 y 2.2.4	B, B
3	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del	3.2.2 y 3.2.3	B, B
4	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión	4.2.3 y 4.2.4	B, B
5	Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador	5.2.3	B
6	Fuga de gas natural, en la línea de suministro a la CCI CFE, por golpe externo	6.2.1	B

En consecuencia los riesgos más altos identificados mediante el análisis HAZOP y la matriz de riesgo se clasifican en todos los casos en la categoría B, cuya definición es:

Riesgo Indeseable (Tipo B):

El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" 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".

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

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

II.1.1. Programa de simulación

Para determinar los radios potenciales de afectación de los escenarios descritos, se utilizó la Suite de BREEZE HAZ ver. 4.1; desarrollado Trinity Consultants. Es un conjunto de programas desarrollados por distintas instituciones y laboratorios integrados en la SUITE que permite el análisis de explosiones (4 modalidades), incendios (4 modalidades), Dispersión (4 modalidades, flotaciones positiva, neutra y negativa 2), así como un módulo de cálculo denominado EXPERT. También se aplicó el modelo liga para el cálculo de flujo o gastos a partir de recipientes y tuberías.

Los criterios para determinar las áreas de alto riesgo y de amortiguamiento fueron los recomendados, es decir los resultados de la modelación matemática de los escenarios se definen por distancias a las que se estima se presentarán valores iguales o superiores a los indicados en la Tabla 18. Dada la intensidad de estos eventos de fuego y sobrepresión, estos distanciamientos se toman como radios, ya que no puede predecirse el momento en el que ocurrirán, de modo que al ser la velocidad de viento muy baja y la clase atmosférica inestable, se está considerando un caso de adversidad extraordinaria y por lo tanto la precaución requiere considerar una zona circular dentro de la cual podrían manifestarse las consecuencias

del evento simulado.

Los escenarios estudiados y as áreas determinadas con base en la simulación se reportan en la Tabla 19. En esa Tabla la leyenda “no se alcanza el LII¹” se refiere a que la simulación realizada con SK LAD y FTOX y ALOHA así lo reportó. ya que se trata de una sustancia más ligera que el aire, de flotación positiva, de modo que al no haber zonas de acumulación en el entorno, y por tratarse de espacios abiertos, no existen condiciones para la acumulación y por tanto sería casi imposible la acumulación dentro de límites de explosividad, en el caso del ducto que conducirá el gas de la Terminal a las instalaciones s de CFE el evento es un chorro de fuego por la elevada velocidad con la que escapa el gas. La intensa dinámica de este evento hace que la combustión del gas impida la liberación como gas libre a la atmósfera. Tratándose de accidentes o eventos de fuga se consideraron tiempos de 15 minutos, partiendo del tamaño y la baja intensidad de obstáculos que permiten una rápida intervención del personal de control. En el caso de posibles explosiones se consideró en 10% de la masa liberada de gas. En cuanto a la igualdad de resultados de fuego en los escenarios estudiados, el resultado se encuentra en función del tamaño del dique de contención que tiene la misma superficie, y el evento fu estudiado con el modelo Confined Pool Fire, lo que haría diferentes a estos incendios sería la cantidad de material en combustión más no su alcance.

II.1.2. Criterios para definir las zonas de seguridad

Los criterios empleados en la simulación de los escenarios, para determinar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, fueron los establecidos por la SEMARNAT, como se indica en la Tabla 18. Criterios para definir las zonas de alto riesgo y amortiguamiento.

Tabla 18.- Zonas de Riesgo y de Amortiguamiento.

Evento	Zona	
	Alto riesgo	Amortiguamiento
Inflamabilidad (Radiación térmica)	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	1.0 psi	0.5 psi

AL no disponerse de datos de 10 años, se utilizaron VV = 1.5 m/s, T = 25 °C, y estabilidad atmosférica de Pasquill B

II.1.3. Simulación de escenarios

Los escenarios estudiados fueron:

Escenario	1	Presión (bar)	1.034
Descripción	Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo.	Tipo de recipiente	Otro
Ta (°C)	25	Flujo (kg/h)	No aplica
HR (%)	60	T (°C)	-162

¹ LII = Límite inferior de inflamabilidad.

Zona	Rural	Dimensiones	L=12.192 m; Ø=2.43 m
VV (m/s)	1.5	Capacidad (m ³)	45.5
Clase de Pasquill	B	Superficie del dique (m ²)	195.7
Sustancia	Metano	Diámetro del orificio de fuga	0.6 " (20%) y 3" (100%)
Fase	Líquida	Altura de la fuga sobre el piso (m)	1
Instalación o equipo	Tanque	Densidad del GNL kg/m ³	450
		Cantidad de gas (kg)	20475

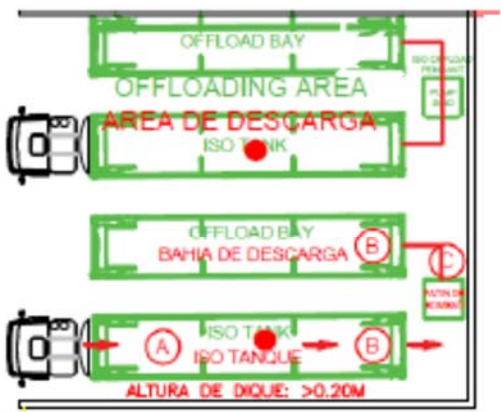
Escenario	2	Presión (bar)	1.34
Descripción	Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque.	Flujo (kg/h)	21272.86
Ta (°C)	25	Tipo de recipiente	Otro
HR (%)	60	T (°C)	-162
Zona	Rural	Dimensiones	Ø = 3"
VV (m/s)	1.5	Capacidad (m ³)	45.5
Clase de Pasquill	B	Superficie del dique (m ²)	195.7
Sustancia	Metano	Diámetro del orificio de fuga	3 "
Fase	Líquida	Altura de la fuga sobre el piso (m)	1
Instalación o equipo	Manguera	Densidad del GNL kg/m ³	450
Escenario	3	Presión (bar)	2.413
Descripción	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del tanque Buffer, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del tanque Buffer.	Flujo (kg/h)	21,068.74
Ta (°C)	25	Tipo de recipiente	Horizontal
HR (%)	60	T (°C)	-160
Zona	Rural	Dimensiones	Ø = 3"
VV (m/s)	1.5	Capacidad (m ³)	-
Clase de Pasquill	B	Superficie del dique (m ²)	304.2
Sustancia	Metano	Diámetro del orificio de fuga	3"

Fase	Líquida	Altura de la fuga sobre el piso (m)	0.5
Instalación o equipo	Manguera	Densidad del GNL kg/m ³	450
Escenario	4	Presión (bar)	42.747
Descripción	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador.	Flujo (kg/h)	21,068.74
Ta (°C)	25	Tipo de recipiente	Horizontal
HR (%)	60	T (°C)	-156
Zona	Rural	Dimensiones	∅ = 2"
VV (m/s)	1.5	Capacidad (m ³)	-
Clase de Pasquill	B	Superficie del dique (m ²)	304.2
Sustancia	Metano	Diámetro del orificio de fuga	2"
Fase	Líquida	Altura de la fuga sobre el piso (m)	0.5
Instalación o equipo	Manguera	Densidad del GNL kg/m ³	450
Escenario	5	Presión (bar)	41.368
Descripción	Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011.	Flujo (kg/h)	20,655.63
Ta (°C)	25	Tipo de recipiente	Otro
HR (%)	60	T (°C)	15.5
Zona	Rural	Dimensiones	∅ = 2"
VV (m/s)	1.5	Capacidad (m ³)	-
Clase de Pasquill	B	Superficie del dique (m ²)	304.2
Sustancia	Metano	Diámetro del orificio de fuga	1.2 " (20%) y 6" (100%)
Fase	Líquida	Altura de la fuga sobre el piso (m)	1
Instalación o equipo	Tubería	Densidad del GNL kg/m ³	450
Escenario	6	Presión (bar)	39.98
Descripción	Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE, por golpe externo.	Flujo (kg/h)	20,655.63

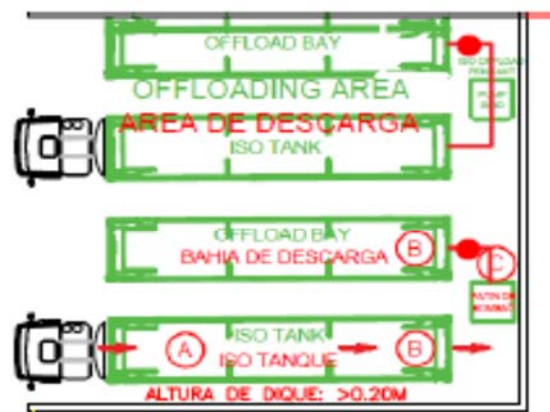
Ta (°C)	25	Tipo de recipiente	Otro
HR (%)	60	T (°C)	15.5
Zona	Rural	Dimensiones	Ø = 6"
VV (m/s)	1.5	Capacidad (m³)	-
Clase de Pasquill	B	Superficie del dique (m²)	-
Sustancia	Metano	Diámetro del orificio de fuga	6"
Fase	Gaseosa	Altura de la fuga sobre el piso (m)	0
Instalación o equipo	Tubería	Densidad del GNL kg/m³	450

En todos los casos los orificios de fuga se consideraron al 20% de su diámetro original y al 100%. Las figuras correspondientes a estos escenarios se encuentran a continuación

Escenarios 1 Y 2:



Localización del escenario: ISO tanque



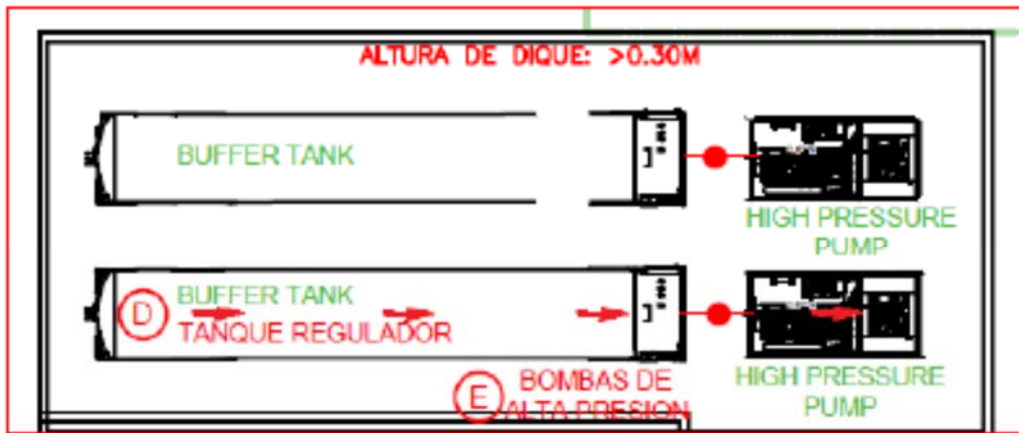
Localización del escenario. Manguera de descarga del ISO tanque

Escenario 3



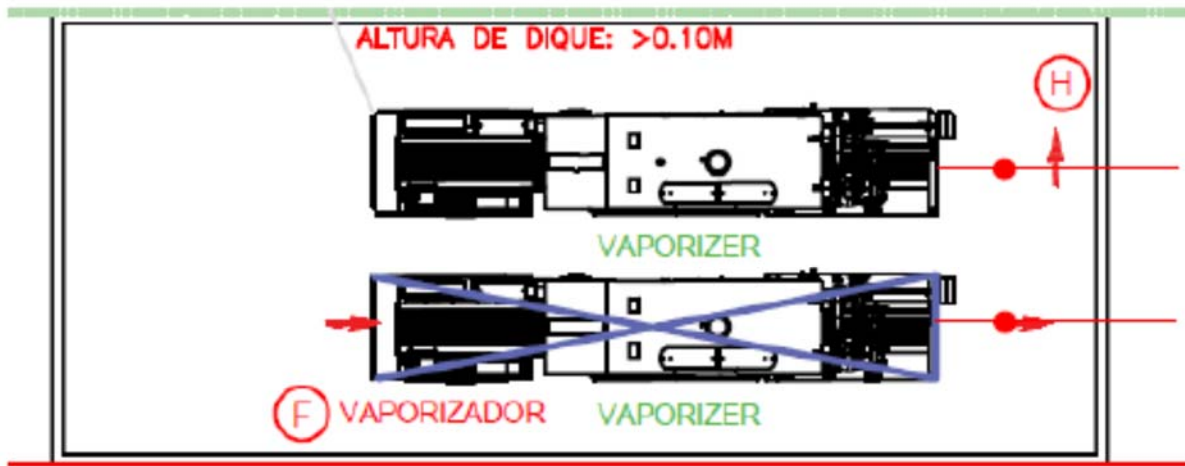
Localización del escenario. Manguera de descarga de bomba de alta presión

Escenario 4



Localización del escenario: Manquera de salida de tanque Buffer

Escenario 5



Localización del escenario: línea de salida del vaporizador

Escenario 6



Línea de suministro a la CFE

línea a la terminal de CFE

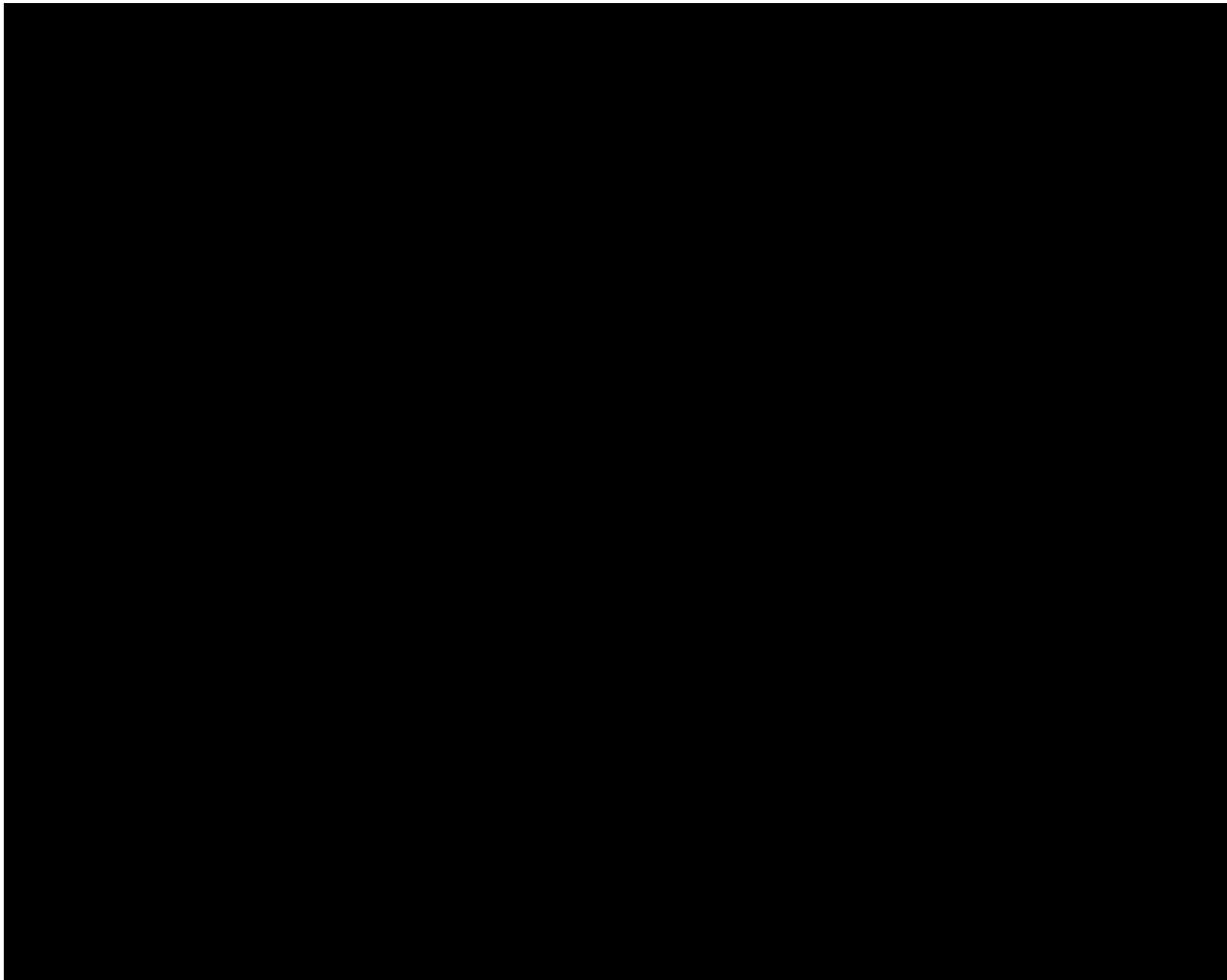
Tabla 19 .- Radios de áreas de alto riesgo y de amortiguamiento para los escenarios 1 y 2.

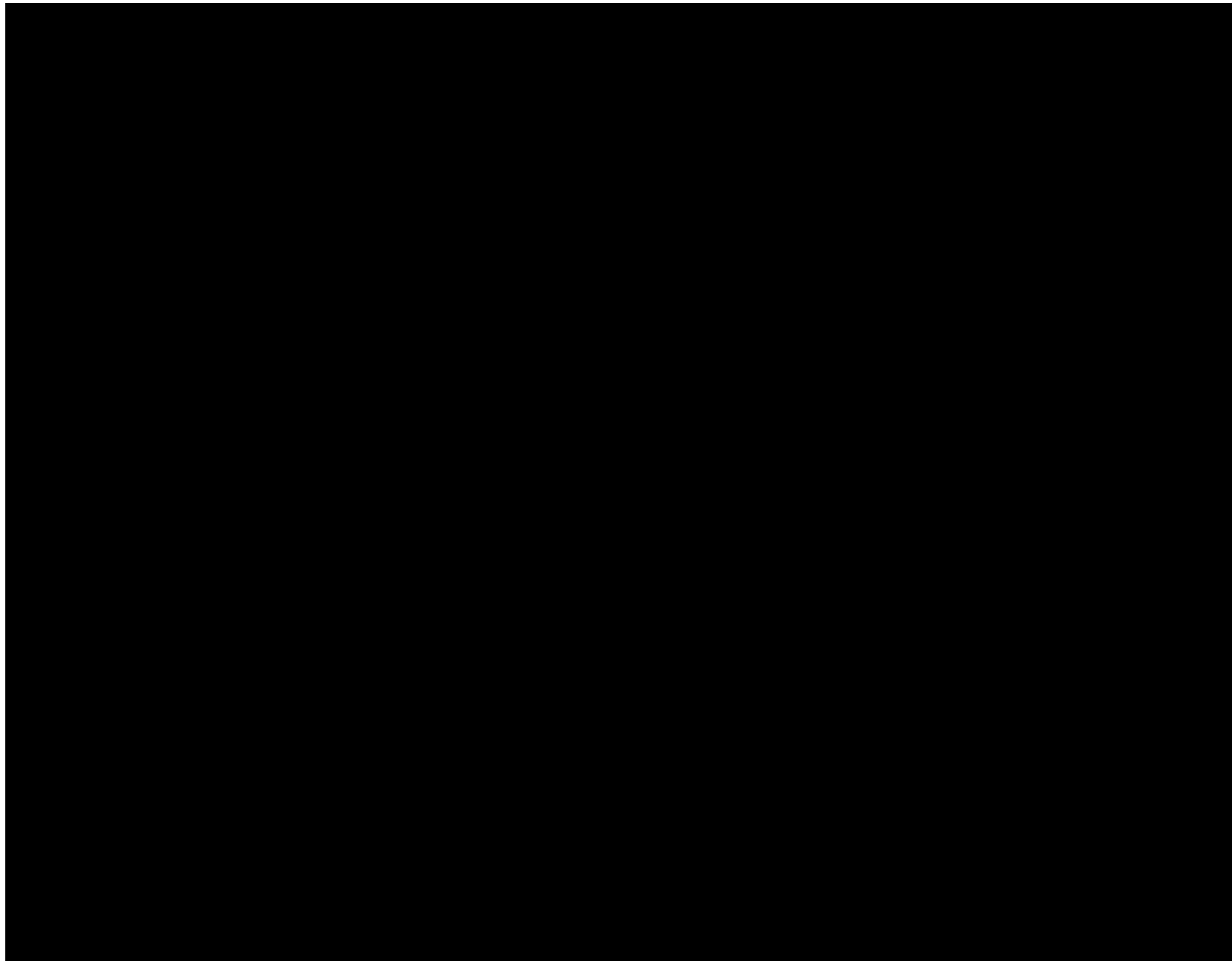
No	Escenario	Diám.		Incendio		Explosión	
		de fuga		Radios de afectación		Radios de afectación	
				(m)		(m)	
		%	Pulg.	Alto riesgo	Amortiguamiento	Alto riesgo	Amortiguamiento
1	Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo	20	0.6	75.89	140.35	No se alcanza el LIE	No se alcanza el LIE
		100	3	75.89	140.35	No se alcanza el LIE	No se alcanza el LIE
2	Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque	20	0.6	75.89	140.35	No se alcanza el LIE	No se alcanza el LIE
		100	3	75.89	140.35	No se alcanza el LIE	No se alcanza el LIE
3	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del tanque Buffer, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del tanque Buffer	20	0.6	75.9	140.35	No se alcanza el LIE	No se alcanza el LIE
		100	3	75.9	140.35	41.5	84.22
4	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador	20	0.4	75.9	140.35	No se alcanza el LIE	No se alcanza el LIE
		100	2	75.9	140.35	No se alcanza el LIE	No se alcanza el LIE
5	Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011	20	1.2	75.9	140.35	21.957	44.61
		100	6	75.9	140.35	21.957	44.61
6	Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE, por golpe externo	20	1.2	<10	<10	-	-
		100	6	19	37	-	-

Es claro que los escenarios relacionados con sobrepresiones no representan detonaciones, pues se trata de inflamación de gas natural al aire libre, es decir son deflagraciones, que si bien son intensas no alcanzan la destructividad de una detonación. El Anexo 10 contiene los reportes generados por los modelos aplicados.

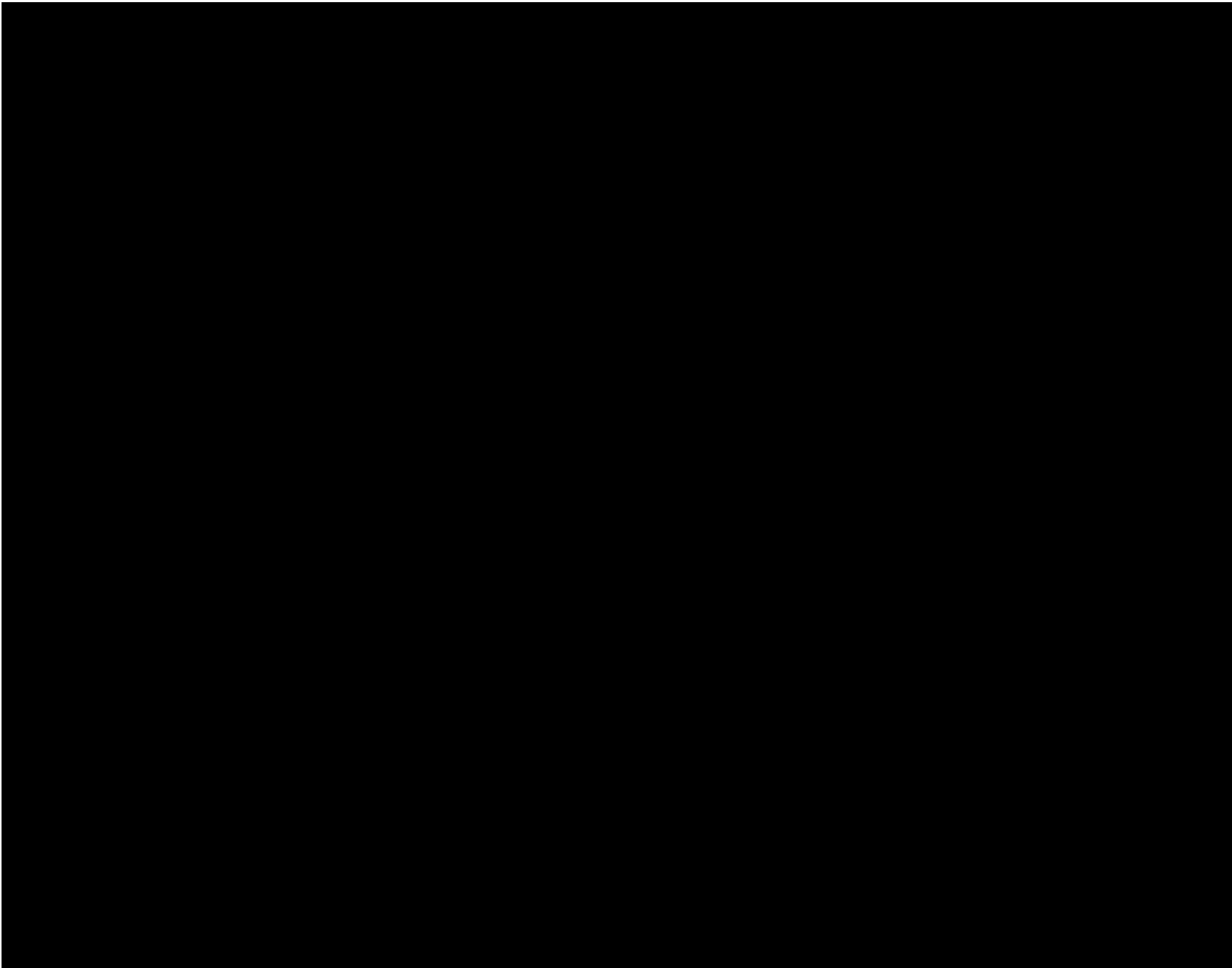
Las Figuras de la 28 a la 42 ilustran las posibles áreas de afectación por radiación calorífica y sobrepresión en el sitio del proyecto. La memoria de cálculo de las simulaciones se encuentra en el Anexo 10

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

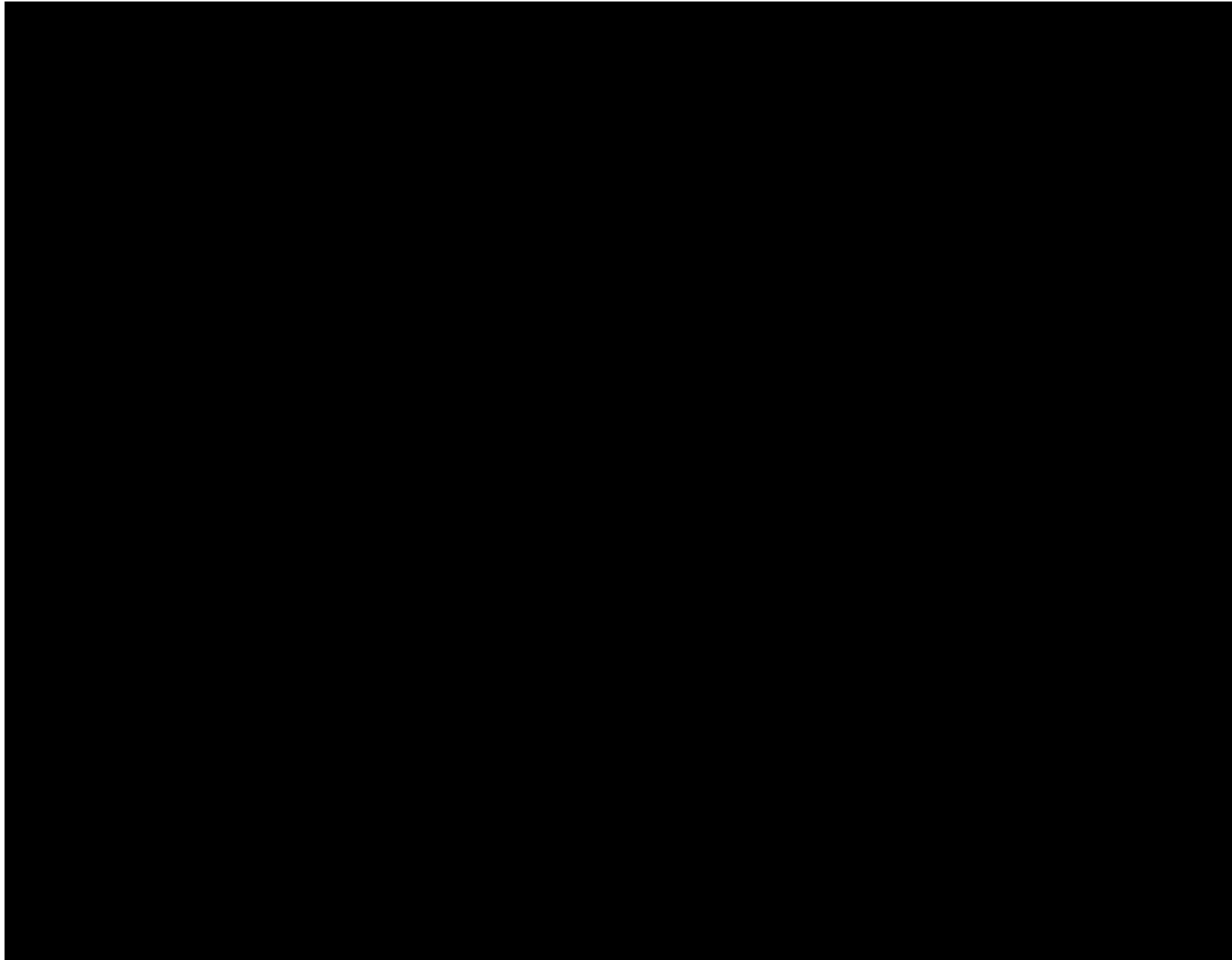




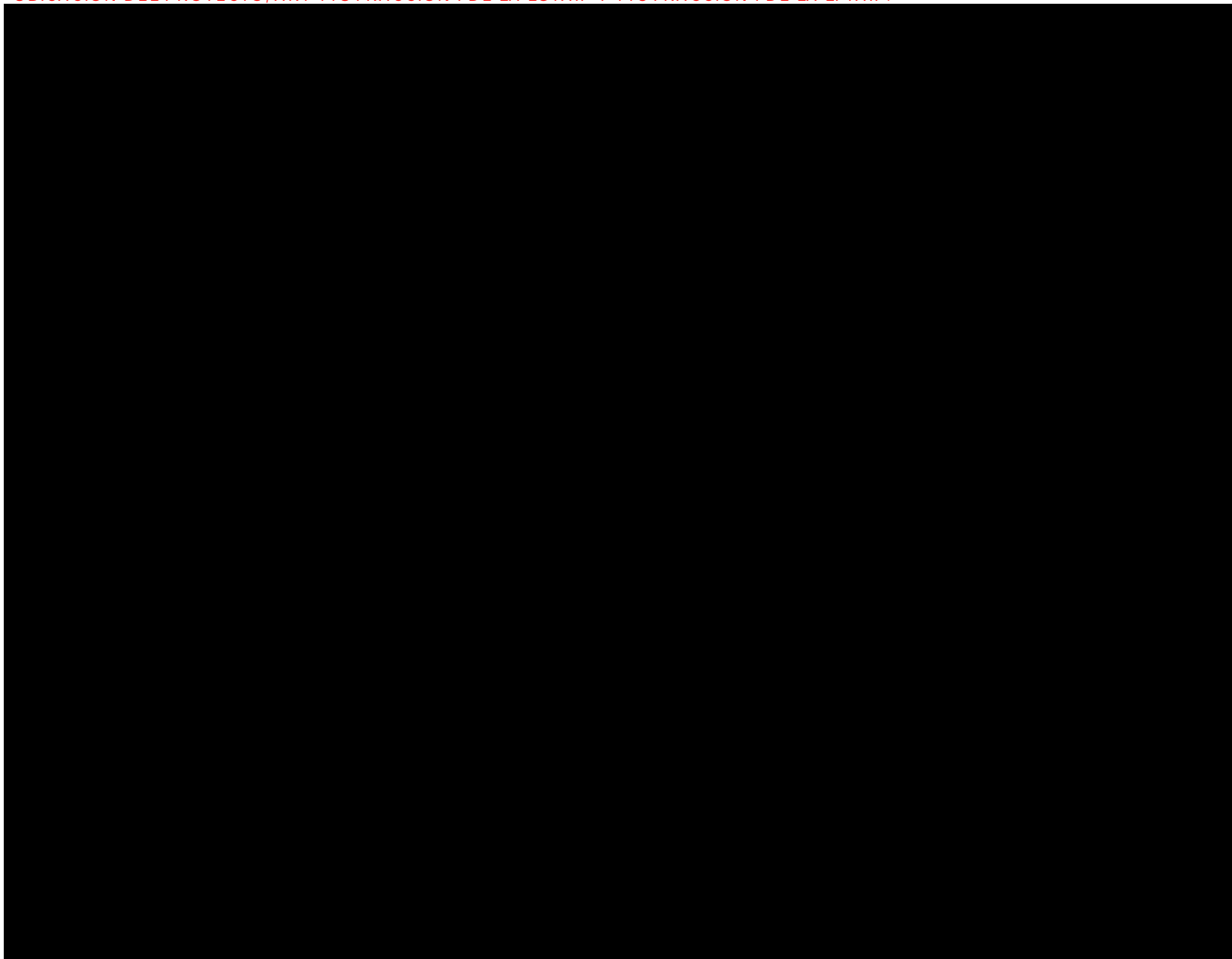
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



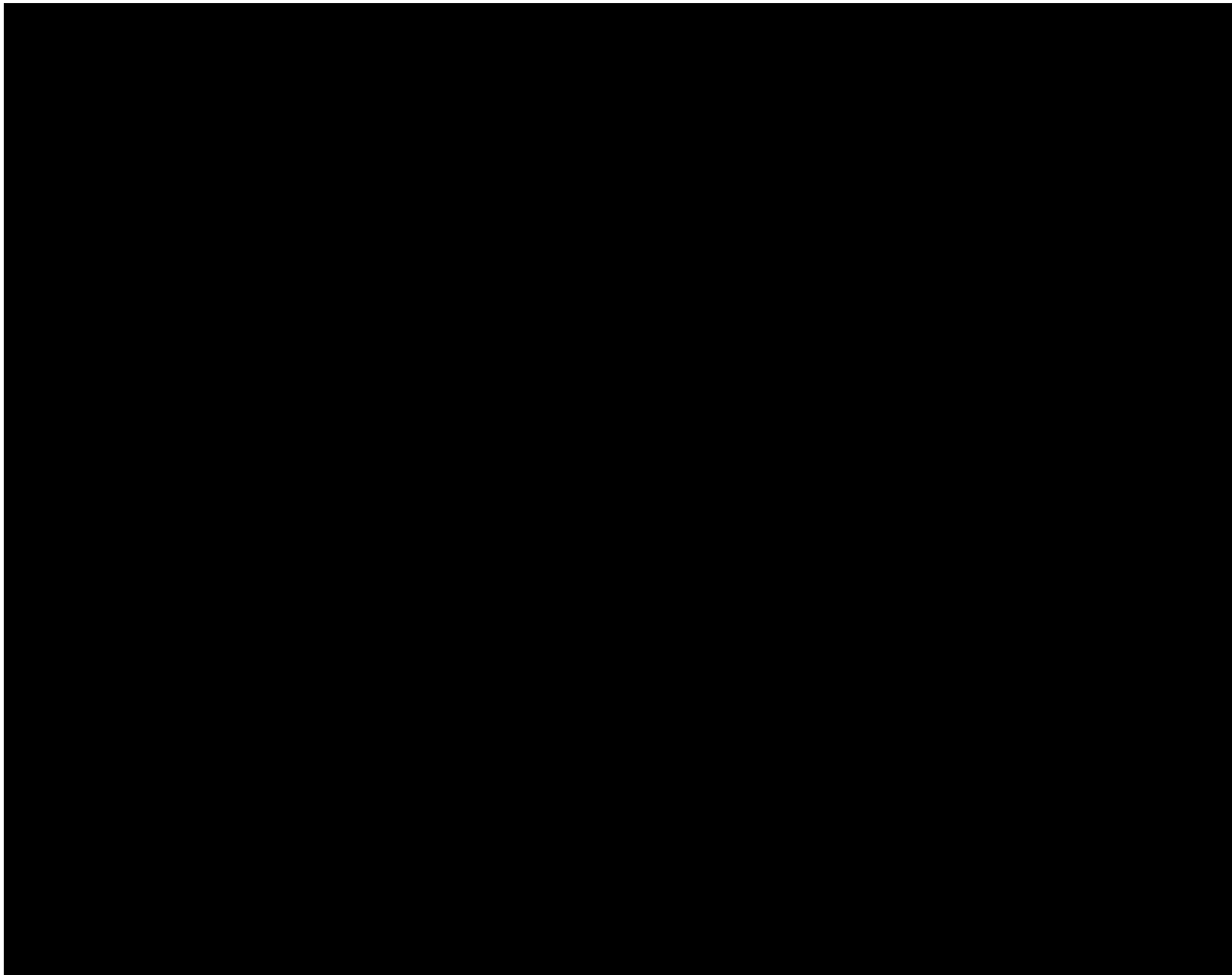
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



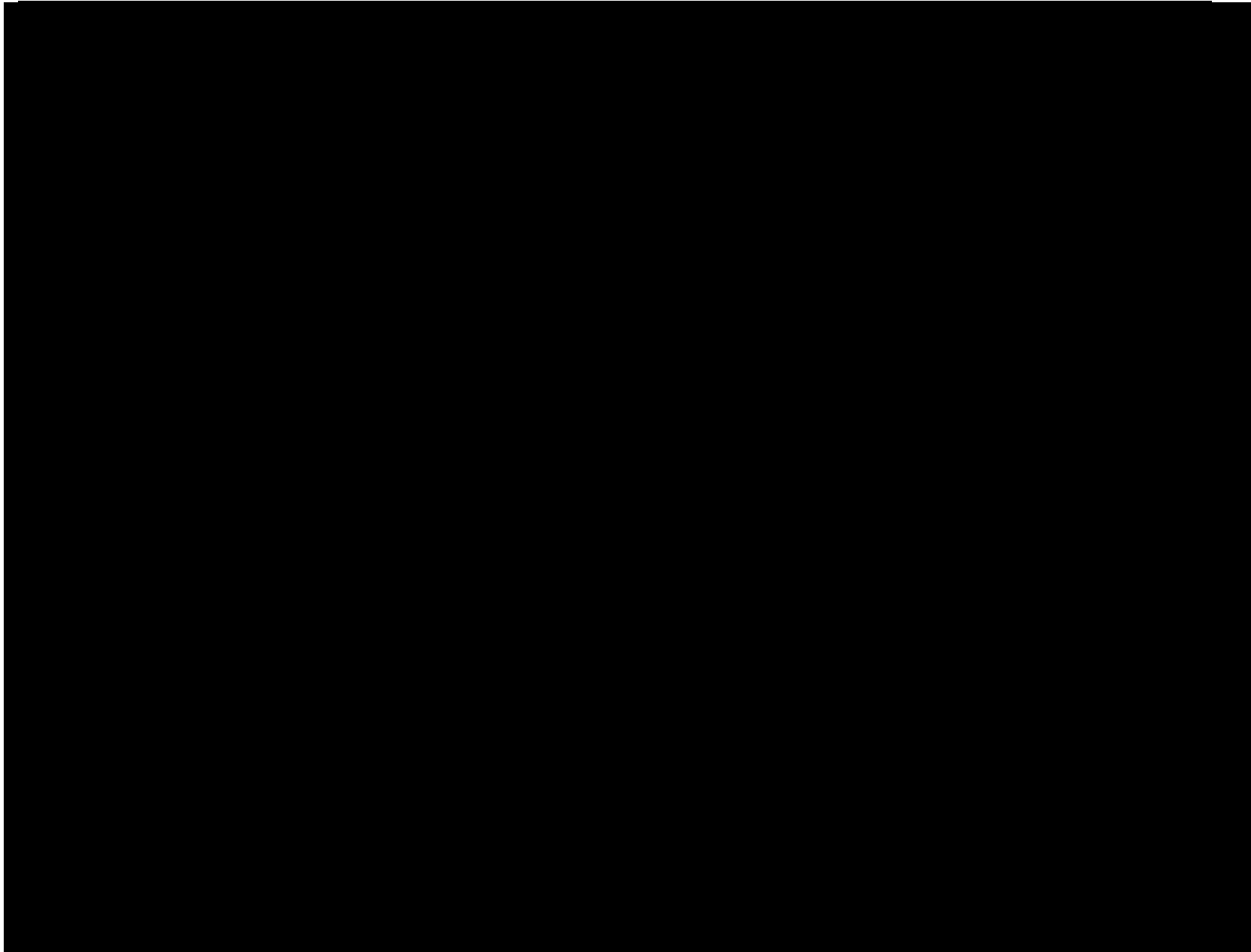
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



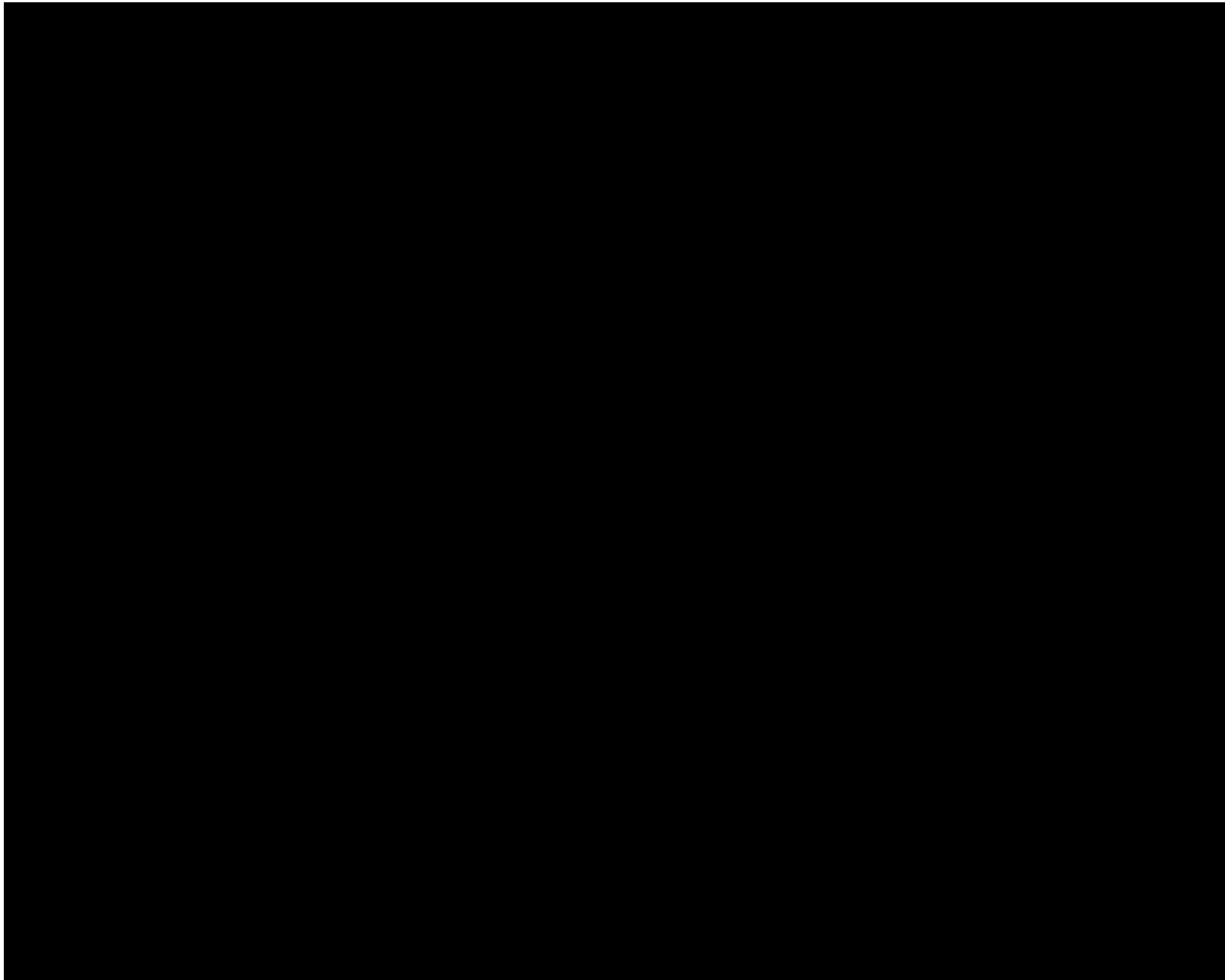
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

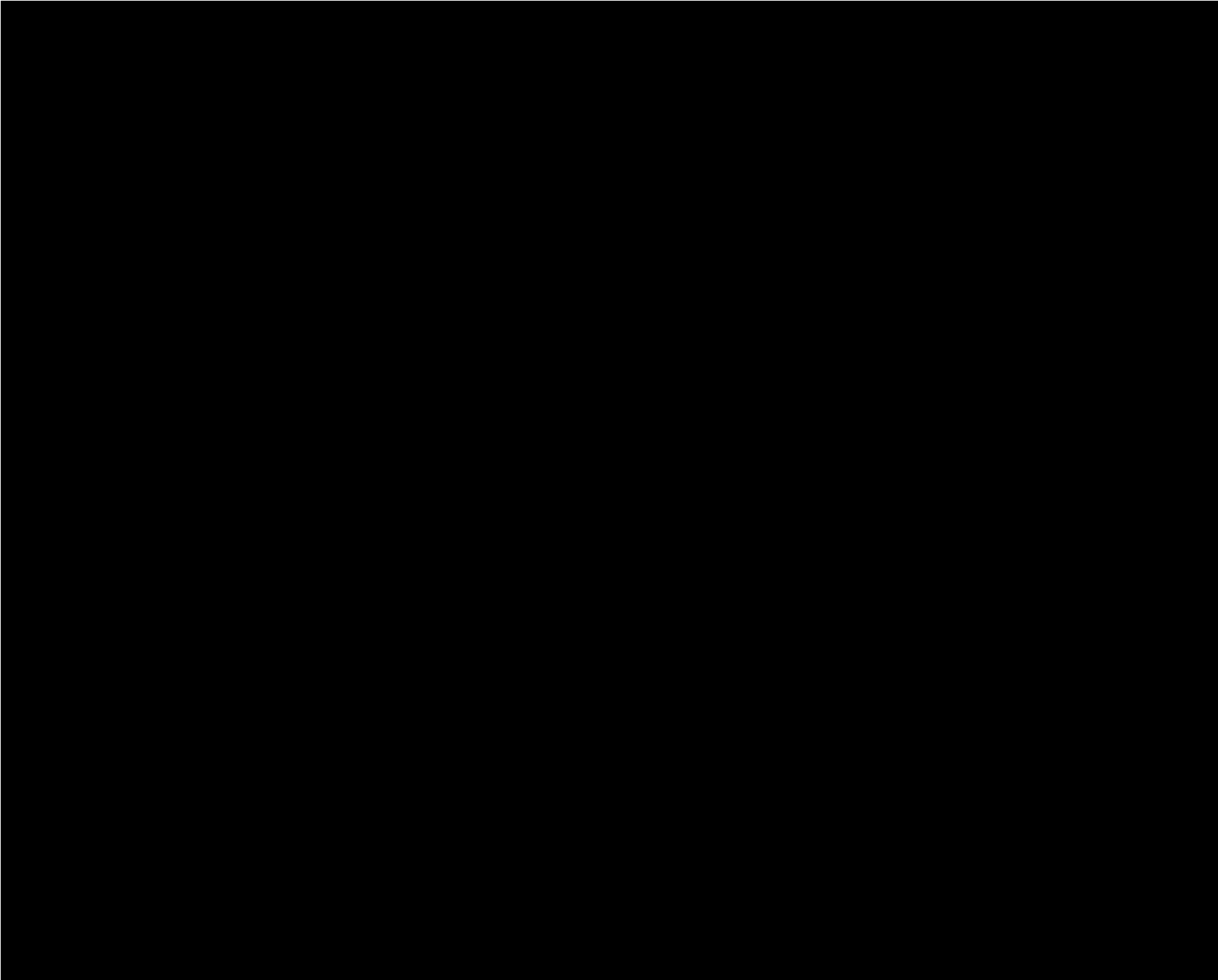


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

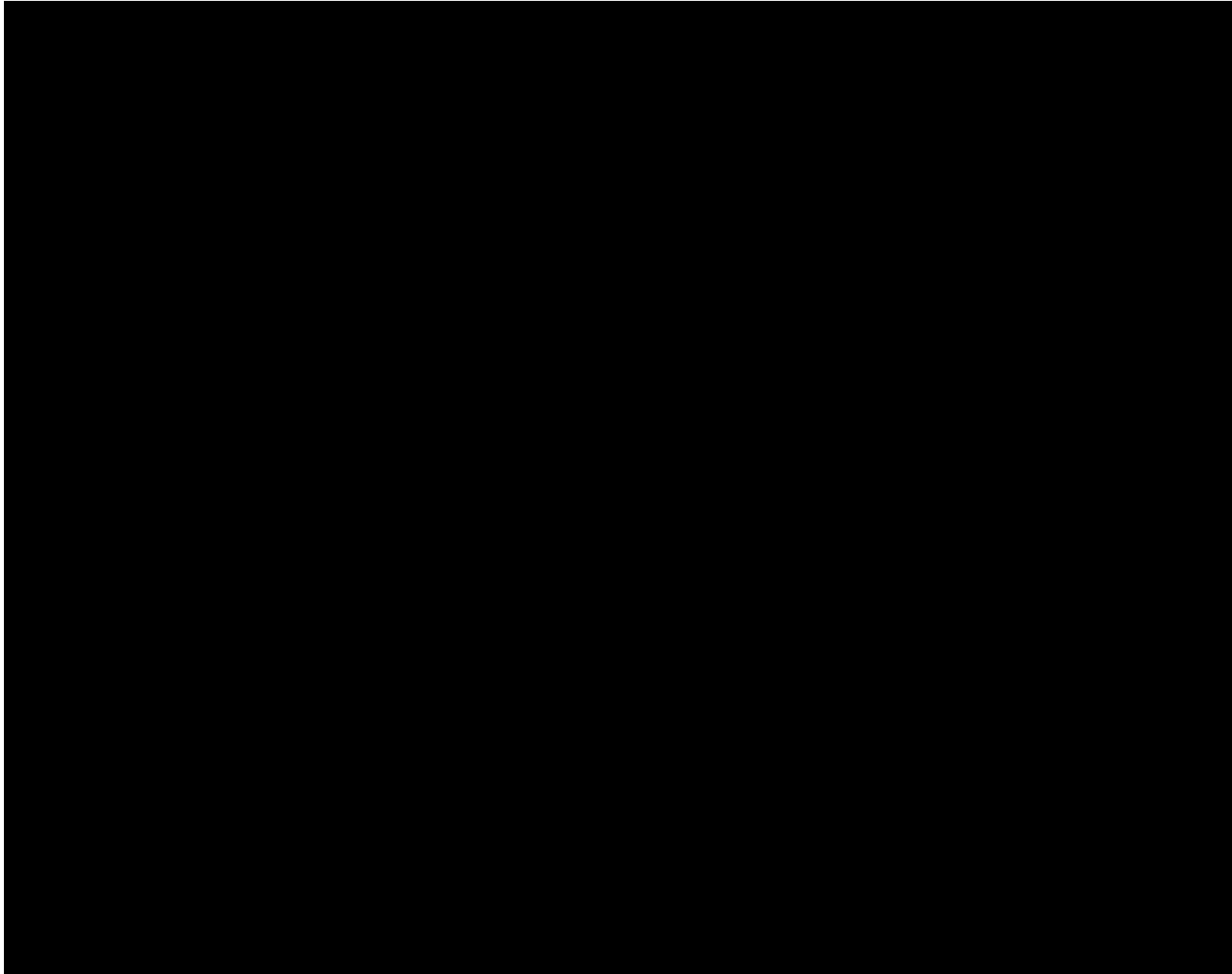


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

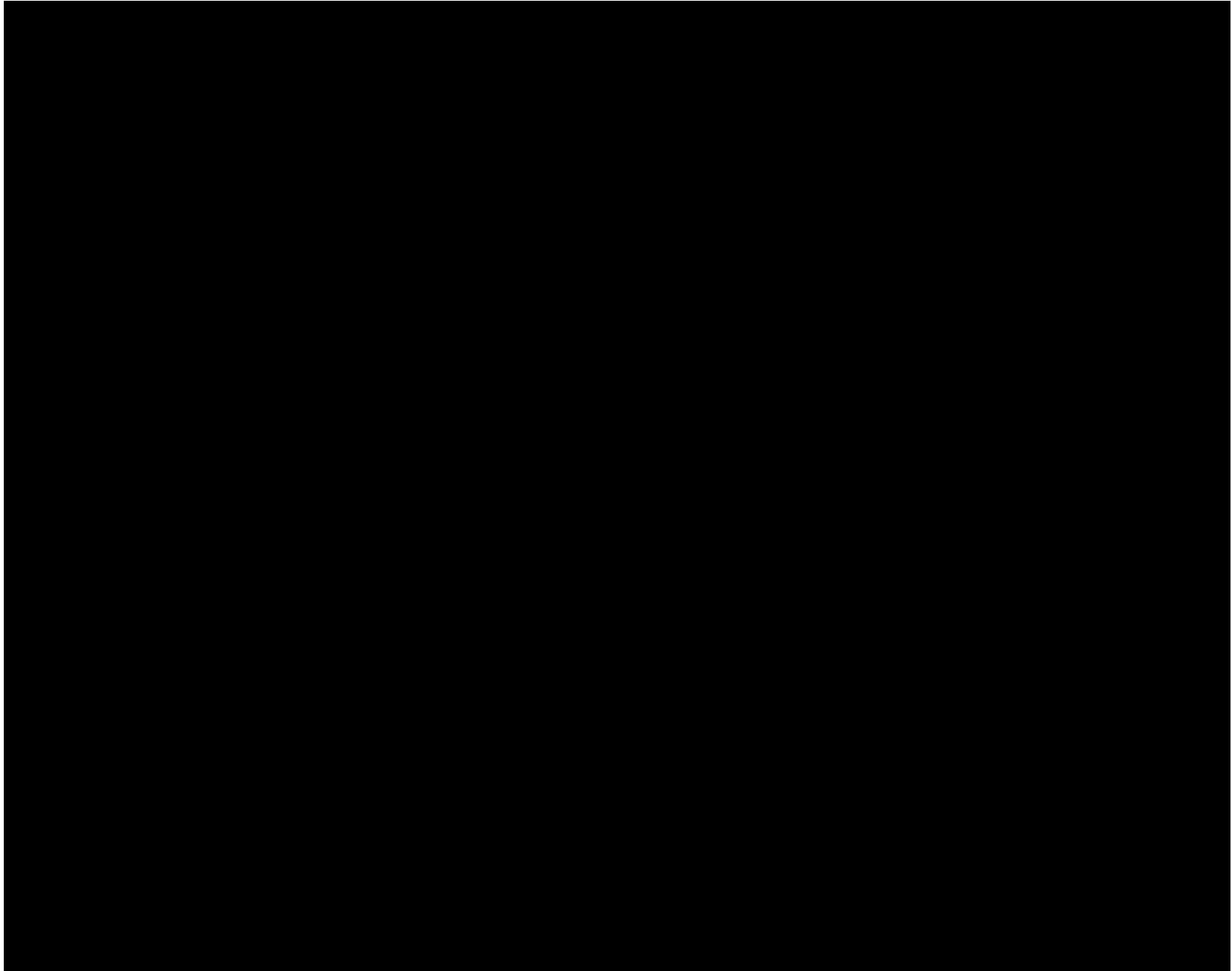
I



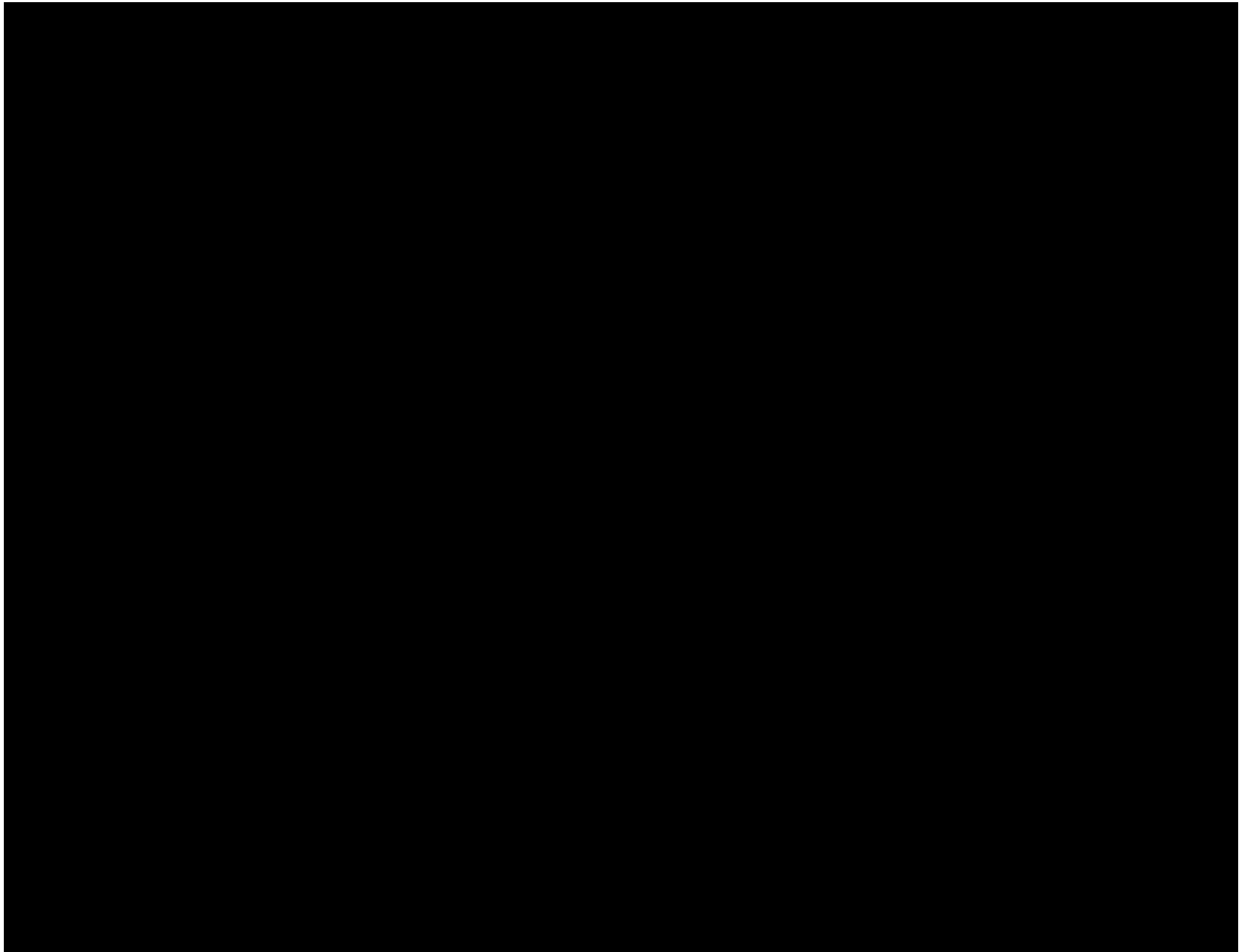
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



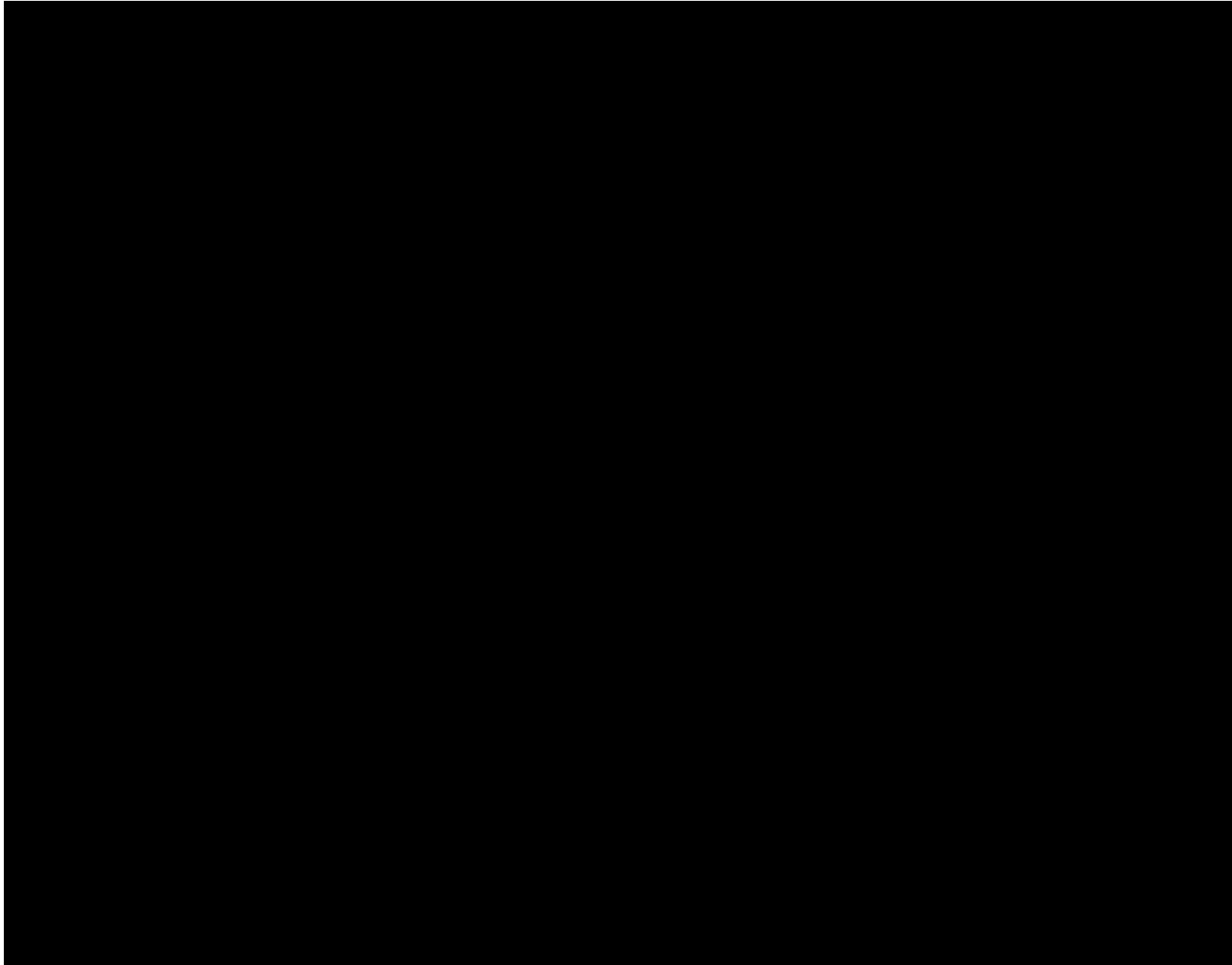
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



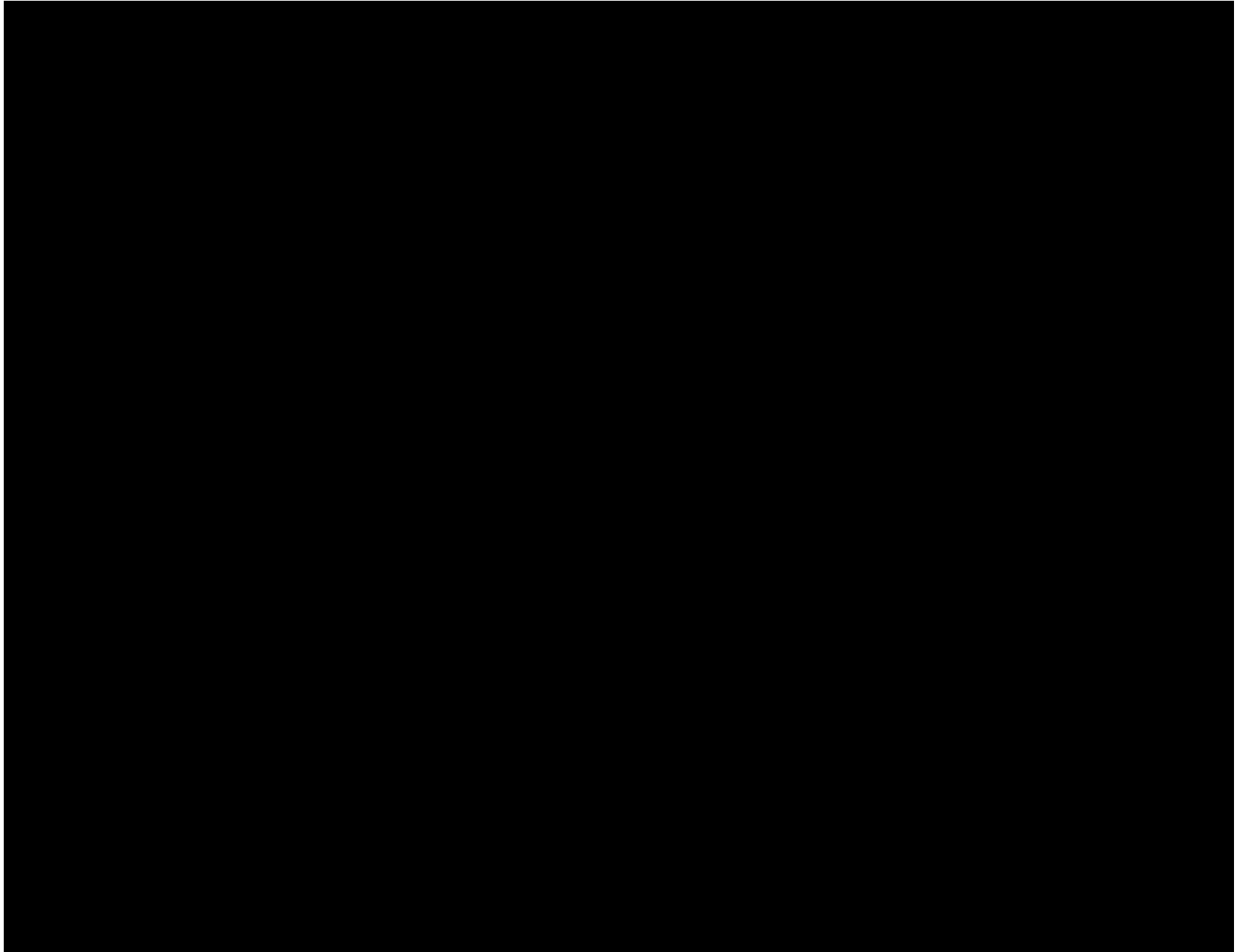
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



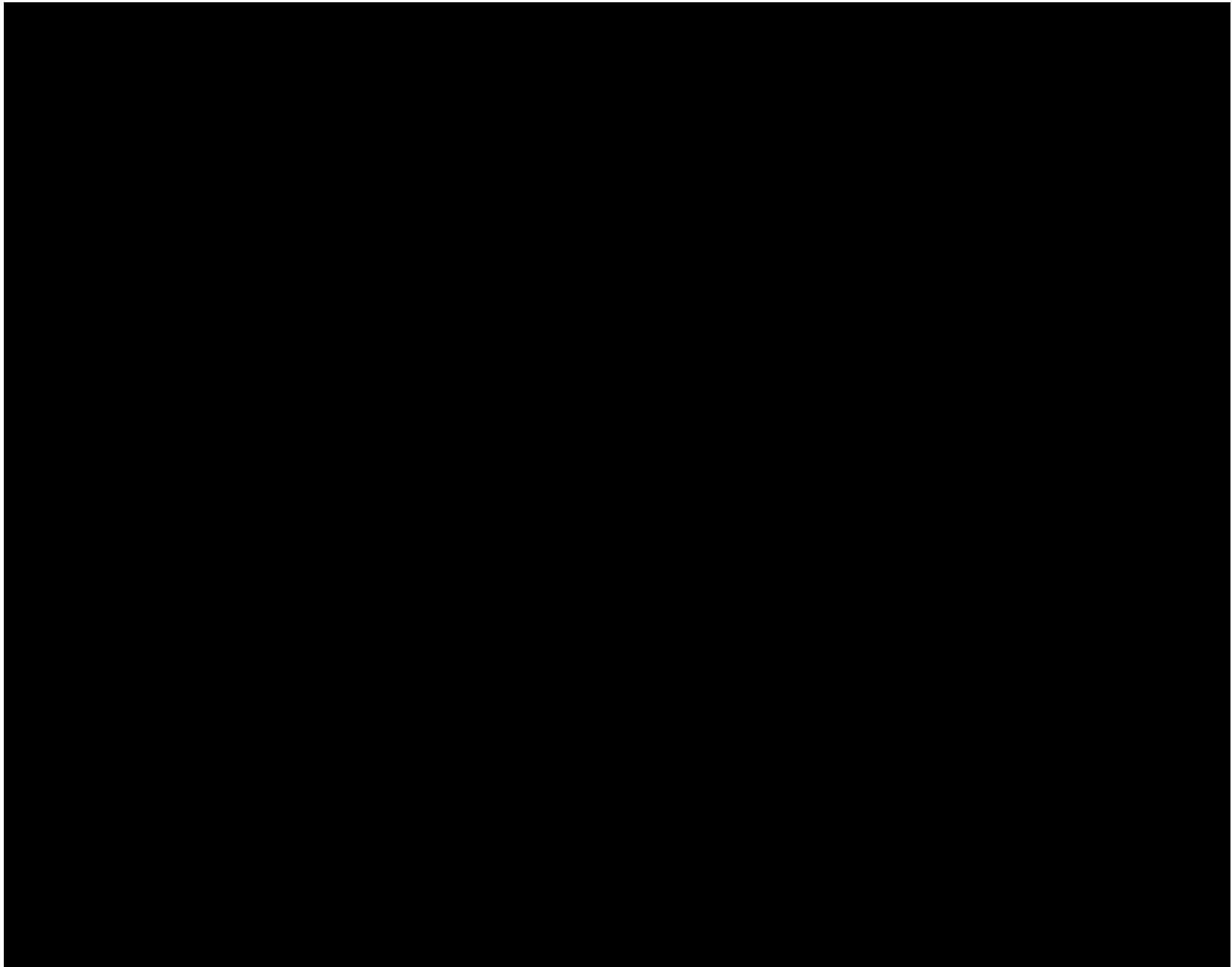
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

se describen las interacciones de riesgo que pudieran presentarse en cada escenario; así como las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia de dicha interacción y la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

Escenario 1. Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque. En los casos de incendio por fugas del 20% y 100 % del diámetro de la boquilla de salida del ISO tanque; los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre las instalaciones de CFE, sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, , sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. En ambos casos se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos

Escenario 2. Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque. En los casos de incendio por fuga del 20% y 100% del diámetro de la manguera de descarga del ISO tanque; los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre CFE, sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. En ambos casos se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos

Escenario 3. Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del tanque Buffer
En los casos de incendio por fuga del 20% y de explosión por fugas del 20% y 100% del diámetro de la manguera de descarga del ISO tanque; los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre CFE, sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas.

Por sobrepresión las áreas de alto riesgo quedan confinadas al interior del predio del proyecto y no tendrían incidencia sobre las instalaciones de CFE

En el caso de la radiación calorífica se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos, y en un caso de sobrepresión una porción de esta carretera también quedaría involucrada en el evento.

Escenario 4. Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión. En los casos de incendio por fuga del 20% del diámetro de la manguera de descarga de la bomba de alta presión; los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre las instalaciones de CFE, sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, , sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas.

En ambos casos se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos

Escenario 5. Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador. En los casos de incendio por fuga del 20% y 100% el diámetro de la línea de salida del vaporizador; los radios de alto riesgo no rebasan los límites del predio, no inciden sobre CFE pero sí sobre la carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos. sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del

predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. También se vería involucrada la Carretera San Lucas – Los Todos Santos.

Escenario 6. Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE

En los casos de incendio por fuga 20% y 100% del diámetro de la línea de suministro de gas a la CCI CFE; los radios de alto riesgo rebasan el límite sur, donde incluye parte de interior de la CFE., También se vería involucrada la Carretera San Lucas – Los Todos Santos.

En ninguno de los seis escenarios con sus variantes, se afectarían tanques de almacenamiento.

II.2.1 efecto domino

De acuerdo con las interacciones de riesgo anteriores, existe la posibilidad de un efecto domino en caso de incendio en la línea de suministro de gas a la CCI CFE (escenario 6-100%); con posible afectación a un tanque de almacenamiento de combustóleo de la CCI CFE.

Además, existe la posibilidad de efecto domino, al interior de la terminal, entre las instalaciones que se incluyen en los radios de alto riesgo de todos los escenarios. En estos casos, el riesgo de efecto dominó consiste en la generación de fugas de gas natural secundarias, debido a daños en los equipos e instalaciones de la terminal, como resultado de la radiación o sobrepresión. Estas fugas pueden derivar a su vez, en la propagación del incendio y/o la explosión adicional de instalaciones cercanas al origen del escenario de riesgo.

II.2.2. Medidas preventivas para la reducción de la ocurrencia de las interacciones de riesgo.

La terminal contará con las medidas de preventivas y sistemas de seguridad que se describen en las secciones III.1.1.y III.1.2., sin embargo, para el control específico de los escenarios de riesgo identificados, la planta contará con lo siguiente.

Válvulas de alivio de presión colocadas en el espacio de vapor de los ISO tanques, Tanque buffer y Vaporizador que garantizan que no se puedan presurizar más allá del 120% de su presión de trabajo máxima permitida (MAWP).

Válvulas de alivio térmico en cualquier sección de la tubería donde el GNL o el gas natural frío puedan quedar atrapados, ganando calor y expandiéndose; provocando una sobrepresurización de la línea por encima de su presión de funcionamiento segura.

En caso de fuga; se contará con válvulas de bloqueo, para el cierre de gas a cada uno de los equipos de los trenes de regasificación.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

De acuerdo con la información del diagnóstico ambiental realizado en el Capítulo IV de la MIA del presente proyecto, a continuación, se describen los efectos sobre los componentes ambientales del sitio.

Tabla 20. Efectos sobre los componentes ambientales

Componente ambiental	Indicador	Sitio del Proyecto	Efecto sobre el componente ambiental
Clima	Modificación del microclima	El clima es Muy Árido Cálido y a pesar de los efectos antropogénicos presentes en el área, no ha sido modificado o afectado, tampoco se afectará con la realización del proyecto.	Dado que las consecuencias de los escenarios identificados, son de corta duración; no se espera ningún efecto sobre el clima del lugar.
Ruido	Fuentes de ruido	En el sitio del proyecto, es una zona activa. El ruido se genera por las zonas colindantes CCI CFE y la Carretera Cabo San Lucas – Todos Los Santos Ocegüera Gutiérrez. El proyecto no aumentará en forma considerable los niveles de ruido de la zona.	Solo en caso de explosión se generarían altos niveles de ruido; sin embargo, estos serían de corta duración.
Hidrología superficial	Número de corriente de agua	En el sitio del proyecto no hay corrientes de agua.	En caso de fuga, no se espera contaminación del Golfo ya que el gas natural licuado se evapora a temperatura ambiente y en estado gaseoso es más ligero que el aire, por lo que tiende a elevarse y dispersarse rápidamente en la atmosfera. Además el mar se encuentra a más de 200 m de distancia.
Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	La realización del proyecto no aumentará el déficit registrado para el acuífero Cabo San Lucas.	En caso de fuga, no se espera infiltración en el suelo ya que el gas natural licuado se evapora a temperatura ambiente y en estado gaseoso es más ligero que el aire, por lo que tiende a elevarse y dispersarse rápidamente en la atmosfera.
Vegetación	Riqueza de especies	La vegetación en el sitio del Proyecto ni la vegetación del SA, se verán afectadas de ninguna manera.	Se llevará a cabo el rescate de la vegetación afectable.
Especies vegetales en estatus de conservación	Presencia/ausencia	En el sitio no hay registro de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y con la realización del proyecto no se afectará a las especies categorizadas que se encuentren en el SA	Se llevará a cabo el rescate de la vegetación con estatus de conservación.
Fauna	Calidad del hábitat	El sitio del proyecto, al no presentar vegetación, no registra presencia de fauna, a excepción de sobrevuelos de algunas especies de aves, mismas que no se verán afectadas por la realización del proyecto.	No se espera afectación ya que, en el sitio, no existe fauna afectable.

Componente ambiental	Indicador	Sitio del Proyecto	Efecto sobre el componente ambiental
Fauna	Riqueza de especies	La fauna en el SA, presenta alta diversidad y endemismo.	Se llevará a cabo la reubicación de la fauna afectable.
Especies de fauna en estatus de conservación	Presencia/ausencia	No presenta registros de fauna, en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se llevará a cabo la reubicación de la fauna con estatus de conservación.
Paisaje	Calidad	La calidad paisajística es muy buena por la relación que presenta con el mar y la amplia visibilidad que esto brinda.	No se esperan cambios o modificaciones del paisaje.
Demografía	Tasa de crecimiento	En el sitio del proyecto no se presentan comunidades de ningún tipo.	No se espera ningún efecto

Según lo expuesto, en caso de presentarse alguno de los eventos de riesgo identificados, el efecto sobre los componentes ambientales del sitio sería de reducida magnitud e intensidad debido a que no son eventos permanentes, sino de corta duración y rápido combate y control.

En estas condiciones, el sistema ambiental tiene la capacidad de recuperar los valores normales en sus componentes bióticos y abióticos.

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

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Con base en los resultados de la identificación y jerarquización de riesgos, así como de la simulación de escenarios ESTUDIADOS; se formulan las recomendaciones:

Tabla 21. Recomendaciones técnico operativas

No.	Recomendación
1.	Establecer un programa de capacitación al personal de operación, mantenimiento y de seguridad, en las actividades
2.	Establecer un procedimiento para trabajos peligrosos (corte, soldadura, etc.)
3.	Establecer un reglamento de seguridad e higiene, en el que se indiquen las restricciones de ingresar cerillos,
4.	Establecer un programa de retiro y limpieza periódica de la vegetación que rodea a la Terminal
5.	Establecer un programa de mantenimiento a válvulas automáticas, manuales, check y de seguridad
6.	Aplicar el programa de mantenimiento de la Terminal
7.	Establecer un procedimiento de descarga de ISO tanques, en el que se incluya la colocación de dispositivos para

8.	Establecer un Plan para la Atención de Emergencias, en el que se incluya la formación de brigadas, la capacitación al personal de brigadas, sobre los procedimientos para atención a emergencias, incluyendo sismo y
9.	Instalar dispositivos para evitar el movimiento de los tanques Buffer.
10.	Instalar dispositivos para evitar el movimiento de los vaporizadores.

III.1.1. Sistemas de seguridad

se presenta una relación de medidas, equipos, dispositivos y sistemas en la instalación, para la prevención, control y atención de posibles eventos extraordinarios.

III.1.1.1 Cerca perimetral

La Terminal estará asegurada por una cerca de malla y estará protegida contra intrusiones y accesos no autorizados.

III.1.1.2 Acceso a la Planta

La Terminal normalmente operará bajo el Nivel de seguridad 1. El acceso a la Planta será administrado por los guardias de seguridad en la caseta de vigilancia. Las identidades de todos los visitantes a la Planta se verificarán antes de otorgar el acceso. Existirá un sistema de administración de acceso en el que cada visitante recibirá una identificación que muestre la zona a la que se otorga el acceso.

III.1.1.3 Sistemas de circuito cerrado de televisión (CCTV)

La Terminal estará protegida por un sistema de CCTV tripulado que también controla el perímetro y la entrada y salida de la Planta. Las cámaras podrán moverse y acercarse para vigilar las instalaciones y para detectar personas no autorizadas y posibles incidentes o accidentes.

III.1.1.4 Diques para contención de derrames

El área de descarga de ISO tanques, los tanques buffer, las bombas de alta presión y los vaporizadores, estarán instalados dentro de áreas de contención de derrames (Diques).

III.1.1.5 Generador de respaldo

En el caso de una pérdida total de energía auxiliar, o en situaciones en que el sistema de transmisión de la red pública esté fuera de servicio, la energía de emergencia requerida para el cierre seguro de la

planta la proporcionará un generador diésel de emergencia con capacidad nominal de 480 V, 2MW. El generador diésel también será capaz de arrancar la unidad. El generador diésel estará conectado a un equipo de distribución de 480 V y tendrá su propio tanque de combustible externo con una capacidad de 100 horas de funcionamiento.

III.1.1.6 Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS)

El diseño y los equipos instalados se centran específicamente en la operación segura de la instalación. Desde aspectos de seguridad pasiva como la inherencia a los estándares de la industria; a la adición de componentes activos que monitorean constantemente las condiciones de la instalación y pueden actuar, apagar y aislar de manera segura la instalación si se detecta un problema; El objetivo principal de esta instalación es entregar combustible limpio y confiable de manera segura.

Descripción general del sistema de seguridad

El sistema de regasificación está equipado con un sistema instrumentado de seguridad (SIS) que abarca los sistemas de detección de proceso, gas e incendios que pueden activar un procedimiento de apagado seguro si se detecta alguna lectura relacionada con la seguridad en toda la instalación. Si se detecta una condición alterada, el SIS activa la respuesta adecuada para aliviar, mitigar o eliminar la condición; dependiendo de su naturaleza. Para el sistema de detección de fuego y gas, la respuesta típica es cerrar las válvulas de la fuente de GNL para detener la fuga o retirar el combustible del fuego; luego detenga las bombas, vaporizadores y procesos para evitar la pérdida de contención. El sistema también anuncia la condición de alarma a través de pantallas HMI instaladas en toda la instalación, activa las alarmas acústicas y de baliza de emergencia para notificar al personal en el lugar.



Controlador del SIS

El componente principal de este sistema es un PLC / PAC centralizado que monitorea todos los sensores y activa la secuencia de apagado de emergencia (ESD) si alguno de los valores excede los puntos seguros.

Este sistema PLC / PAC está montado en el remolque del vaporizador y tiene control directo sobre las válvulas del tanque, los impulsores de la bomba y los sistemas auxiliares de cierre de los quemadores de gas. El controlador y el sistema SIS cuentan con un sistema de respaldo de batería UPS de 24 horas que continúa detectando condiciones de gas e incendio y activa la ESD incluso si no hay energía disponible. Incluso en condiciones en las que la batería está agotada (es decir, más de 24 horas sin energía), el sistema está diseñado con un diseño a prueba de fallas que todas las válvulas se cerrarán automáticamente una vez que se desconecte la energía. Algunas especificaciones clave:

1. Controlador Allen-Bradley CompactLogix L3
2. UPS (batería) de respaldo las 24 horas para sistemas críticos de gas / fuego
3. Válvulas ESD: a prueba de fallas (cerradas por resorte) en todas las penetraciones del tanque
4. Sensores a prueba de explosión dentro de las áreas peligrosas (ricas en gas) que utilizan componentes aprobados y certificados por UL, CSA o FM para trabajar de manera segura en áreas ricas en gas (clasificadas).
5. Cableado a prueba de explosiones para todos los componentes instalados peligrosos (ricos en gas)

El sistema de quemador de gas que proporciona la fuente de calor para la vaporización es controlado y monitoreado por un sistema de gestión de quemador separado que cumple con las especificaciones NFPA 85. Este sistema recibe un permiso OK del SIS para funcionar, pero proporciona una mayor variedad de

controles de seguridad para garantizar una vaporización segura, como:

6. Sistema de detección de no llama. El quemador monitorea continuamente la llama dentro del quemador, cerrando con seguridad la válvula de alimentación de gas si la llama se apaga. Esta es una característica importante ya que el gas no quemado puede quedar atrapado y luego encenderse abruptamente dentro de la cámara de combustión.
7. Detección de presión alta y baja de gas combustible: diseñada para detener el flujo de gas si se detecta una condición capaz de interrumpir la llama.
8. Apagado por bajo nivel de refrigerante, que evita que el vaporizador funcione con un nivel de refrigerante insuficiente
9. Apagado por alta temperatura del refrigerante, que evita que una condición de fuga sobrecaliente el refrigerante
10. Procedimiento seguro de prepurga, llama baja y postpurga, que garantiza que la cámara de combustión esté libre de gas atrapado antes de volver a encenderse

Detección de gas

El tren de regasificación está equipado con una serie de detectores de gas instalados en áreas donde el gas se acumularía y proporcionaría una indicación de una fuga. Especificaciones clave:

1. Fabricante: Dettronic
2. Modelo: Detector de gas Eclipse IR PointWatch (PIRECL)
3. Rango: 0-100% LEL (concentración de 0-4.5% para metano)
4. Tiempo de respuesta: menos de 1 segundo para el 20% LEL, 4,5 segundos para el 50% LEL
5. Advertencia de disparo: advertencia de detección 20% LEL, 40% comienza procedimiento ESD
6. Aprobaciones: FM y CSA (EE. UU. Y Canadá), IECEx (mundial)



Los sensores de gas tienen una función de autoprueba que realiza una verificación de estado y proporciona una señal de falla que activa el sistema ESD. Del mismo modo, envían las señales de 4-20 mA mediante cableado a prueba de explosiones. Lo que esto significa es que el cableado está diseñado para continuar operando bajo escenarios de incendio y explosión, y que el PLC puede detectar si el sensor está desconectado o dañado y cuándo, también iniciando el sistema ESD.

Sistema de detección de incendios

Al igual que los detectores de gas, el sistema incorpora sondas de detección de calor en toda la instalación para detectar cambios repentinos de temperatura que son la firma de los incendios. Esto se realiza utilizando las siguientes sondas de detección de temperatura:

1. Fabricante: Rosemount
2. Modelo: 214C con elementos térmicos duales
3. Rango: -321F a 1112F
4. Tiempo de respuesta: 10,8 segundos como máximo para alcanzar el 50% de respuesta del sensor cuando se prueba de acuerdo con IEC 60751: 2008
5. Advertencia de viaje: la advertencia de detección a 120F, 165F comienza el procedimiento de ESD
6. Aprobaciones: FM y CSA (EE. UU. y Canadá), IECEx (mundial) para instalaciones peligrosas.



De manera muy similar a los detectores de gas, las sondas de detección de fuego y calor están conectadas mediante cableado a prueba de explosión y tienen una función de detección de circuito abierto. Lo que esto significa es que el PLC reconocerá una sonda faltante o que funciona mal y activará el sistema ESD en respuesta.

Sistema de parada de emergencia (ESD)

Aunque la ESD generalmente se refiere a todo el sistema de seguridad (sensores de seguridad, PLC / PAC y los dispositivos de aislamiento y la lógica que lo acompañan), para esta sección describiremos los dispositivos a cargo de asegurar la instalación una vez que el PLC activa un apagado de emergencia. Este se divide en:

Válvulas accionadas por bloqueo de fuego: aislamiento del combustible

Estas son las válvulas que proporcionan un bloqueo contra incendios y aíslan con seguridad el combustible de fugas o áreas en llamas. Son dispositivos diseñados para cerrarse automáticamente (cierre por resorte) si se detecta un error, pérdida de energía o daño en el cable.

1. Fabricante de válvulas de actuadores: Rotork's Schischek
2. Modelo de válvula de actuador: EXMAX-450-S-FA
3. Tiempo de respuesta: 3 segundos para emergencia, 10 segundos para cerrado controlado.
4. Aprobaciones: UL, CSA, IECEx para instalación en áreas peligrosas.



Bomba (s) Accionamientos de velocidad variable

Todas las bombas de GNL son accionadas por motores eléctricos que son impulsados por variadores de velocidad o frecuencia variable (VFD / VSD) que controlan el arranque, la parada y la velocidad de operación de cualquier bomba en un momento dado. Estos dispositivos son controlados por el SIS PLC a través de un enlace de red para simplificar y aumentar la confiabilidad de la instalación. Este es el método de parada típico y controlado cuando no hay ninguna emergencia activa, ya que proporciona una parada gradual suave y controlada de la (s) bomba (s). Sin embargo, se utiliza un enlace cableado independiente para proporcionar una desconexión de seguridad (también conocida como desconexión de par de seguridad o STO) para situaciones de parada de emergencia.

1. Fabricante: Allen-bradley
2. Modelo: Variador de CA Powerflex 755 con Ethernet / IP

Señalización

Los operadores dentro y fuera del sitio son notificados a través de la red SCADA de NFE y el sistema HMI en el sitio, pero los no operadores también reciben una señal de emergencia mediante una combinación de señales sonoras y visibles.

1. Sirena: Edwards señalización 860 Horn
2. Proporciona luz visible de 90 cd (UL 1638) y alarma sonora de 100 dB a 1 metro, 90 dB a 10 metros.
3. Uno ubicado en el remolque vaporizador, y otro ubicado en la sala de control.



III.1.7 Sistemas de seguridad pasiva

La instalación de GNL está equipada con varios sistemas de seguridad pasiva enumerados en esta sección:

Contención de GNL / Gas

El GNL está contenido dentro de componentes presurizados, con el objetivo de eliminar la mezcla de

gas natural y aire (oxígeno) que hace que el gas natural sea combustible. Sin oxígeno, el gas natural no puede encenderse y el sistema proporciona métodos mecánicos de separación. El componente más importante es el tanque de GNL, ya que concentra la mayor cantidad de combustible disponible. Los tanques de GNL se diseñan, construyen, certifican y prueban utilizando

1. Fabricante: Applied Cryo Technologies - Houston, TX
2. Modelo: Reina del tanque de compensación Regas
3. Capacidad: 15,950 galones
4. Presión (MAWP): 110 PSIG
5. Capacidad de almacenamiento de GNL: menos del 0,55% de GNL por día
6. Diseño / Aprobación: NFPA 59A y ASME Código de recipientes a presión y calderas, Sección VIII, División 1.
7. Otros: Incorpora válvulas de bloqueo contra incendios que aíslan el contenido de GNL y son controladas por el sistema SIS / ESD.

Aparte del tanque, todo el sistema de tuberías de la instalación ha sido diseñado y probado de acuerdo con NFPA 59A y ASME B31.3

Clasificación de atmósfera peligrosa

Un aspecto importante de cualquier instalación de manipulación de gas natural es la capacidad de estar expuesto a una mezcla de gases combustibles sin provocar una chispa y encender la mezcla. Para este propósito, la instalación ha sido diseñada y construida utilizando las normas NFPA 59A y NFPA 70 que definen las áreas de riesgo y definen los métodos y tecnologías disponibles para mitigar el riesgo. El aspecto más importante de estos componentes es lo que se conoce como áreas "peligrosas" o clasificadas. Esto se define como sigue:

Clase I, Div. 1 áreas

Las áreas de la instalación donde estaba normalmente estarán presentes. Por ejemplo, el punto de conexión (entrega) entre la entrega y el tanque de compensación en el sitio generalmente liberará algo de gas cuando se hagan las conexiones; o cualquier punto de alivio de una válvula de alivio de presión de seguridad. Solo los componentes (incluido su cableado) que hayan sido probados y certificados para funcionar en dicho entorno pueden estar dentro de esta área. Estos componentes han sido diseñados específicamente para eliminar por completo la posibilidad de que una chispa o calor encienda la mezcla de gas.

Clase I, Div. 2 áreas

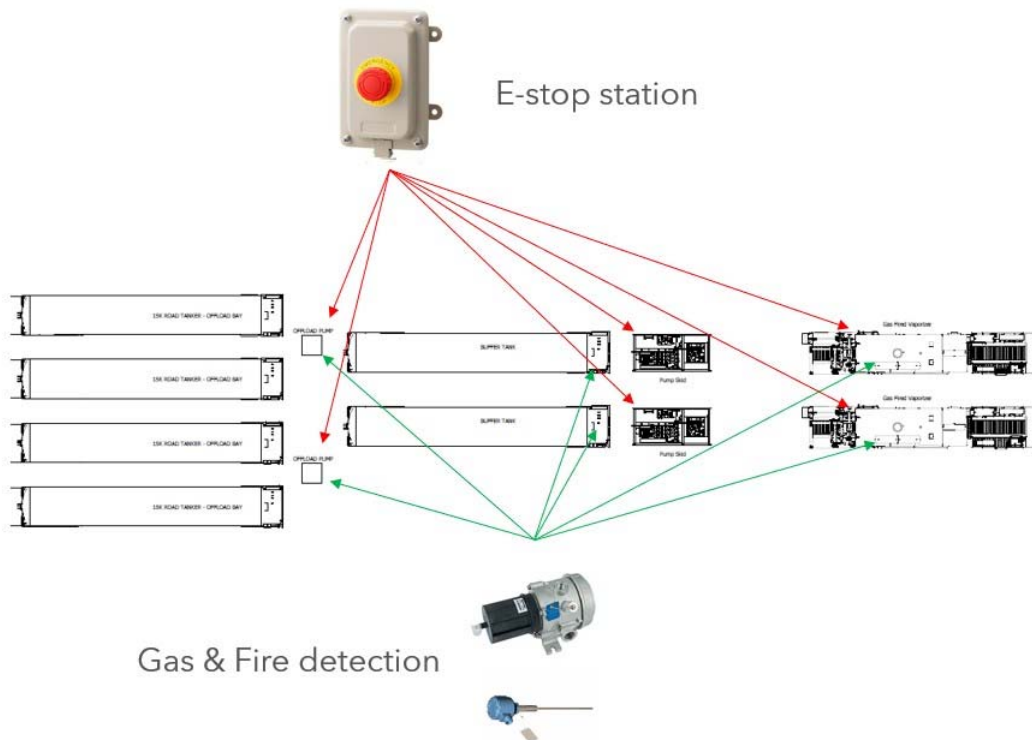
Estas son áreas donde normalmente no hay gas, pero podría estar presente durante condiciones adversas. Los componentes instalados en esta área deben estar diseñados y certificados con dicha marca se pueden instalar dentro de esta área.

Las áreas de clasificación definen el tipo de componentes y los métodos de cableado. El único propósito de estas áreas de clasificación es separar y prevenir cualquier fuente de ignición dentro del área donde podría existir gas.

Una combinación de prevención, detección y corrección; y varias capas de seguridad es lo que hace que la instalación de GNL de NFE alcance el nivel más alto de seguridad.

Ubicación y comportamiento de los componentes de seguridad

En la siguiente Figura, se puede ver la ubicación donde se instalarán los componentes de seguridad dentro de la instalación de GNL para detectar condiciones de gas e incendio, así como estaciones de botones de parada de emergencia donde los operadores pueden interrumpir el proceso.



Ubicación de los sensores de gas y fuego:

1. Dos sensores de gas / fuego en el remolque de vaporización
2. Un sensor de gas / fuego dentro del gabinete de tubería de los tanques de compensación
3. Un sensor de gas / fuego dentro de la sala de control (no se muestra)


Estaciones de parada de emergencia:

1. Un conjunto de estación por patín de bomba de descarga

2. Un conjunto de estación por patín de bomba de alta presión
3. Dos estaciones dentro de cada vaporizador, una en cada esquina opuesta
4. Una estación remota dentro de la sala de control (no se muestra)

III.1.2. Medidas preventivas

III.1.2.2. Programa de mantenimiento

		YEARLY MAINTENANCE SCHEDULE CCI PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL CCI		F:		02.26.2021								
				I:		LN/MS								
				A:		LN								
				Rev:		2								
Mantenimiento	Frecuencia	I	II	III	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		ISOTANQUE	CAMION DE ACARREO	OFICINAS	PATIN DE BOMBEO DE DESCARGA	PATIN DE BAHIDA DE DESCARGA	TANQUE REGULADOR	BOMBAS DE ALTA PRESION	VAPORIZADORES	MANGUERA FLEXIBLE	CALENTADOR DE GAS	FILTRO DUPLEX	ISO TANQUE	REGULADOR DE GAS
Mechanical Mecánico	Revisión de Válvulas	6 meses	X	X		X		X	X	X		X	X	X
	Revisión de Bridas	6 meses	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
	Revisión de Bombas	6 meses		X		X			X	X		X		
	Alineación de Bombas	Anual				X			X	X		X		
	Alineación de Motores	Anual				X			X	X		X		
	Balance de Flecha	6 meses		X		X			X	X		X		
	Comprobación Mecánica	Diaría	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
	Cambio de aceite y/o filtros	6 meses		X									X	
	Cambio de llantas	Anual		X										
	Inspección visual	Semanal		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Engrasado de elementos	3 meses		X		X			X	X		X			
Electrical Eléctrico	Variación de potencia	3 meses				X			X	X		X		X
	Conductividad / Resistencia	3 meses				X			X	X		X		X
	Carga baterías	6 meses		X										
	Chequeo de tableros	Anual		X	X	X		X	X	X		X	X	X
	Operación instrumentación	3 meses	X	X		X		X	X	X		X	X	X
Iluminación	6 meses		X	X										

IV. RESUMEN

IV.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

En los escenarios 1 y 2, los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre CFE, sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. En ambos casos se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos

Santos

En el escenario 3, En los casos de incendio por fuga del 20% y de explosión por fugas del 20% y 100% del diámetro de la manguera de descarga del ISO tanque; los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre CFE, sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. Por sobrepresión las áreas de alto riesgo quedan confinadas al interior del predio del proyecto y no tendrían incidencia sobre las instalaciones de CFE. En el caso de la radiación calorífica se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos, y en un caso de sobrepresión una porción de esta carretera también quedaría involucrada en el evento.

Escenario 4. Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión. En los casos de incendio por fuga del 20% del diámetro de la manguera de descarga de la bomba de alta presión; los radios de alto riesgo no tendrían afectación sobre las instalaciones de CFE, sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, , sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. En ambos casos se vería involucrada la Carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos

Escenario 5. Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador. En los casos de incendio por fuga del 20% y 100% el diámetro de la línea de salida del vaporizador; los radios de alto riesgo no rebasan los límites del predio, no inciden sobre CFE pero sí sobre la carretera Cabo San Lucas – Los Todos Santos. sin embargo las áreas de amortiguamiento incidirían sobre la parte sur aunque con una baja radiación calorífica sobre áreas cubiertas por lo que los daños en caso de ocurrir serían mínimos, sobre el sur del predio de CFE y las instalaciones ahí localizadas. También se vería involucrada la Carretera San Lucas – Los Todos Santos.

Escenario 6. Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE. En los casos de incendio por fuga 20% y 100% del diámetro de la línea de suministro de gas a la CCI CFE; los radios de alto riesgo rebasan el límite sur, donde incluye parte de interior de la CFE., También se vería involucrada la Carretera San Lucas – Los Todos Santos.

En ninguno de los seis escenarios con sus variantes, se afectarían tanques de almacenamiento

Efecto domino

La posibilidad de efecto domino existe -, de acuerdo con las interacciones de riesgo analizadas. Es probable un efecto domino en caso de incendio en la línea de suministro de gas a la CCI CFE (escenario 6-100%); con posible afectación a un tanque de almacenamiento de combustóleo de la CCI CFE.

Además, existe la posibilidad de efecto domino, al interior de la terminal, entre las instalaciones que se incluyen en los radios de alto riesgo de todos los escenarios. En estos casos, el riesgo de efecto dominó consiste en la generación de fugas de gas natural secundarias, debido a daños en los equipos e instalaciones de la terminal, como resultado de la radiación o sobrepresión. Estas fugas pueden derivar a su vez, en la propagación del incendio y/o la explosión adicional de instalaciones cercanas al origen del escenario de riesgo.

Ahora bien, los escenarios de riesgo no consideran la existencia de las protecciones ni medidas de seguridad del proyecto, por lo que los resultados representan las peores condiciones posibles. En la práctica, las medidas de seguridad tanto de diseño como de operación y los planes, programas y procedimientos con que contará la Terminal, hacen que dichos escenarios sean muy poco probables y que sus posibles consecuencias se reduzcan considerablemente.

Por otra parte, la Terminal contará con medidas preventivas para el control específico de los escenarios de riesgo identificados. Estas medidas incluyen válvulas de alivio de presión en los ISO tanques, Tanque buffer y Vaporizador que garantizan que no se puedan presurizar más allá del 120% de su presión de trabajo máxima permitida (MAWP) y válvulas de alivio térmico en cualquier sección de la tubería donde el GNL o el gas natural frío puedan quedar atrapados; provocando una sobre presurización de la línea. Además, en caso de fuga; se contará con válvulas de bloqueo, para el cierre de gas a cada uno de los equipos de los trenes de regasificación.

En cuanto a los posibles efectos sobre el sistema ambiental; en caso de presentarse alguno de los eventos de riesgo identificados, el efecto sobre los componentes ambientales del sitio sería bajo; debido a que los eventos identificados no son permanentes, sino de corta duración (unas cuantas horas).

En estas condiciones, el sistema ambiental tiene la capacidad de recuperar los valores normales en sus componentes bióticos y abióticos.

Aún y cuando el proyecto considera sistemas y medidas de seguridad adecuados para el tipo de riesgos que se pueden presentar; con base en los resultados obtenidos a través de la identificación y jerarquización de riesgos y con el fin de reducir los riesgos identificados y/o mitigar sus efectos, se establecieron 10 recomendaciones técnico-operativa.

Con base en lo anterior y bajo las condiciones actuales, los riesgos identificados y evaluados se consideran aceptables siempre y cuando se sigan las recomendaciones descritas en el presente estudio, las que pudiera establecer la ASEA como resultado de la evaluación del mismo; así como las establecidas en la legislación aplicable en materia de seguridad e higiene.

IV.2 RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

La Terminal de gas natural Los Cabos, consiste en un patio al que llegarán ISO contenedores con Gas Natural, a bordo de un tracto camión proveniente del Puerto de Pichilingue. Una vez que ha ingresado el camión, se realizarán las maniobras necesarias para colocar el ISO contenedor en posición y cercano al Patín de Bombeo, en donde se descargará el gas del contenedor a un Tanque Regulador (Tanque buffer). Una vez descargado el Gas, el mismo camión saldrá del patio para dirigirse a la salida, con rumbo al Puerto de Pichilingue.

La Terminal contará con dos trenes de regasificación diseñados y construidos para proporcionar una presurización (bombeo) y vaporización (calentamiento) de GNL para ser transformado de su estado transportable líquido y de baja presión, a vapor (gas) y en estado de alta presión necesario para ser utilizado como una fuente de combustible para la generación de energía.

La Terminal se ubicará en un predio que se localiza aproximadamente a 8 km al NO de San José del Cabo sobre la carretera San José del Cabo – Todos Santos

Para la identificación de riesgos, se aplicó la metodología Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP). De acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron los siguientes escenarios potenciales de riesgo:

Tabla 22. Escenarios de riesgo

No.	Escenario
1	Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo.
2	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga del ISO tanque
3	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del tanque Buffer
4	Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión
5	Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador
6	Fuga de gas natural, en la línea de suministro a la CCI CFE, por golpe externo Para la identificación de riesgos en este

Para la identificación de riesgos en este proyecto, se seleccionó la metodología “Hazop”, y para su jerarquización se utilizó la matriz de riesgos publicada por PEMEX, en el documento 800-16400-DCO-GT- 75. Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso.

Para determinar los radios potenciales de afectación de los escenarios descritos, se utilizó el programa de simulación BREEZE con una suite de 13 programas de evaluación de consecuencias, y el programa de dominio público ALOHA

Los eventos modelados en cada escenario fueron incendio y explosión. Se consideraron fugas a través de orificios del 20% y 100% del diámetro nominal de las tuberías.

Los escenarios 3, 4, y 6 se aprecian como los de mayor alcance,

IV.3 INFORME TÉCNICO

El Informe técnico se presenta en el Anexo 14.

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

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

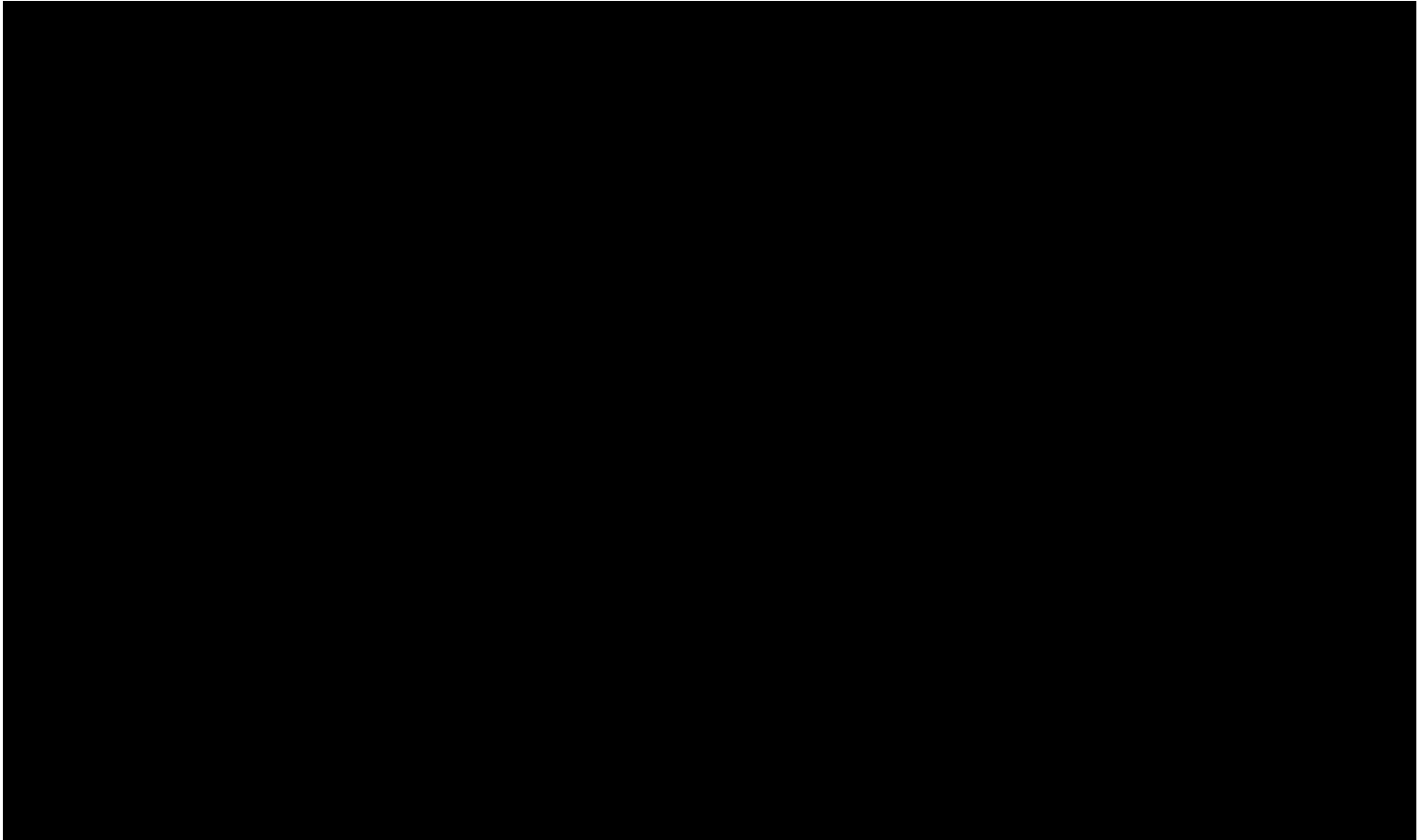
V.1.1 Planos de localización

En la Figura 1, se muestra la localización del proyecto y en el Anexo 1. se presenta el plano correspondiente.

V.1.2 Fotografías

Se incluyen en el Anexo 14 fotográfico.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



FOLIO: MSP – 061

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

*INFORME DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL
PROYECTO DENOMINADA "CENTRAL LOS CABOS"- CABOS SAN
LUCAS, B.C.S.*

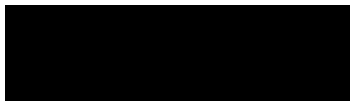
SOLICITANTE

RIVAYO S.A. DE C.V.

FECHA:

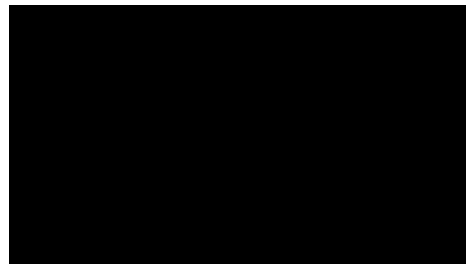
JULIO 2021

REVISÓ:



Jefe De Geotecnia

RFC Y CURP DEL RESPONSABLE TÉCNICO,
ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO
DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER
PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I
DE LA LFTAIP.

CONTENIDO

1 OBJETIVOS Y ALCANCES.	1
1 ANTECEDENTES	2
1.1 UBICACIÓN DE SITIO DE ESTUDIO	2
1.2 GEOLOGÍA DE BAJA CALIFORNIA SUR	3
1.3 VIENTOS	6
1.4 SISMOS	6
1.4.1 ESPECTROS DE RESPUESTA	7
1.4.2 Coeficiente sísmico	8
2 TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y DE LABORATORIO.	10
2.1 DESCRIPCIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO (PCA)	10
2.2 DESCRIPCIÓN DE ENSAYE DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	10
2.3 TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO (PCA)	12
2.3.1 Perfil del estratigráfico PCA#1	12
2.3.2 Cálculo De Capacidades De Carga	13
2.3.3 Análisis de capacidad de carga suelo	14
2.4 ENSAYE DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)	15
2.4.1 GRÁFICA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (SPT#1)	15
2.4.2 CORRELACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA	17
2.4.3 COMPACIDAD DEL SUELO	17
2.4.4 GRADO DE SATURACIÓN	17
2.4.5 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS	18
2.4.6 PERFIL ESTRATIGRÁFICO	20
2.4.7 GRÁFICA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (SPT#2)	22
2.4.8 CORRECCIONES NUMERO DE GOLPES	23
2.4.9 CORRELACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA	23
2.4.10 COMPACIDAD DEL SUELO	23
2.4.11 GRADO DE SATURACIÓN	23
2.4.12 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS	24
2.4.13 PERFIL ESTRATIGRÁFICO	25
2.4.14 GRÁFICA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (SPT#3)	27
2.4.15 CORRECCIONES NUMERO DE GOLPES	28
2.4.16 CORRELACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA	28
2.4.17 COMPACIDAD DEL SUELO	28
2.4.18 GRADO DE SATURACIÓN	28
2.4.19 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS	29

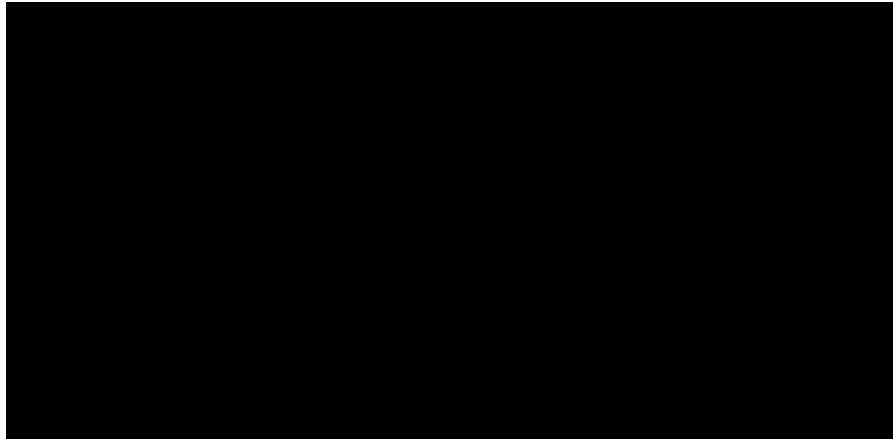
2.4.20	PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	30
3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
3.1	CONCLUSIONES	32
3.2	RECOMENDACIONES	35
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
5	ANÉXOS DE GRAFICAS Y REPORTES FOTOGRÁFICOS	39
5.1	ANÁLISIS DE MATERIAL COMO CAPA SUBRASANTE PCA#1 (0.0 – 1.5).....	39
5.2	GRÁFICA DE RESULTADOS SPT#1	40
5.2.1	0 – 0.6.....	40
5.2.2	1.5 -2.1	42
5.2.3	3.0 – 3.6.....	44
5.3	GRÁFICA DE RESULTADOS SPT#2	46
5.3.1	0.0 – 0.6.....	46
5.3.2	1.5 -2.1	48
5.3.3	4.5 – 5.1.....	50
5.4	GRÁFICA DE RESULTADOS SPT#3	52
5.4.1	0.0 – 0.6.....	52
5.4.2	1.5 -2.1	54
5.4.3	3.0 – 3.6.....	56
5.5	CLASIFICACION DEL SUELO POR SUCS Y AASHTO (PCA#1).....	58
5.5.1	CLASIFICACION POR S.U.C.S.....	58
5.5.2	CLASIFICACION POR AASHTO.....	59
5.6	GRÁFICA DE ENSAYE TRIAXIAL	60
5.7	REPORTE FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO	61
5.8	REPORTE FOTOGRÁFICO DE CAMPO.....	62

1 ANTECEDENTES

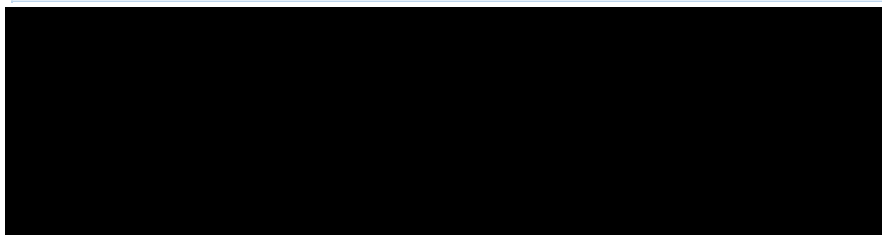
1.1 UBICACIÓN DE SITIO DE ESTUDIO

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

El sitio de estudio se encuentra ubicado en Cabos San Lucas, municipio Los Cabos Baja California Sur. Específicamente el sitio cuenta con las siguientes coordenadas [REDACTED]



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
Figura 1: Fuente Google earth



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

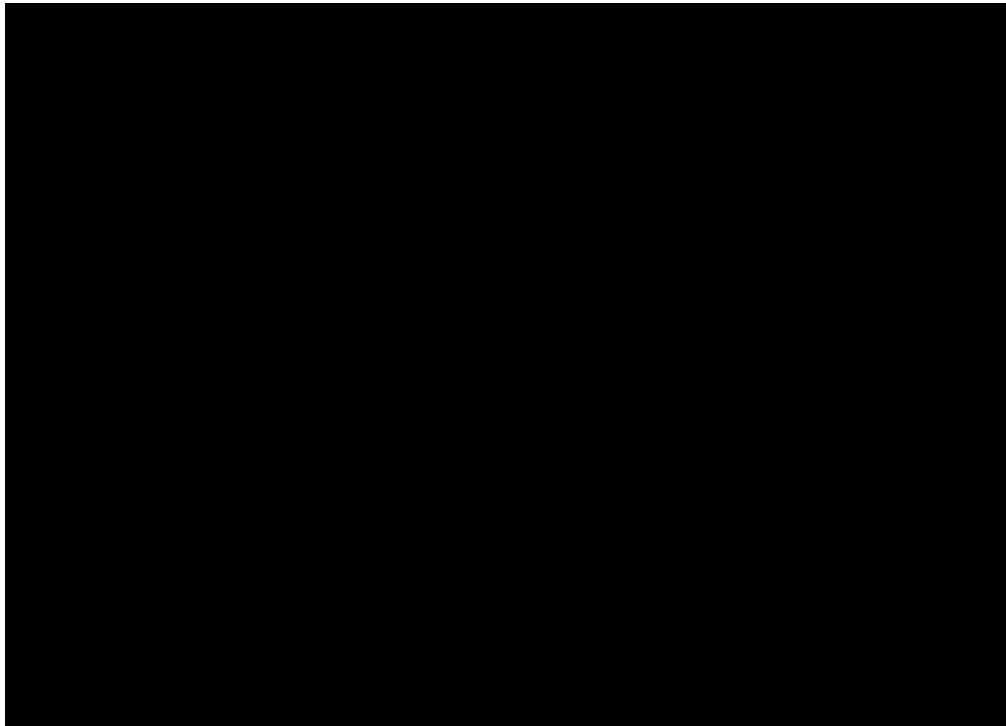
FOTOS ACTUALES DEL SITIO



1.2 GEOLOGÍA DE BAJA CALIFORNIA SUR

El estado de Baja California Sur, comprende una amplia diversidad de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, con un rango de edades que oscila desde el Mesozoico hasta depósitos recientes. Una manera sencilla de dividir al país, conforme a su geología, es por medio del concepto de provincias geológicas, la cual se define como toda parte cartografiable de la superficie sólida del planeta, de centenares a millones de kilómetros cuadrados de extensión, caracterizada por sus rocas, por su estructura y por una secuencia de eventos tal que integre una historia evolutiva singular diferente a la de las áreas adyacentes, de las cuales está separada por límites estratigráficos, tectónicos o por ambos (Ortega – Gutiérrez et al 1992). Con base en sus características geológicas, geomorfológicas y tectónicas, la península ha sido dividida en 5 provincias geológicas, las cuales son: Provincia de la cuenca de Vizcaíno-Purísima, provincia del Cinturón Orogénico de Cedros-Margarita, Faja volcánica de La Giganta, Complejo Plutónico de La Paz y el Batolito de Juárez – San Pedro Mártir (Fig. 01).

Dentro del estado de Baja California Sur se encuentran las provincias de Cinturón Orogénico de Cedros-Margarita, Faja volcánica de La Giganta, Complejo Plutónico de La Paz y cuenca de Vizcaíno - Purísima.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING
TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP. Página | 3

La geología del municipio de La Paz queda comprendida dentro de las provincias geológicas Complejo Plutónico de La Paz, Faja Volcánica de La Giganta y Cuenca de Vizcaíno-Purísima; consiste en diversos ambientes geológicos entre los cuales se tienen los de origen metamórfico, ígneo intrusivo y extrusivo, secuencias sedimentarias marinas y depósitos continentales del Jurásico superior al Holoceno.

1.2.2 GEOLOGÍA REGIONAL (CABOS SAN LUCAS)

Dentro del contexto geológico regional, el área de estudio se encuentra sobre una región cuya historia geológica inicia en el Cretácico Inferior, tiempo en el cual ocurrió el emplazamiento de cuerpos intrusivos de características batolíticas de composición granítica, a lo largo de la franja costera de Sonora hasta Jalisco, en donde estas rocas se consideran asociadas a un ambiente de subducción arco-trinchera, en este tiempo la Baja California se encontraba unida a territorio mexicano y su separación ocurrió en el Mioceno, que llevó consigo la formación del Golfo de California. Afloran en forma discontinua, rocas graníticas con gran cantidad de feldespato alcalino, también se pueden encontrar diques de diversa composición principalmente son félsicos con espesores de varios metros cuya edad corresponde al Cretácico Superior.

A lo largo de la costa entre Cabo San Lucas y San José del Cabo afloran, de manera discontinua, rocas de composición granítica (granito Santa María) (KsGr), los cuales se describen con una coloración rosada clara debido a su marcado contenido de feldespato alcalino. Generalmente presentan una textura fanerítica mediana a gruesa, aunque en la zona de Cabo San Lucas (cerro La Cruz hasta Cabo Falso) también se observa pórfido granítico con textura vítrea porfirítica. Mineralógicamente la unidad se compone de cuarzo, plagioclasa, feldespato alcalino, poca biotita y hornblenda. Las relaciones de campo dejan ver que son más jóvenes que las demás rocas intrusivas, en el área de Cabo San Lucas se interpretan como apófisis formadas en un nivel relativamente somero en la corteza, y se les asigna una edad del Cretácico Superior. La unidad de Granito se encuentra cercana al área de estudio y dicha influencia se puede notar en la composición de los materiales que se tienen en el área.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

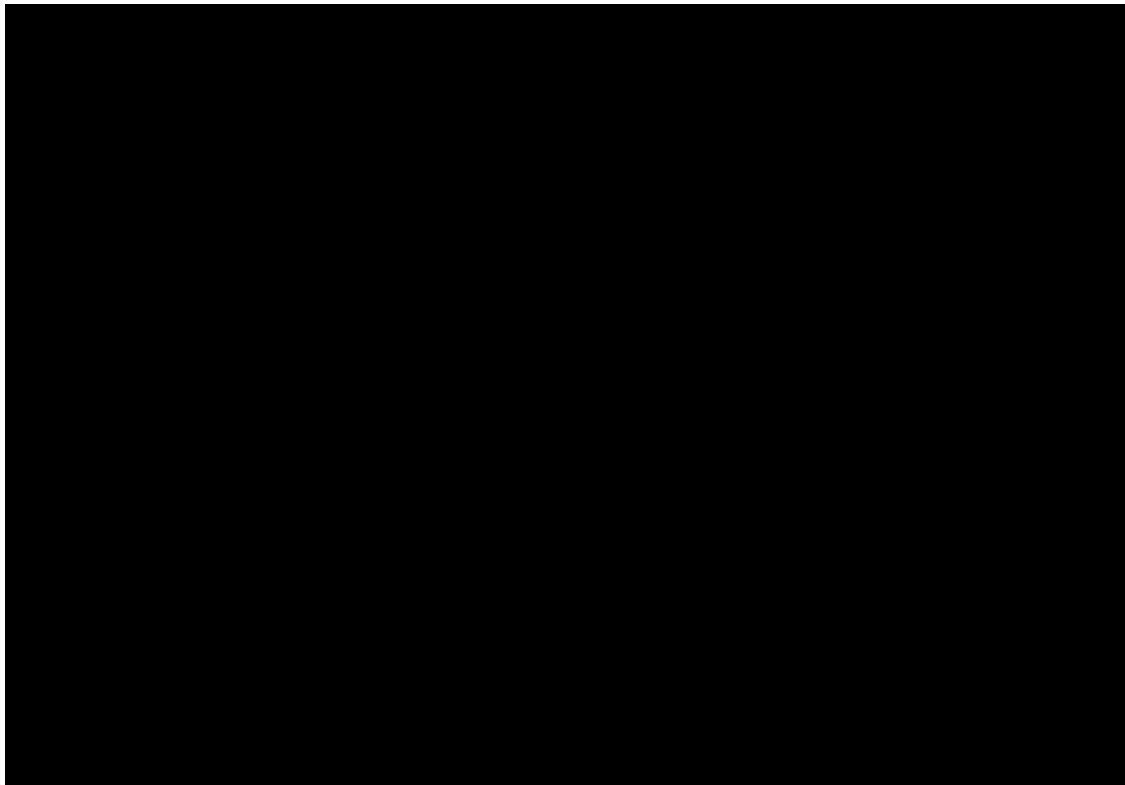


ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

Existen estructuras geológicas que se encuentran cercanas al área de estudio, las cuales son comúnmente diques de composición félsica (granítica, aplítica y pórfidos graníticos) y andesítica-microdiorítica. Los diques se encuentran en toda el área donde afloran rocas intrusivas, con rumbos variables. Pueden alcanzar espesores de varios metros. La mayoría de los diques en la zona probablemente tienen una edad de Cretácico Superior; algunos diques andesíticos posiblemente son del Terciario.

La unidad que aflora directamente en el área de estudio corresponde a la de Conglomerado, la cual se describe con sedimento casi exclusivamente de origen intrusivo, con una porción pequeña de materiales metamórficos. La unidad aflora principalmente en mesetas disectadas y no disectadas y lomas. Son depósitos terrestres de origen fluvial con una probable edad del Pleistoceno.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING
TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

1.3 VIENTOS

De acuerdo a los antecedentes de huracanes o ciclones, en el manual de obras civiles de Comisión Federal De Electricidad (CFE-2015) Diseño Por viento, en la carta eólica de la región y para un periodo de retorno de 50 años, se considera en las isotacas una velocidad de viento de **162 a 232 km/h.**

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

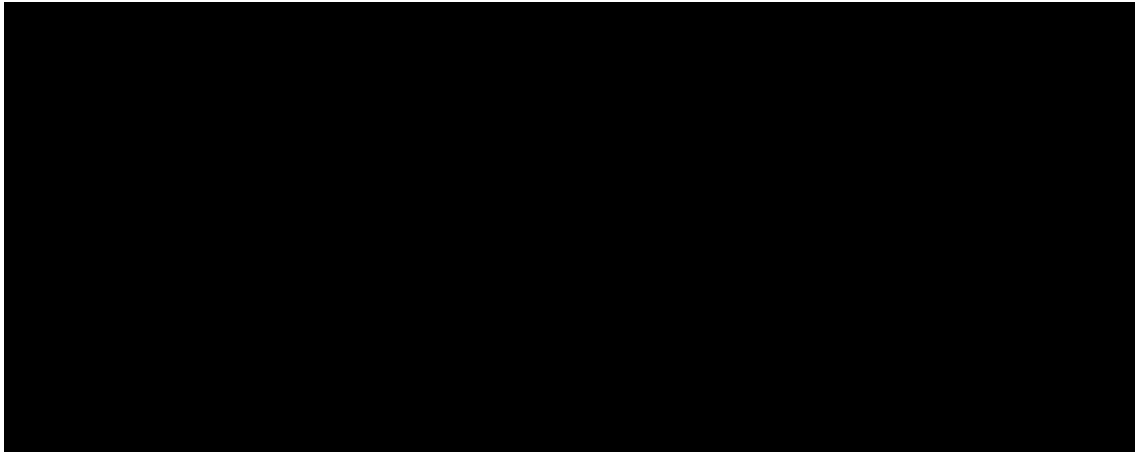
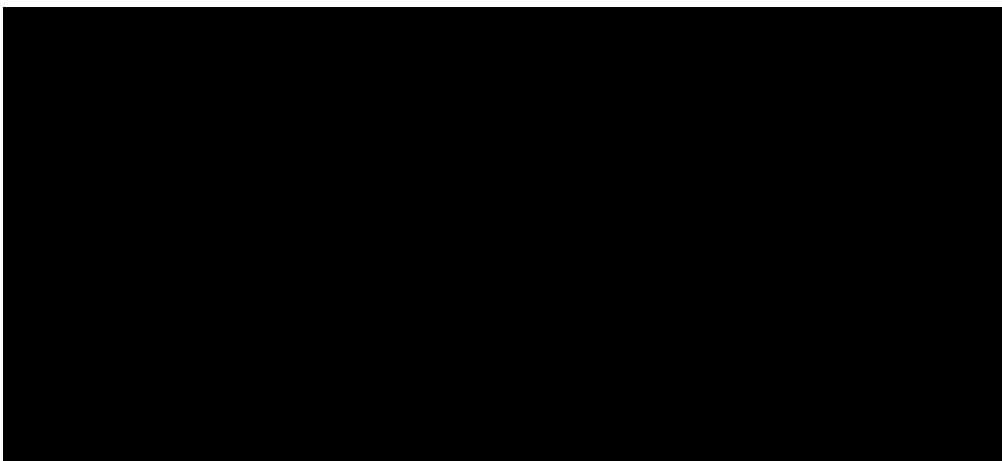


Ilustración 2: Fuente (Carta Eólica de México).

1.4 SISMOS

La sismicidad de la zona se ve determinada en los registros sísmicos de los años 1970 a 2021 de acuerdo con Servicio Sismológico Nacional (SSN), en el mapa observa la actividad sísmica de la región en la cual se observan los epicentros cercanos al sitio (**LOS CABOS**) se tienen sismos máximos hasta de 6.9 grados Richter.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Ilustración 3: Epicentros de la zona 1970 – 2021 (SSN)

1.4.1 ESPECTROS DE RESPUESTA.

Las condiciones locales influyen en el contenido frecuencial de los movimientos superficiales y por lo tanto en el espectro de respuesta que se produce. Se muestran los espectros normalizados de respuesta de aceleración para cuatro categorías de material: roca, suelos cohesivos a profundidades inferiores a 61 m, suelos no cohesivos a profundidades mayores a 76 m y finalmente, arcillas y arenas de consistencia blanda a media.

Se observó que el tipo de material influye sobre la forma de los espectros de respuesta.

Así, para períodos inferiores a 0.5 s, las mayores amplificaciones se dan en zonas caracterizadas geológicamente por suelos rígidos y en cambio la roca presenta menores amplificaciones. También se observó que para períodos superiores a 0.5 s, la amplificación aumenta a medida que decrece la rigidez del suelo. Los depósitos arcillosos blandos y los suelos no cohesivos son los que producen mayor proporción de movimiento de largo período. Este efecto puede ser muy significativo para estructuras de alto período, por ejemplo, puentes o edificios altos, si están cimentadas en este tipo de materiales.

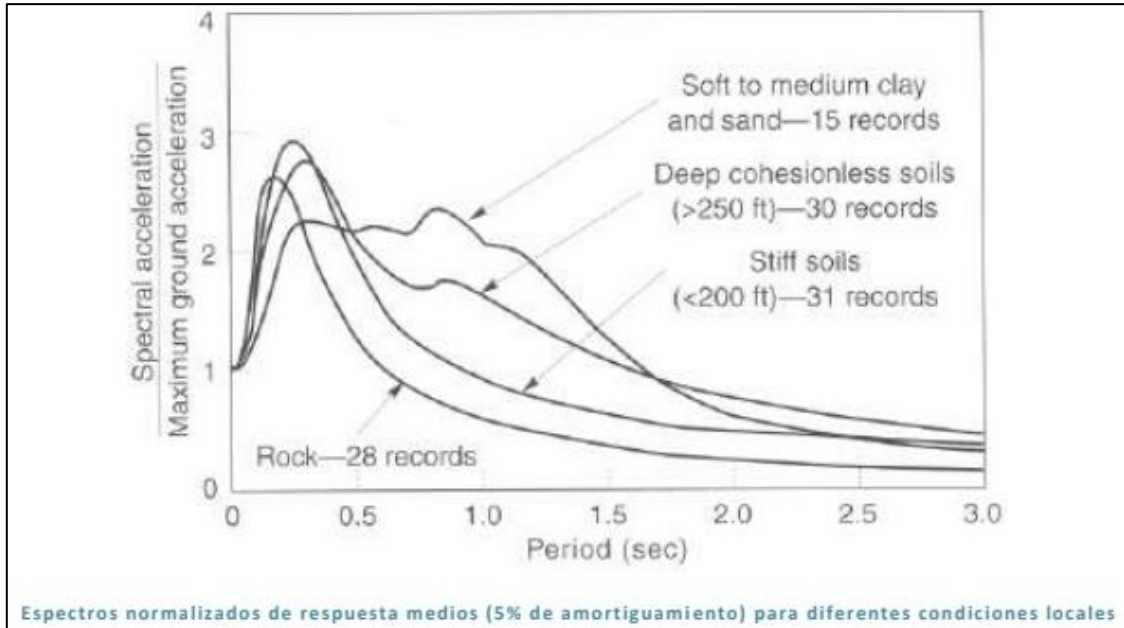
Estos resultados mostraron que el uso de un solo espectro de respuesta estándar para todas las condiciones de sitio no era apropiado y tuvo gran influencia en el desarrollo de los códigos sismos resistentes.

En definitiva, el terreno de cimentación de una estructura actúa como un filtro de frecuencias y cambia en gran medida la excitación que se transmite a la estructura. En general se conoce que los suelos rígidos amplifican las señales cuyas frecuencias predominantes son altas (períodos bajos) mientras que los suelos blandos lo hacen con señales de frecuencias predominantes bajas (períodos altos). Aparecen además otros fenómenos que puede alterar la respuesta de la estructura, por ejemplo, la licuefacción que provoca la pérdida de capacidad portante del terreno.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



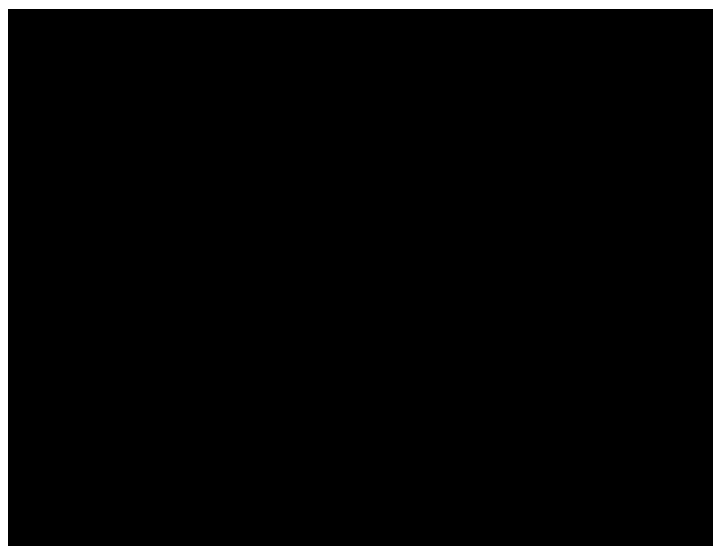
ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTING TECHNICIAN, ACI AGGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1



1.4.2 Coeficiente sísmico.

La norma de construcción sismo resistente CFE-2015, clasifica los suelos en función del parámetro velocidad de propagación de las ondas transversales de cizalla u ondas secundarias (S). Distingue los tipos de terreno asignando un valor c de coeficiente del terreno.

De acuerdo a la ubicación del proyecto "CENTRAL LOS CABOS", se encuentra dentro de una zona sísmica C.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

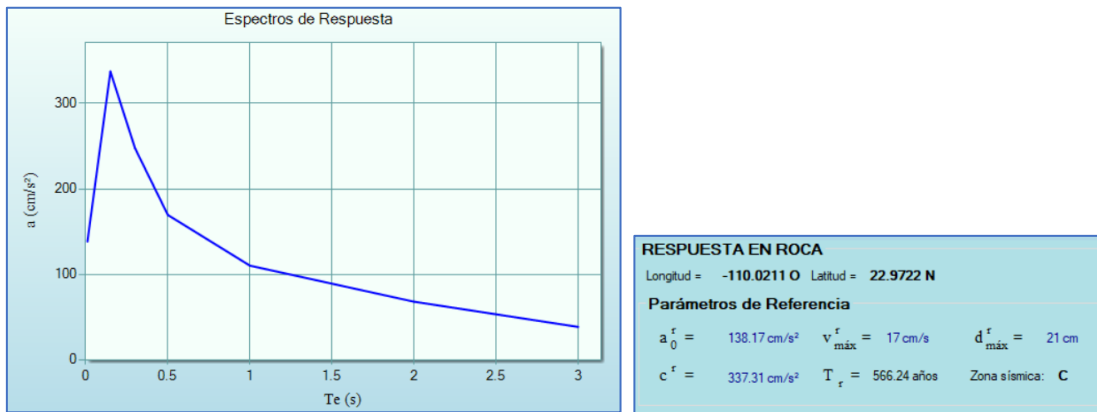


Figura 6: Espectro de respuesta (PRODISIS)

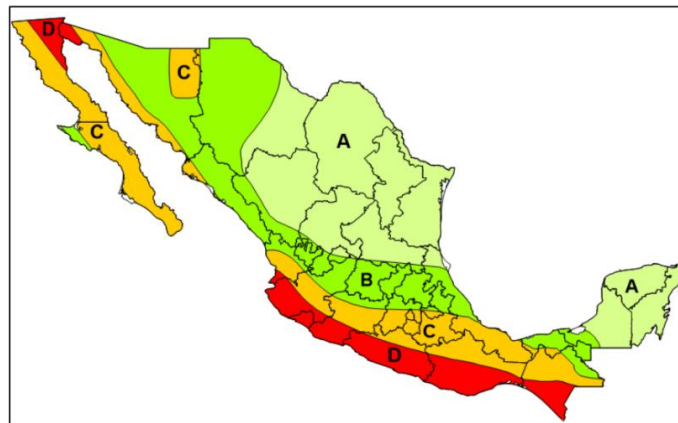


Figura 7: REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE MÉXICO

- En el lugar se encuentra un Suelo tipo II.
- Y de acuerdo a la Normas Técnicas de Baja California Sur el coeficiente sísmico para el cálculo de los espectros de aceleraciones: **C = 0.64**

Tabla 3.1 Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones

Municipio	Zona	c	a_0	T_a^{-1}	T_b^{-1}	r
La Paz, Comondú, Mulegé y Loreto	I	0.14	0.04	0.2	0.6	1/2
	II	0.30	0.08	0.3	1.5	2/3
	III	0.36	0.10	0.6	2.9	1.0
Los Cabos	I	0.36	0.36	0.0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1.0

¹ Periodos en segundos

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

2 TRABAJOS DE EXPLORACIÓN Y DE LABORATORIO.

Para la exploración se hicieron sondeos con ensayos de Penetración Estándar (SPT) con la norma ASTM D1586 / D1586M – 18 (Standard Test Method for Standard Penetración Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils), y el procedimiento de exploración y muestreo a Pozos A Cielo Abierto se basó en la norma la NMX-C-431-ONNCCE (Industria de la construcción-Geotecnia-Cimentaciones-toma de muestras alteradas e inalteradas-método de prueba).

2.1 DESCRIPCIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO (PCA).

El método del Pozo a Cielo Abierto (PCA), es un método utilizado para Estudios de Mecánica de suelos que consiste en excavar un pozo de dimensiones suficientes para que un técnico pueda directamente bajar y examinar los diferentes estratos de suelo en su estado natural.

Este método rinde una información correcta del suelo hasta donde se llega, pues permite la inspección visual de los estratos del suelo.

En los Pozos a Cielo Abierto se pueden tomar muestras alteradas o inalteradas de los diferentes estratos que se hayan encontrado a la profundidad deseada o hasta donde se encuentre el nivel freático.

Mecánica de suelos con PCA:

- Obtención de perfil estratigráfico.
- Muestras cúbicas inalteradas o alteradas.
- Muestras representativas de cada estrato.
- Muestreo para análisis de capacidad de carga, Ángulo de Fricción y Cohesión ...

2.2 DESCRIPCIÓN DE ENSAYE DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

El SPT determina la resistencia que ofrece el suelo (en el fondo de una perforación) a la penetración de un muestreador circular de acero, que, a la vez, permite recuperar una

muestra perturbada para fines básicamente de identificación. La resistencia a la penetración puede ser relacionada con las características y variables del terreno, principalmente en suelos granulares y arcillas saturadas.

El fundamento del ensayo consiste en dejar caer un martillo de 63,5 kg de peso sobre una cabeza de hinca, desde una altura de 76 cm. El número de golpes necesario para lograr la penetración de 30 cm del muestreador (luego de su descenso por gravedad e hinca de 15 cm para apoyo) se reporta como resistencia a la penetración NSPT.

Pruebas realizadas en el laboratorio

Todas las pruebas se basaron en las normas de secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT):

Contenido de agua: **M-MM-1-04/03(IMT)**

Granulometría: **M-MM-1-06/03 (IMT)**

Límites de consistencia: **M-MM-1-07/07 (IMT)**

Clasificación de suelos S.U.C.S: **M-MM-1-05/18 (IMT)**

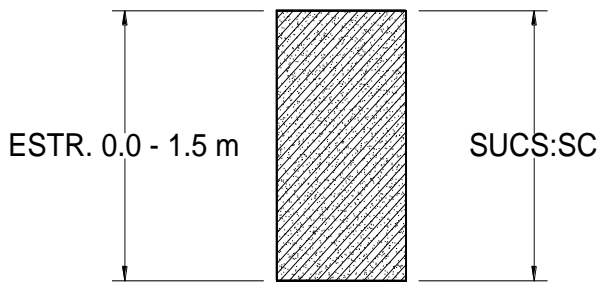
(CENTRAL LOS CABOS CABOS SAN LUCAS, B.C.S.)	
MICRO LOCALIZACIÓN:	UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
CANTIDAD DE SONDEOS:	4
PROFUNDIDAD MÁXIMA A LA QUE SE TOMARON LAS MUESTRAS	10.0 m
FECHA DEL MUESTREO:	JULIO DE 2021
OBSERVACIONES:	SIN PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



2.3 TRABAJOS DE POZO A CIELO ABIERTO (PCA)

2.3.1 Perfil del estratigráfico PCA#1

CENTRAL LOS CABOS				
PERFIL ESTRATIGRAFICO				
CABOS SAN LUCAS				
PCA #	1			
ESTRATO	0.0 - 1.5 m		COLUMNA ESTRATIGRAFICA	
SUCS	SC ARENA CON ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		<p style="text-align: center;">COLUMNA ESTRATIGRÁFICA</p>  <p style="text-align: center;">SIN PRESENCIA DE NIVEL FREATICO</p>	
HUMEDAD DE CAMPO % =	3.26			
GRAVA (%) =	1			
ARENA (%) =	79			
FINOS (%) =	21			
SUMA (%) =	100.0			
LIMITE LIQUIDO (%) =	24.6			
LIMITE PLASTICO (%) =	11.6			
INDICE PLASTICO (%) =	13.0			
GRADO DE EXPANSION EN ARCILLA =	-			
LIMITE DE CONTRACCION (L.C) (%) =	5.8			
DENSIDAD DE SOLIDOS =	2.60			
RELACION DE VACIOS (e) =	0.77			
GRADO DE SATURACION (S) % =	10.9			
POROSIDAD (n) =	0.44			
P.V.S.S. (kg/m3) =	1334.5			
P.V.S.V. (kg/m3) =	1464.8			
ANGULO DE FRICCCION(θ) =	29.0			
COHESION(kg/cm2) =	0.00			
Nq =	22.46			
Nc =	34.24			
Ny =	19.13			
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD =	12.5			
COEFICIENTE DE CURVATURA =	0.8			
VRS (%) =	13.01		SUCS	DESCRIPCION
EXPANCIÓN (%) =	2.6		MH	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
COEFICIENTE DE EMPUJE PASIVO(KP)	2.88		ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
			CH	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
			CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
SUCS			SUCS	DESCRIPCIÓN
SC	ARENA CON ARCILLAS		GC	GRAVA CON ARCILLA
SM	AREBA CON LIMOS		GM	GRAVA CON LIMO
SP	ARENA MAL GRADUADA		GP	GRAVA MAL GRADUADA
SW	ARENA BIEN GRADUDA		GW	GRAVA BIEN GRADUADA
SP-SM	ARENA CON LIMOS MAL GRADUADA		GP-GM	GRAVA CON LIMO MAL GRADUADA
SP-SC	ARENA CON ARCILLAS MAL GRADUADA		GP-GC	GRAVA CON ARCILLA MAL GRADUADA
SW-SM	ARENA CON LIMOS BIEN GRADUADA		GW-GM	GRAVA CON LIMO BIEN GRADUADA
SW-SC.	AREBA CON ARCILLAS BIEN GRADUADA		GW-GC	GRAVA CON ARCILLA BIEN GRADUADA

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



2.3.2 Cálculo De Capacidades De Carga

Para el cálculo de carga admisible de las cimentaciones superficiales se utilizaron las fórmulas de Terzaghi.

Para ello se presentan las siguientes formulas, de acuerdo a cada tipo de cimentación.

Zapata corrida: $qu = C N_c + \gamma D f N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$

Zapata circular: $qu = 1.3 C N_c + \gamma D f N_q + 0.6 \gamma R B N_\gamma$

Zapata cuadrada: $qu = 1.3 C N_c + \gamma D f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$

Losa de cimentación: $qu = 1.3 C N_c + \gamma D f N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$

Donde:

qu: capacidad de carga ultima

C: cohesión del suelo

B: Base de cimentación

Ny, Nq y Nc: factores de carga.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTING TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

2.3.3 Análisis de capacidad de carga suelo.

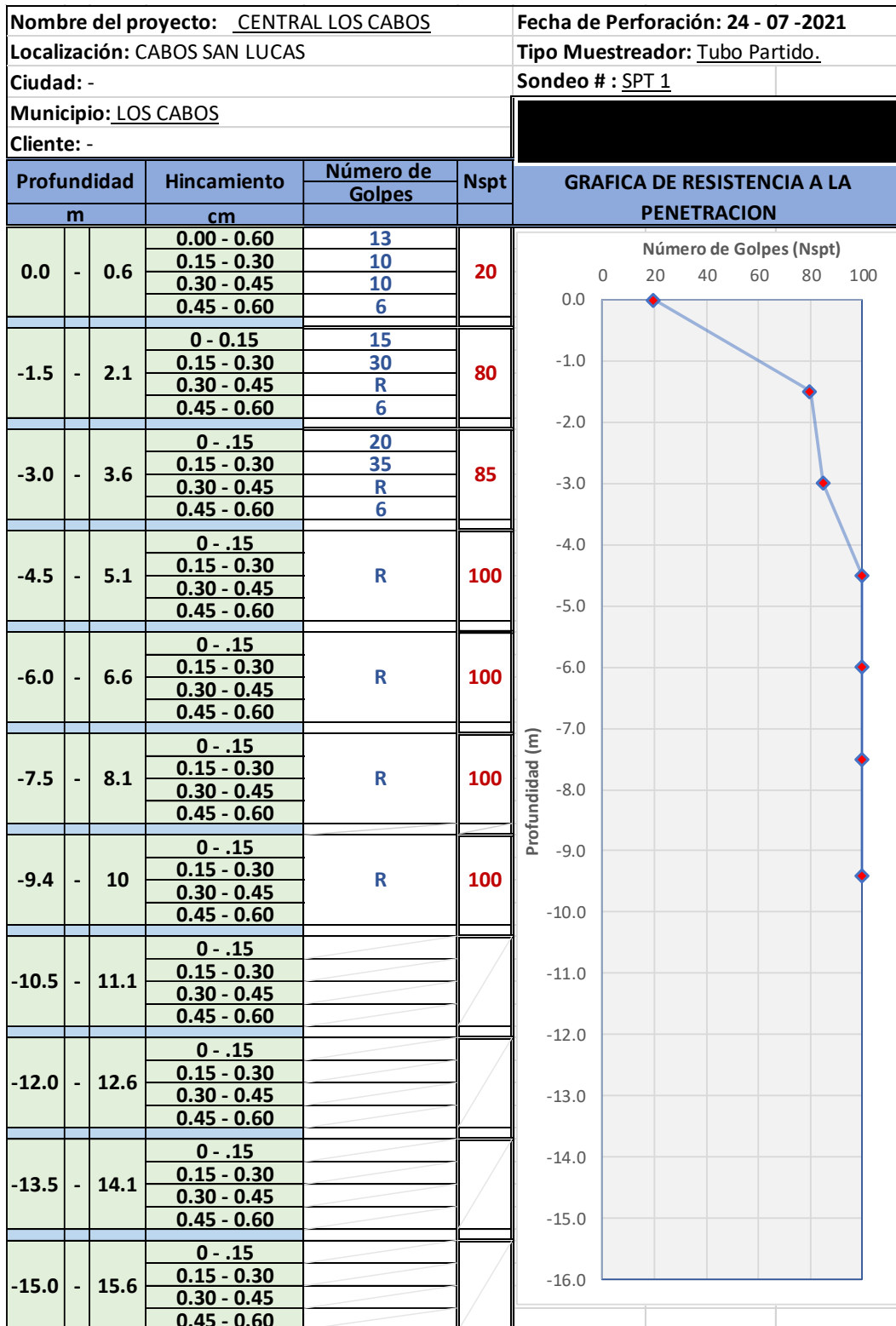
CALCULO DE CAPCIDAD ULTIMA EN SUELOS									
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS			SONDEO #:	1				
DATOS DEL SUELO Y CONDCIONES DE CARGA									
B =		m	c =	0.00	ton/m ²				
Df =		m							
φ =	29.00	°							
γ =	1.464	ton/m ³							
ecc.L =		m							
CALCULO DE CAPACIDADE DE CARGA									
FS =	4.00	Nq =	22.46	Nc =	34.24	Ny =	19.13	Kp=	2.88
TERZAGHY									
DESPLANTE (Df) m	ZAPATA CORRIDA			ZAPATA CUADRADA			LOSA		
	B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm	B	Qu	Qadm
	m	ton/m ²	ton/m ²	m	ton/m ²	ton/m ²	m	ton/m ²	ton/m ²
0.6	0.50	26.7	6.7	0.5	25.3	6.3	1	33.7	8.4
0.6	1.00	33.7	8.4	1	30.9	7.7	2	47.7	11.9
0.6	1.50	40.7	10.2	1.5	36.5	9.1	3	61.7	15.4
0.6	2.00	47.7	11.9	2	42.1	10.5	4	75.7	18.9
0.6	2.50	54.7	13.7	2.5	47.7	11.9	5	89.7	22.4
0.6	3.00	61.7	15.4	3	53.3	13.3	6	103.7	25.9
0.6	3.50	68.7	17.2	3.5	58.9	14.7	7	117.8	29.4
0.6	4.00	75.7	18.9	4	64.5	16.1	8	131.8	32.9
1.0	0.50	39.9	10.0	0.5	25.3	6.3	1	46.9	11.7
1.0	1.00	46.9	11.7	1	30.9	7.7	2	60.9	15.2
1.0	1.50	53.9	13.5	1.5	36.5	9.1	3	74.9	18.7
1.0	2.00	60.9	15.2	2	42.1	10.5	4	88.9	22.2
1.0	2.50	67.9	17.0	2.5	47.7	11.9	5	102.9	25.7
1.0	3.00	74.9	18.7	3	53.3	13.3	6	116.9	29.2
1.0	3.50	81.9	20.5	3.5	58.9	14.7	7	130.9	32.7
1.0	4.00	88.9	22.2	4	64.5	16.1	8	144.9	36.2
1.5	0.50	56.3	14.1	0.5	25.3	6.3	1	63.3	15.8
1.5	1.00	63.3	15.8	1	30.9	7.7	2	77.3	19.3
1.5	1.50	70.3	17.6	1.5	36.5	9.1	3	91.3	22.8
1.5	2.00	77.3	19.3	2	42.1	10.5	4	105.3	26.3
1.5	2.50	84.3	21.1	2.5	47.7	11.9	5	119.3	29.8
1.5	3.00	91.3	22.8	3	53.3	13.3	6	133.3	33.3
1.5	3.50	98.3	24.6	3.5	58.9	14.7	7	147.3	36.8
1.5	4.00	105.3	26.3	4	64.5	16.1	8	161.3	40.3
2.0	0.50	72.8	18.2	0.5	25.3	6.3	1	79.8	19.9
2.0	1.00	79.8	19.9	1	30.9	7.7	2	93.8	23.4
2.0	1.50	86.8	21.7	1.5	36.5	9.1	3	107.8	26.9
2.0	2.00	93.8	23.4	2	42.1	10.5	4	121.8	30.4
2.0	2.50	100.8	25.2	2.5	47.7	11.9	5	135.8	33.9
2.0	3.00	107.8	26.9	3	53.3	13.3	6	149.8	37.4
2.0	3.50	114.8	28.7	3.5	58.9	14.7	7	163.8	40.9
2.0	4.00	121.8	30.4	4	64.5	16.1	8	177.8	44.4

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



2.4 ENSAYE DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT).

2.4.1 GRÁFICA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (SPT#1)



COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



2.4.2 CORRECCIONES NUMERO DE GOLPES.

Tabla 2.5 Variación de η_H, η_B, η_S , y η_R [Ec. (2.6)].

1. Variación de η_H				2. Variación de η_B	
País	Tipo de martinete	Liberación del martinete	η_H (%)	Diámetro, mm	η_B
Japón	Toroide	Caída libre	78	60-120	1
	Toroide	Cuerda y polea	67		
Estados Unidos	De seguridad	Cuerda y polea	60		
	Toroide	Cuerda y polea	45	200	1.15
Argentina	Toroide	Cuerda y polea	45		
China	Toroide	Caída libre	60		
	Toroide	Cuerda y polea	50		

3. Variación de η_S		4. Variación de η_R	
Variable	η_S	Longitud de la barra, m	η_R
Muestreador estándar	1.0	> 10	1.0
Con recubrimiento para arena y arcilla densas	0.8	6-10	0.95
Con recubrimiento para arena suelta	0.9	4-6	0.85
		0-4	0.75

$$N_{60} = \frac{N \eta_H \eta_B \eta_S \eta_R}{60} \quad (2.6)$$

donde

N_{60} = número de penetración estándar, corregido por las condiciones en el campo

N = número de penetración medido

η_H = eficiencia del martinete (%)

η_B = corrección por el diámetro de la perforación

η_S = corrección del muestreador

η_R = corrección por longitud de la barra

Las variaciones de η_H, η_B, η_S y η_R con base en recomendaciones de Seed y colaboradores (1985) y Skempton (1986) se resumen en la tabla 2.5.

BRAJA M. DAS – FUNDAMENTOS DE CIMENTACIONES 7 EDICIÓN

CORRECCION DE N _{spt} de CAMPO							
ESTRATO		N _{spt}	η_H	η_B	η_S	η_R	N ₆₀
0.0	-0.6	20	60	1	1	0.75	15
-1.5	-2.1	80	60	1	1	0.75	60
-3.0	-3.6	85	60	1	1	0.75	64
-4.5	-5.1	100	60	1	1	0.75	75
-6.0	-6.6	100	60	1	1	0.75	75
-7.5	-8.1	100	60	1	1	0.75	75
-9.4	-10	100	60	1	1	0.75	75

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

2.4.2 CORRELACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA.

Correlación para N60 en suelo granular												
ESTRATO		SUCS	Yhumedo KG/M3	Yhumedo KN/M3	PROF m	PRESION KN/M2	PRESION KG/M3	CN	N60	(N1)60	PHI φ	COHESION TON/M2
0.0	-0.6	SM	1500	14.7	0.6	8.8261	900.0	1.838	15	28	30	0
-1.5	-2.1	SW	1800	17.7	2.1	37.0697	3780.0	1.459	60	88	33	0
-3.0	-3.6	SW	1800	17.7	3.6	63.5481	6480.0	1.223	64	78	34	0
-4.5	-5.1	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	5.1	90.0265	9180.0	1.052	75	79	35	0
-6.0	-6.6	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	6.6	116.5049	11880.0	0.924	75	69	35	0
-7.5	-8.1	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	8.1	142.9832	14580.0	0.823	75	62	35	0
-9.4	-10	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	10	176.5225	18000.0	0.723	75	54	35	0

SPT#1									
N60	ESTRATO		SUCS	PHI	COHESION	Qadm	Modulo de elasticidad		poisson U
	φ	KG/M2		ton/m2	Es(kg/cm)				
15	0.0	-0.6	SM	30	0	15.1	75		0.3
60	-1.5	-2.1	SW	33	0	26.8	75		0.3
64	-3.0	-3.6	SW	34	0	27.5	75		0.3
75	-4.5	-5.1	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29	262.5		0.25
75	-6.0	-6.6	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29	262.5		0.25
75	-7.5	-8.1	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29	262.5		0.25
75	-9.4	-10	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29	262.5		0.25

Fundamentos de cimentaciones Braja Md, 7ed						
min N60	max N60	Pa (kg/cm ²)	α	Es min	Es max	Es(kg/cm ²)
15	75	1	5	75	375	262.5

2.4.3 COMPACIDAD DEL SUELO.

SPT#1					
sucs	ESTRATO		N60	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	COMPACIDAD(ARENA) Ó CONSISTENCIA(ARCILLA)
SM	0.0	-0.6	28	71	DENSA
SW	-1.5	-2.1	60	100	MUY DENSA
SW	-3.0	-3.6	64	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-4.5	-5.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-6.0	-6.6	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-7.5	-8.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-9.4	-10	75	100	MUY DENSA

2.4.4 GRADO DE SATURACIÓN.

BRAJAN M DAS, FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, 4 ED.									
GRADO DE SATURACION Y POROSIDAD DEL SPT#1									
PROFUNDIDAD	HUMEDAD NATURAL	DENSIDAD DE SOLIDOS	PESO VOLUMETRICO DEL SUELO HUMEDO	RELACION DE VACIOS	PESO ESPECIFICO SUELO SECO	GRADO DE SATURACION	POROSIDAD	ESTADO DE SATURACION	
ESTRATO	C _d	G _s	Kg/m ³	e	Kg/m ³	S(%)	η		
0	-0.6	1.14	2.65	1500.0	0.79	1483.0	3.8	0.44	SECO
-1.5	-2.1	7.91	2.65	1800.0	0.60	1657.7	35.0	0.37	HUMEDO
-3	-3.6	12.49	2.65	1800.0	0.68	1575.2	48.5	0.41	HUMEDO

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



2.4.5 CÁLULO DE ASENTAMIENTOS.

Método de meyerhof

Método de Meyerhof

Meyerhof (1956) propuso una correlación para la *presión de carga neta* para cimentaciones con la resistencia a la penetración estándar, N_{60} . La presión neta ya se definió como

$$q_{\text{neto}} = \bar{q} - \gamma D_f$$

donde \bar{q} = esfuerzo al nivel de la cimentación.

De acuerdo con la teoría de Meyerhof, para 25 mm (1 pulg) de asentamiento máximo estimado,

$$q_{\text{neto}} (\text{kN/m}^2) = \frac{N_{60}}{0.08} \quad (\text{para } B \leq 1.22 \text{ m}) \quad (5.57)$$

y

$$q_{\text{neto}} (\text{kN/m}^2) = \frac{N_{60}}{0.125} \left(\frac{B + 0.3}{B} \right)^2 \quad (\text{para } B > 1.22 \text{ m}) \quad (5.58)$$

Desde que Meyerhof propuso sus correlaciones originales, algunos investigadores han observado que sus resultados son un tanto conservadores. Más tarde, Meyerhof (1965) sugirió que la presión de carga permisible neta se debe incrementar en aproximadamente 50%. Bowles (1977) propuso que la forma modificada de las ecuaciones de carga se expresaran como

$$q_{\text{neto}} (\text{kN/m}^2) = \frac{N_{60}}{2.5} F_d \left(\frac{S_e}{25} \right) \quad (\text{para } B \leq 1.22 \text{ m}) \quad (5.59)$$

y

$$q_{\text{neto}} (\text{kN/m}^2) = \frac{N_{60}}{0.08} \left(\frac{B + 0.3}{B} \right)^2 F_d \left(\frac{S_e}{25} \right) \quad (\text{para } B > 1.22 \text{ m}) \quad (5.60)$$

donde

F_d = factor de profundidad = $1 + 0.33(D_f/B)$

B = ancho de la cimentación, en metros

S_e = asentamiento, en mm

De aquí,

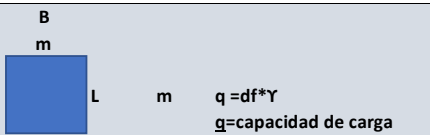
$$S_e (\text{mm}) = \frac{1.25 q_{\text{neto}} (\text{kN/m}^2)}{N_{60} F_d} \quad (\text{para } B \leq 1.22 \text{ m}) \quad (5.61)$$

y

$$S_e (\text{mm}) = \frac{2 q_{\text{neto}} (\text{kN/m}^2)}{N_{60} F_d} \left(\frac{B}{B + 0.3} \right)^2 \quad (\text{para } B > 1.22 \text{ m}) \quad (5.62)$$

El N_{60} referido en la ecuación anterior es la resistencia a la penetración estándar entre el fondo de la cimentación y $2B$ debajo del fondo.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

															
ASENTAMIENTO CON DESPLANTE DE 1.0 METROS.														Módulo de reacción en suelo	
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	g=	g=	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2					
1	1	1.6	15.42	1	1.5719	15.415	15.1	148.08	13.5	132.66	28	1.33	4.5	33253.79	3390.95
2	2	1.6	15.42	1	1.5719	15.415	15.1	148.08	13.5	132.66	28	1.17	6.2	24076.38	2455.11
3	3	1.6	15.42	1	1.5719	15.415	15.1	148.08	13.5	132.66	28	1.11	7.1	20988.33	2140.22
4	4	1.6	15.42	1	1.5719	15.415	15.1	148.08	13.5	132.66	28	1.08	7.6	19548.54	1993.40
5	5	1.6	15.42	1	1.5719	15.415	15.1	148.08	13.5	132.66	28	1.07	7.9	18717.10	1908.62
6	6	1.6	15.42	1	1.5719	15.415	15.1	148.08	13.5	132.66	28	1.06	8.1	18176.10	1853.45
7	7	1.6	15.42	1	1.5719	15.415	15.1	148.08	13.5	132.66	28	1.05	8.3	17796.11	1814.70

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 1.5 METROS.														Módulo de reacción en suelo	
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	g=	g=	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2					
1	1	1.6	15.42	1.5	2.3579	23.123	15.1	148.08	12.7	124.96	28	1.50	3.7	39684.93	4046.74
2	2	1.6	15.42	1.5	2.3579	23.123	15.1	148.08	12.7	124.96	28	1.25	5.4	27371.63	2791.13
3	3	1.6	15.42	1.5	2.3579	23.123	15.1	148.08	12.7	124.96	28	1.17	6.3	23387.06	2384.82
4	4	1.6	15.42	1.5	2.3579	23.123	15.1	148.08	12.7	124.96	28	1.12	6.9	21545.23	2197.00
5	5	1.6	15.42	1.5	2.3579	23.123	15.1	148.08	12.7	124.96	28	1.10	7.2	20486.79	2089.07
6	6	1.6	15.42	1.5	2.3579	23.123	15.1	148.08	12.7	124.96	28	1.08	7.5	19800.26	2019.07
7	7	1.6	15.42	1.5	2.3579	23.123	15.1	148.08	12.7	124.96	28	1.07	7.7	19319.13	1970.01

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 2.0 METROS.														Módulo de reacción en suelo	
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	g=	g=	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2					
1	1	1.6	15.42	2.00	3.1439	30.831	15.1	148.08	12.0	117.25	60	1.66	1.5	100632.01	10261.62
2	2	1.6	15.42	2.00	3.1439	30.831	15.1	148.08	12.0	117.25	60	1.33	2.2	66643.13	6795.72
3	3	1.6	15.42	2.00	3.1439	30.831	15.1	148.08	12.0	117.25	60	1.22	2.6	55931.09	5703.39
4	4	1.6	15.42	2.00	3.1439	30.831	15.1	148.08	12.0	117.25	60	1.17	2.9	51009.48	5201.53
5	5	1.6	15.42	2.00	3.1439	30.831	15.1	148.08	12.0	117.25	60	1.13	3.1	48191.03	4914.12
6	6	1.6	15.42	2.00	3.1439	30.831	15.1	148.08	12.0	117.25	60	1.11	3.2	46367.07	4728.13
7	7	1.6	15.42	2.00	3.1439	30.831	15.1	148.08	12.0	117.25	60	1.09	3.3	45090.85	4597.99

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 2.5 METROS.														Módulo de reacción en suelo	
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	g=	g=	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2					
1	1	1.6	15.42	2.50	3.9299	38.539	15.1	148.08	11.2	109.54	60	1.83	1.3	118419.23	12075.42
2	2	1.6	15.42	2.50	3.9299	38.539	15.1	148.08	11.2	109.54	60	1.41	2.0	75757.13	7725.09
3	3	1.6	15.42	2.50	3.9299	38.539	15.1	148.08	11.2	109.54	60	1.28	2.4	62565.50	6379.92
4	4	1.6	15.42	2.50	3.9299	38.539	15.1	148.08	11.2	109.54	60	1.21	2.6	56531.91	5764.66
5	5	1.6	15.42	2.50	3.9299	38.539	15.1	148.08	11.2	109.54	60	1.17	2.8	53085.64	5413.24
6	6	1.6	15.42	2.50	3.9299	38.539	15.1	148.08	11.2	109.54	60	1.14	2.9	50859.18	5186.20
7	7	1.6	15.42	2.50	3.9299	38.539	15.1	148.08	11.2	109.54	60	1.12	3.0	49303.23	5027.54

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 3.0 METROS.														Módulo de reacción en suelo	
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	g=	g=	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2					
1	1	1.6	15.42	3.00	4.7158	46.246	15.1	148.08	10.4	101.83	60	1.99	1.1	138899.06	14163.78
2	2	1.6	15.42	3.00	4.7158	46.246	15.1	148.08	10.4	101.83	60	1.50	1.7	86250.80	8795.15
3	3	1.6	15.42	3.00	4.7158	46.246	15.1	148.08	10.4	101.83	60	1.33	2.1	70204.23	7158.85
4	4	1.6	15.42	3.00	4.7158	46.246	15.1	148.08	10.4	101.83	60	1.25	2.4	62890.31	6413.04
5	5	1.6	15.42	3.00	4.7158	46.246	15.1	148.08	10.4	101.83	60	1.20	2.5	58721.18	5987.90
6	6	1.6	15.42	3.00	4.7158	46.246	15.1	148.08	10.4	101.83	60	1.17	2.6	56031.31	5713.61
7	7	1.6	15.42	3.00	4.7158	46.246	15.1	148.08	10.4	101.83	60	1.14	2.7	54153.26	5522.10

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



2.4.6 PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

Nombre del proyecto: CENTRAL LOS CABOS						Fecha de Perforación: 24 - 07 -2021								
Localización: CABOS SAN LUCAS						Tipo Muestreador: Tubo Partido.								
Ciudad: -						Sondeo # : SPT 1								
Municipio: LOS CABOS														
Cliente: -														
COORDENADAS DE SONDEO: [REDACTED]						Sondeo # : SPT 1								
PERFIL ESTRATIGRAFICO														
prof. (m)	Descripción	%Grava	%Arena	%Finos	Perfil	SUCS	Muestra #							
ESTRATO					TRABAJOS EN LABORATORIO					CORRELACION SPT				
0.0 - 0.60	ARENA CON LIMO	0	75	25	[PERFIL VISUAL]	SM	M-1	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)			
								1.14	30	71				
								LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	DENSEA	Rlacion de Poisson (U)			
								14.96	0					
								LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2					
								12.90	15.10					
								INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)			
								2.06	0.44	3.83	75			
								LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3	SECO	NIVEL FREATICO			
								0.71	1483.0		NO			
-1.5 - 2.10	ARENA BIEN GRADUADA	11	86	3	[PERFIL VISUAL]	SW	M-2	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)			
								7.91	33	100				
								LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSEA	Rlacion de Poisson (U)			
								23.2	0					
								LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2					
								21.0	26.8					
								INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)			
								2.25	0.37	35.00	75			
								LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3	HUMEDO	NIVEL FREATICO			
								1.0	1657.7		NO			
-3.0 - 3.60	ARENA BIEN GRADUADA	2	97	1	[PERFIL VISUAL]	SW	M-3	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)			
								12.49	34	100				
								LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSEA	Rlacion de Poisson (U)			
								23.2	0					
								LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2					
								20.96	27.50					
								INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)			
								2.25	0.41	48.50	75			
								LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3	HUMEDO	NIVEL FREATICO			
								1.0	1575.2					
-4.5 - 5.10	-	0	95	5	[PERFIL VISUAL]	SUELO FIRME ROCOSO	M-4	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)			
										100				
								LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSEA	Rlacion de Poisson (U)			
								LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2					
									29.00					
								INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)			
											262.5			
								LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3					

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

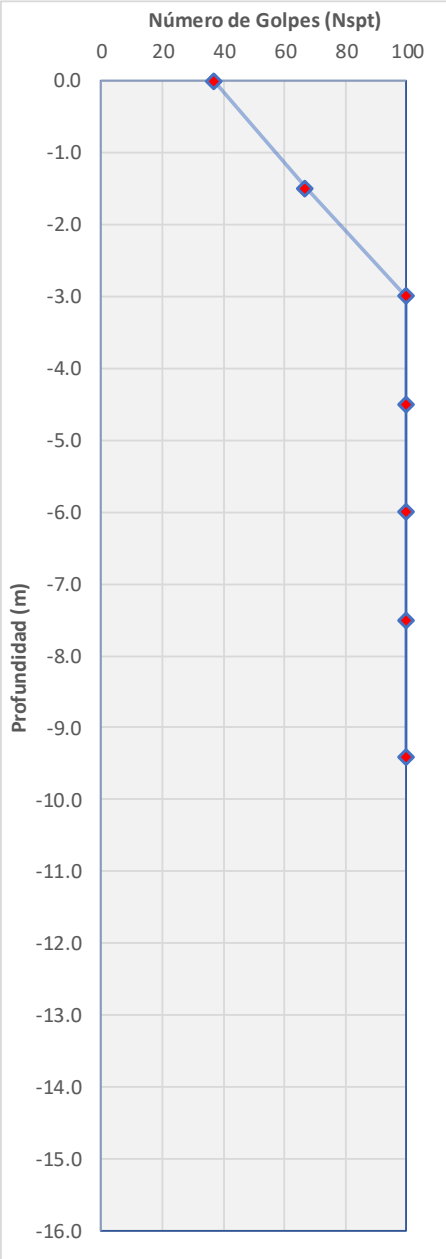


-6.0	-6.60				SUELO FIRME ROCOSO	M-5	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		262.5
-7.5	-8.10				SUELO FIRME ROCOSO	M-6	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		262.5
-9.4	#####				SUELO FIRME ROCOSO	M-7	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		262.5

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE T3CNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCI3N I DE LA LFTAIP.



2.4.7 GRÁFICA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (SPT#2)

Nombre del proyecto: <u>CENTRAL LOS CABOS</u>				Fecha de Perforación: <u>24 - 07 -2021</u>	
Localización: <u>CABOS SAN LUCAS</u>				Tipo Muestreador: <u>Tubo Partido.</u>	
Ciudad: -				Sondeo # : <u>SPT 2</u>	
Municipio: <u>LOS CABOS</u>				COORDENADAS: [REDACTED]	
Cliente: -					
Profundidad	Hincamiento	Número de Golpes	Nspt	GRAFICA DE RESISTENCIA A LA PENETRACION	
m	cm				
0.0	0.00 - 0.60	13	37		
	0.15 - 0.30	17			
	0.30 - 0.45	20			
	0.45 - 0.60	25			
-1.5	0 - 0.15	41	67		
	0.15 - 0.30	31			
	0.30 - 0.45	36			
	0.45 - 0.60	41			
-3.0	0 - .15	R	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-4.5	0 - .15	34	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-6.0	0 - .15	R	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-7.5	0 - .15	R	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-9.4	0 - .15	R	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-10.5	0 - .15	R	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-12.0	0 - .15	R	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-13.5	0 - .15	R	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-15.0	0 - .15	R	100		
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



2.4.8 CORRECCIONES NUMERO DE GOLPES.

CORRECCION DE Nspt de CAMPO							
ESTRATO		Nspt	η_H	η_B	η_s	η_R	N60
0.0	-0.6	37	60	1	1	0.75	28
-1.5	-2.1	67	60	1	1	0.75	50
-3.0	-3.6	100	60	1	1	0.75	75
-4.5	-5.1	100	60	1	1	0.75	75
-6.0	-6.6	100	60	1	1	0.75	75
-7.5	-8.1	100	60	1	1	0.75	75
-9.4	-10	100	60	1	1	0.75	75

2.4.9 CORRELACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA.

Correlación para N60 en suelo granular												
ESTRATO		SUCS	Yhumedo KG/M3	Yhumedo KN/M3	PROF m	PRESION KN/M2	PRESION KG/M3	CN	N60	(N1)60	PHI ϕ	COHESION TON/M2
0.0	-0.6	SP-SM	1500	14.7	0.6	8.8261	900.0	1.838	28	51	31	0
-1.5	-2.1	SW	1800	17.7	2.1	37.0697	3780.0	1.459	50	73	32	0
-3.0	-3.6	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	3.6	63.5481	6480.0	1.223	75	92	35	0
-4.5	-5.1	SW	1800	17.7	5.1	90.0265	9180.0	1.052	75	79	35	0
-6.0	-6.6	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	6.6	116.5049	11880.0	0.924	75	69	35	0
-7.5	-8.1	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	8.1	142.9832	14580.0	0.823	75	62	35	0
-9.4	-10	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	10	176.5225	18000.0	0.723	75	54	35	0

SPT#2									
N60	ESTRATO		SUCS	PHI	COHESION	Qadm	Modulo de elasticidad		poisson U
	ϕ	KG/M2		ton/m2	Es(kg/cm)				
28	0.0	-0.6	SP-SM	31	0	17.2	138.75		0.3
50	-1.5	-2.1	SW	32	0	19.6	138.75		0.3
75	-3.0	-3.6	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29.4	138.75		0.25
75	-4.5	-5.1	SW	35	0	29.4	326.25		0.3
75	-6.0	-6.6	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29.4	326.25		0.25
75	-7.5	-8.1	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29.4	326.25		0.25
75	-9.4	-10	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29.4	326.25		0.25

2.4.10 COMPACIDAD DEL SUELO.

SPT#2					
sucs	ESTRATO		N60	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	COMPACIDAD(ARENA) Ó CONSISTENCIA(ARCILLA)
SP-SM	0.0	-0.6	51	82.5	DENSA
SW	-1.5	-2.1	50	80	DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-3.0	-3.6	75	100	MUY DENSA
SW	-4.5	-5.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-6.0	-6.6	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-7.5	-8.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-9.4	-10	75	100	MUY DENSA

2.4.11 GRADO DE SATURACIÓN.

BRAJAN M DAS, FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, 4 ED.

GRADO DE SATURACION Y POROSIDAD DEL SPT#1									
PROFUNDIDAD	HUMEDAD NATURAL	DENSIDAD DE SOLIDOS	PESO VOLUMETRICO DEL SUELO HUMEDO	RELACION DE VACIOS	PESO ESPECIFICO SUELO SECO	GRADO DE SATURACION	POROSIDAD	ESTADO DE SATURACION	
ESTRATO	C _D	G _s	Kg/m3	e	Kg/m3	S(%)	η		
0	-0.6	1.53	2.66	1500.0	0.80	1477.1	5.1	0.44	SECO
-1.5	-2.1	6.51	2.66	1800.0	0.58	1682.8	29.8	0.37	HUMEDO

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

2

ASENTAMIENTO CON DESPLANTE DE 1.0 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.6	15.48	1	1.5784	15.479	17.2	168.67	15.6	153.20	28	1.33	5.2	32509.25	3315.03
2	2	1.6	15.48	1	1.5784	15.479	17.2	168.67	15.6	153.20	28	1.17	7.2	23537.31	2400.14
3	3	1.6	15.48	1	1.5784	15.479	17.2	168.67	15.6	153.20	28	1.11	8.2	20518.41	2092.30
4	4	1.6	15.48	1	1.5784	15.479	17.2	168.67	15.6	153.20	28	1.08	8.8	19110.86	1948.77
5	5	1.6	15.48	1	1.5784	15.479	17.2	168.67	15.6	153.20	28	1.07	9.2	18298.03	1865.88
6	6	1.6	15.48	1	1.5784	15.479	17.2	168.67	15.6	153.20	28	1.06	9.5	17769.14	1811.95
7	7	1.6	15.48	1	1.5784	15.479	17.2	168.67	15.6	153.20	28	1.05	9.7	17397.66	1774.07

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 1.5 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.6	15.48	1.5	2.3676	23.218	17.2	168.67	14.8	145.46	50	1.50	2.4	69345.33	7071.27
2	2	1.6	15.48	1.5	2.3676	23.218	17.2	168.67	14.8	145.46	50	1.25	3.5	47829.11	4877.22
3	3	1.6	15.48	1.5	2.3676	23.218	17.2	168.67	14.8	145.46	50	1.17	4.1	40866.49	4167.23
4	4	1.6	15.48	1.5	2.3676	23.218	17.2	168.67	14.8	145.46	50	1.12	4.5	37648.07	3839.04
5	5	1.6	15.48	1.5	2.3676	23.218	17.2	168.67	14.8	145.46	50	1.10	4.7	35798.55	3650.44
6	6	1.6	15.48	1.5	2.3676	23.218	17.2	168.67	14.8	145.46	50	1.08	4.9	34598.92	3528.11
7	7	1.6	15.48	1.5	2.3676	23.218	17.2	168.67	14.8	145.46	50	1.07	5.0	33758.20	3442.38

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 2.0 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.6	15.48	2.00	3.1568	30.957	17.2	168.67	14.0	137.72	50	1.66	2.1	81325.93	8292.95
2	2	1.6	15.48	2.00	3.1568	30.957	17.2	168.67	14.0	137.72	50	1.33	3.1	53857.76	5491.97
3	3	1.6	15.48	2.00	3.1568	30.957	17.2	168.67	14.0	137.72	50	1.22	3.7	45200.81	4609.21
4	4	1.6	15.48	2.00	3.1568	30.957	17.2	168.67	14.0	137.72	50	1.17	4.1	41223.40	4203.62
5	5	1.6	15.48	2.00	3.1568	30.957	17.2	168.67	14.0	137.72	50	1.13	4.3	38945.67	3971.36
6	6	1.6	15.48	2.00	3.1568	30.957	17.2	168.67	14.0	137.72	50	1.11	4.5	37471.63	3821.05
7	7	1.6	15.48	2.00	3.1568	30.957	17.2	168.67	14.0	137.72	50	1.09	4.6	36440.25	3715.88

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 2.5 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.6	15.48	2.50	3.9459	38.696	17.2	168.67	13.3	129.98	50	1.83	1.8	94733.26	9660.12
2	2	1.6	15.48	2.50	3.9459	38.696	17.2	168.67	13.3	129.98	50	1.41	2.8	60604.35	6179.93
3	3	1.6	15.48	2.50	3.9459	38.696	17.2	168.67	13.3	129.98	50	1.28	3.4	50051.28	5103.82
4	4	1.6	15.48	2.50	3.9459	38.696	17.2	168.67	13.3	129.98	50	1.21	3.7	45224.51	4611.62
5	5	1.6	15.48	2.50	3.9459	38.696	17.2	168.67	13.3	129.98	50	1.17	4.0	42467.56	4330.49
6	6	1.6	15.48	2.50	3.9459	38.696	17.2	168.67	13.3	129.98	50	1.14	4.1	40686.44	4148.87
7	7	1.6	15.48	2.50	3.9459	38.696	17.2	168.67	13.3	129.98	50	1.12	4.3	39441.70	4021.94

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 3.0 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.6	15.48	3.00	4.7351	46.436	17.2	168.67	12.5	122.24	75	1.99	1.0	164757.47	16800.61
2	2	1.6	15.48	3.00	4.7351	46.436	17.2	168.67	12.5	122.24	75	1.50	1.6	102307.84	10432.51
3	3	1.6	15.48	3.00	4.7351	46.436	17.2	168.67	12.5	122.24	75	1.33	2.0	83273.93	8491.59
4	4	1.6	15.48	3.00	4.7351	46.436	17.2	168.67	12.5	122.24	75	1.25	2.3	74598.40	7606.93
5	5	1.6	15.48	3.00	4.7351	46.436	17.2	168.67	12.5	122.24	75	1.20	2.4	69653.12	7102.65
6	6	1.6	15.48	3.00	4.7351	46.436	17.2	168.67	12.5	122.24	75	1.17	2.5	66462.48	6777.30
7	7	1.6	15.48	3.00	4.7351	46.436	17.2	168.67	12.5	122.24	75	1.14	2.6	64234.81	6550.14

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

2.4.13 PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

Nombre del proyecto: CENTRAL LOS CABOS				Fecha de Perforación: 24 - 07 -2021						
Localización: CABOS SAN LUCAS				Tipo Muestreador: Tubo Partido.						
Ciudad: -				Sondeo #: SPT 2						
Municipio: LOS CABOS										
Cliente: -										
COORDENADAS DE SONDEO: [REDACTED]				Sondeo #: SPT 2						
PERFIL ESTRATIGRAFICO										
prof. (m)	Descripción	%Grava	%Arena	%Finos	Perfil	SUCS	Muestra #			
ESTRATO				CORRELACION SPT						
TRABAJOS EN LABORATORIO										
0.0 - -0.60	ARENA CON LIMO MAL GRADUDA	2	92	6	[SP-SM]	M-1	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							1.53	31	82.5	
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	DENSE	Rlacion de Poisson (U)
							16.12	0		
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		
							12.41	17.20		
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							3.71	0.44	5.07	138.75
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3	SECO	NIVEL FREATICO
							0.90	1477.1		NO
-1.5 - -2.10	ARENA BIEN GRADUADA	2	94	3	[SW]	M-2	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							6.51	32	80	
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	DENSE	Rlacion de Poisson (U)
							19.6	0		
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		
							14.7	19.6		
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							4.85	0.37	29.82	138.75
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3	HUMEDO	NIVEL FREATICO
							3.1	1682.8		NO
-3.0 - -3.60	[REDACTED]				[SUELO FIRM ROCOSO]	M-3	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
									100	
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSE	Rlacion de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
										138.75
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		
-4.5 - -5.10	ARENA BIEN GRADUADA	12	85	3	[SW]	M-4	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
									100	
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSE	Rlacion de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		
								29.40		
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
										326.25
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

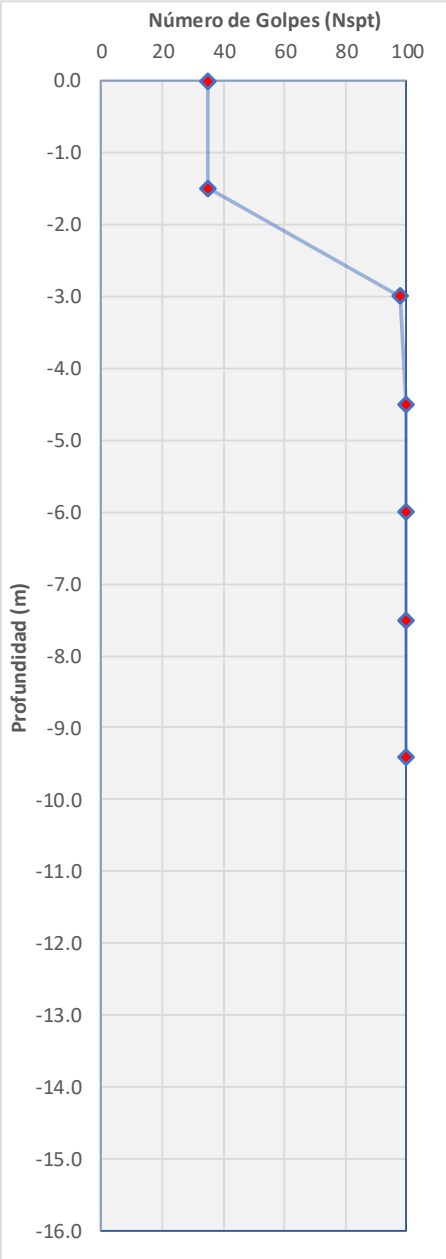


-6.0	-6.60				SUELO FIRME ROCOSO	M-5	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		326.25
-7.5	-8.10				SUELO FIRME ROCOSO	M-6	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		326.25
-9.4	#####				SUELO FIRME ROCOSO	M-7	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		326.25

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE T3CNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCI3N I DE LA LFTAIP.



2.4.14 GRÁFICA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (SPT#3)

Nombre del proyecto: <u>CENTRAL LOS CABOS</u>				Fecha de Perforación: <u>24 - 07 -2021</u>	
Localización: <u>CABOS SAN LUCAS</u>				Tipo Muestreador: <u>Tubo Partido.</u>	
Ciudad: -				Sondeo # : <u>SPT 3</u>	
Municipio: <u>LOS CABOS</u>				COORDENADAS: [REDACTED]	
Cliente: -					
Profundidad	Hincamiento	Número de Golpes	Nspt	GRAFICA DE RESISTENCIA A LA PENETRACION	
m	cm				
0.0	0.00 - 0.60	12	35		
	0.15 - 0.30	13			
	0.30 - 0.45	22			
	0.45 - 0.60	27			
-1.5	0 - 0.15	6	35		
	0.15 - 0.30	13			
	0.30 - 0.45	22			
	0.45 - 0.60	32			
-3.0	0 - .15	45	98		
	0.15 - 0.30	48			
	0.30 - 0.45	50			
	0.45 - 0.60	R			
-4.5	0 - .15		100		
	0.15 - 0.30	R			
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-6.0	0 - .15		100		
	0.15 - 0.30	R			
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-7.5	0 - .15		100		
	0.15 - 0.30	R			
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-9.4	0 - .15		100		
	0.15 - 0.30	R			
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-10.5	0 - .15				
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-12.0	0 - .15				
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-13.5	0 - .15				
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				
-15.0	0 - .15				
	0.15 - 0.30				
	0.30 - 0.45				
	0.45 - 0.60				

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

2.4.15 CORRECCIONES NUMERO DE GOLPES.

CORRECCION DE Nspt de CAMPO							
ESTRATO		Nspt	η_H	η_B	η_S	η_R	N60
0.0	-0.6	35	60	1	1	0.75	26
-1.5	-2.1	35	60	1	1	0.75	26
-3.0	-3.6	98	60	1	1	0.75	74
-4.5	-5.1	100	60	1	1	0.75	75
-6.0	-6.6	100	60	1	1	0.75	75
-7.5	-8.1	100	60	1	1	0.75	75
-9.4	-10	100	60	1	1	0.75	75

2.4.16 CORRELACIÓN Y CAPACIDAD DE CARGA.

Correlación para N60 en suelo granular												
ESTRATO		SUCS	Yhmedo KG/M3	Yhmedo KN/M3	PROF m	PRESION KN/M2	PRESION KG/M3	CN	N60	(N1)60	PHI ϕ	COHESION TON/M2
0.0	-0.6	SP-SM	1500	14.7	0.6	8.8261	900.0	1.838	26	48	30	0
-1.5	-2.1	SW	1500	14.7	2.1	30.8914	3150.0	1.528	26	40	30	0
-3.0	-3.6	SW	1800	17.7	3.6	63.5481	6480.0	1.223	74	90	35	0
-4.5	-5.1	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	5.1	90.0265	9180.0	1.052	75	79	35	0
-6.0	-6.6	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	6.6	116.5049	11880.0	0.924	75	69	35	0
-7.5	-8.1	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	8.1	142.9832	14580.0	0.823	75	62	35	0
-9.4	-10	SUELO FIRME ROCOSO	1800	17.7	10	176.5225	18000.0	0.723	75	54	35	0

SPT#3									
N60	ESTRATO		SUCS	PHI	COHESION	Qadm	Modulo de elasticidad		poisson U
	ϕ	KG/M2		ton/m2	Es(kg/cm)				
26	0.0	-0.6	SP-SM	30	0	15.1	131.25		0.3
26	-1.5	-2.1	SW	30	0	15.1	131.25		0.3
74	-3.0	-3.6	SW	35	0	26.8	131.25		0.3
75	-4.5	-5.1	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29.4	318.75		0.25
75	-6.0	-6.6	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29.4	318.75		0.25
75	-7.5	-8.1	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29.4	318.75		0.25
75	-9.4	-10	SUELO FIRME ROCOSO	35	0	29.4	318.75		0.25

Fundamentos de cimentaciones Braja Md, 7ed						
min N60	max N60	Pa (kg/cm ²)	α	Es min	Es max	Es(kg/cm ²)
26	75	1	5	131.25	375	318.75

2.4.17 COMPACIDAD DEL SUELO.

SPT#3					
sucs	ESTRATO		N60	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	COMPACIDAD(ARENA) Ó CONSISTENCIA(ARCILLA)
SP-SM	0.0	-0.6	26	69	DENSA
SW	-1.5	-2.1	26	69	DENSA
SW	-3.0	-3.6	74	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-4.5	-5.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-6.0	-6.6	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-7.5	-8.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-9.4	-10	75	100	MUY DENSA

2.4.18 GRADO DE SATURACIÓN.


BRAJAN M DAS, FUNDAMENTOS DE INGENIERIA GEOTECNICA, 4 ED.

GRADO DE SATURACION Y POROSIDAD DEL SPT#1									
PROFUNDIDAD	HUMEDAD NATURAL	DENSIDAD DE SUELO	PESO VOLUMETRIC DEL SUELO HUMEDO	RELACION DE VACIOS	PESO ESPECIFICO SUELO SECO	GRADO DE SATURACION	POROSIDAD	ESTADO DE SATURACION	
ESTRATO	C _w	G _s	Kg/m ³	e	Kg/m ³	S(%)	η		
0	-0.6	1.14	2.65	1500.0	0.79	1483.0	3.8	0.44	SECO
1.5	-2.1	7.91	2.65	1500.0	0.92	1381.4	22.8	0.48	SECO
3	-3.6	12.49	2.65	1800.0	0.68	1575.2	48.5	0.41	HUMEDO

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LETAIP.

2.4.19 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS.

B
m



L m

$q = df \cdot \gamma$
 $q = \text{capacidad de carga}$

ASENTAMIENTO CON DESPLANTE DE 1.0 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.5	14.51	1	1.4798	14.512	15.1	148.08	13.6	133.57	26	1.33	4.8	30964.64	3157.52
2	2	1.5	14.51	1	1.4798	14.512	15.1	148.08	13.6	133.57	26	1.17	6.6	22418.99	2286.10
3	3	1.5	14.51	1	1.4798	14.512	15.1	148.08	13.6	133.57	26	1.11	7.6	19543.52	1992.89
4	4	1.5	14.51	1	1.4798	14.512	15.1	148.08	13.6	133.57	26	1.08	8.1	18202.84	1856.18
5	5	1.5	14.51	1	1.4798	14.512	15.1	148.08	13.6	133.57	26	1.07	8.5	17428.63	1777.23
6	6	1.5	14.51	1	1.4798	14.512	15.1	148.08	13.6	133.57	26	1.06	8.7	16924.87	1725.86
7	7	1.5	14.51	1	1.4798	14.512	15.1	148.08	13.6	133.57	26	1.05	8.9	16571.05	1689.78

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 1.5 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.5	14.51	1.5	2.2198	21.769	15.1	148.08	12.9	126.31	26	1.50	4.0	36805.60	3753.13
2	2	1.5	14.51	1.5	2.2198	21.769	15.1	148.08	12.9	126.31	26	1.25	5.8	25385.69	2588.62
3	3	1.5	14.51	1.5	2.2198	21.769	15.1	148.08	12.9	126.31	26	1.17	6.8	21690.23	2211.79
4	4	1.5	14.51	1.5	2.2198	21.769	15.1	148.08	12.9	126.31	26	1.12	7.4	19982.02	2037.60
5	5	1.5	14.51	1.5	2.2198	21.769	15.1	148.08	12.9	126.31	26	1.10	7.8	19000.38	1937.50
6	6	1.5	14.51	1.5	2.2198	21.769	15.1	148.08	12.9	126.31	26	1.08	8.1	18363.66	1872.58
7	7	1.5	14.51	1.5	2.2198	21.769	15.1	148.08	12.9	126.31	26	1.07	8.3	17917.44	1827.07

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 2.0 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.5	14.51	2.00	2.9597	29.025	15.1	148.08	12.1	119.06	26	1.66	3.4	43358.56	4421.35
2	2	1.5	14.51	2.00	2.9597	29.025	15.1	148.08	12.1	119.06	26	1.33	5.2	28714.03	2928.02
3	3	1.5	14.51	2.00	2.9597	29.025	15.1	148.08	12.1	119.06	26	1.22	6.1	24098.61	2457.38
4	4	1.5	14.51	2.00	2.9597	29.025	15.1	148.08	12.1	119.06	26	1.17	6.7	21978.08	2241.14
5	5	1.5	14.51	2.00	2.9597	29.025	15.1	148.08	12.1	119.06	26	1.13	7.1	20763.71	2117.31
6	6	1.5	14.51	2.00	2.9597	29.025	15.1	148.08	12.1	119.06	26	1.11	7.4	19977.83	2037.17
7	7	1.5	14.51	2.00	2.9597	29.025	15.1	148.08	12.1	119.06	26	1.09	7.6	19427.96	1981.10

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 2.5 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.5	14.51	2.50	3.6996	36.281	15.1	148.08	11.4	111.80	74	1.83	1.0	143100.89	14592.25
2	2	1.5	14.51	2.50	3.6996	36.281	15.1	148.08	11.4	111.80	74	1.41	1.6	91546.89	9335.20
3	3	1.5	14.51	2.50	3.6996	36.281	15.1	148.08	11.4	111.80	74	1.28	2.0	75605.79	7709.66
4	4	1.5	14.51	2.50	3.6996	36.281	15.1	148.08	11.4	111.80	74	1.21	2.2	68314.63	6966.16
5	5	1.5	14.51	2.50	3.6996	36.281	15.1	148.08	11.4	111.80	74	1.17	2.3	64150.07	6541.50
6	6	1.5	14.51	2.50	3.6996	36.281	15.1	148.08	11.4	111.80	74	1.14	2.4	61459.57	6267.14
7	7	1.5	14.51	2.50	3.6996	36.281	15.1	148.08	11.4	111.80	74	1.12	2.5	59579.30	6075.41

ASENTAMIENTOS CON DESPLANTE DE 3.0 METROS.													Módulo de reacción en suelo		
L	B	Y	Y	df (m)	q=df*Y	q=df*Y	q _≡	q _≡	q neta	q neta	N60	Fd	asentamiento	kn/m3	ton/m3
m	m	ton/m3	kn/m3		ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2	ton/m2	kn/m2			Se (mm)		
1	1	1.5	14.51	3.00	4.4395	43.537	15.1	148.08	10.7	104.54	74	1.99	0.9	166869.18	17015.95
2	2	1.5	14.51	3.00	4.4395	43.537	15.1	148.08	10.7	104.54	74	1.50	1.4	103619.13	10566.23
3	3	1.5	14.51	3.00	4.4395	43.537	15.1	148.08	10.7	104.54	74	1.33	1.8	84341.26	8600.43
4	4	1.5	14.51	3.00	4.4395	43.537	15.1	148.08	10.7	104.54	74	1.25	2.0	75554.54	7704.43
5	5	1.5	14.51	3.00	4.4395	43.537	15.1	148.08	10.7	104.54	74	1.20	2.1	70545.87	7193.69
6	6	1.5	14.51	3.00	4.4395	43.537	15.1	148.08	10.7	104.54	74	1.17	2.2	67314.34	6864.16
7	7	1.5	14.51	3.00	4.4395	43.537	15.1	148.08	10.7	104.54	74	1.14	2.3	65058.11	6634.09

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



2.4.20 PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

Nombre del proyecto: CENTRAL LOS CABOS						Fecha de Perforación: 24 - 07 -2021													
Localización: CABOS SAN LUCAS						Tipo Muestreador: Tubo Partido.													
Ciudad: -						Sondeo # : SPT 3													
Municipio: LOS CABOS																			
Cliente: -																			
COORDENADAS DE SONDEO: [REDACTED]						Sondeo # : SPT 3													
PERFIL ESTRATIGRAFICO																			
prof. (m)	Descripción	%Grava	%Arena	%Finos	Perfil	SUCS	Muestra #												
ESTRATO					TRABAJOS EN LABORATORIO					CORRELACION SPT									
0.0 - -0.60	ARENA CON LIMOM MAL GRADUADA	1	90	8	[REDACTED]	SP-SM	M-1	HUMEDAD NATURAL%	PHI	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	69	Modulo de Reaccion (kg/cm2)							
								1.14	30	DENSE									
								LIMITE LIQUIDO%	COHESION				Rlacion de Poisson (U)						
								17.67	0										
								LIMITE PLASTICO %	Qadm					0.3					
								11.92	15.10										
								INDICE PLASTICO	POROSIDAD						GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)			
								5.75	0.44								3.83		
								LIMITE DE CONTRACCION	Y									SECO	NIVEL FREATICO
								2.10	1483.0										
HUMEDAD NATURAL%	PHI	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)																
7.91	30	69																	
LIMITE LIQUIDO%	COHESION			DENSE	Rlacion de Poisson (U)														
18.8	0																		
LIMITE PLASTICO %	Qadm					0.3													
12.0	15.1																		
INDICE PLASTICO	POROSIDAD						GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)											
6.82	0.48								22.82										
LIMITE DE CONTRACCION	Y									SECO	NIVEL FREATICO								
1.1	1381.4											NO							
HUMEDAD NATURAL%	PHI		COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%										Modulo de Reaccion (kg/cm2)						
12.49	35	100																	
LIMITE LIQUIDO%	COHESION		MUY DENSE	Rlacion de Poisson (U)															
18.5	0																		
LIMITE PLASTICO %	Qadm				0.3														
15.43	26.80																		
INDICE PLASTICO	POROSIDAD					GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)												
3.08	0.41							48.50											
LIMITE DE CONTRACCION	Y								HUMEDO	NIVEL FREATICO									
1.2	1575.2										NO								
HUMEDAD NATURAL%	PHI											COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	Modulo de Reaccion (kg/cm2)						
12.49	35	100																	
LIMITE LIQUIDO%	COHESION		MUY DENSE	Rlacion de Poisson (U)															
18.5	0																		
LIMITE PLASTICO %	Qadm				0.25														
15.43	26.80																		
INDICE PLASTICO	POROSIDAD					GRADO DE SATURACION S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)												
3.08	0.41							48.50											
LIMITE DE CONTRACCION	Y								HUMEDO	NIVEL FREATICO									
1.2	1575.2										NO								

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



-6.0	-6.60				SUELO FIRME ROCOSO	M-5	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		318.75
-7.5	-8.10				SUELO FIRME ROCOSO	M-6	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		318.75
-9.4	#####				SUELO FIRME ROCOSO	M-7	HUMEDAD NATURAL%	PHI ϕ	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)% 100	Modulo de Reaccion (kg/cm2)
							LIMITE LIQUIDO%	COHESION ton/m2	MUY DENSA	Rlaci3n de Poisson (U)
							LIMITE PLASTICO %	Qadm ton/m2		0.25
							INDICE PLASTICO	POROSIDAD η	GRADO DE SATURACI3N S %	Modulo de Elasticidad (kg/cm2)
							LIMITE DE CONTRACCION	γ kg/m3		318.75

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE T3CNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCI3N I DE LA LFTAIP.



3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

3.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los trabajos de campo y de laboratorio, las características del suelo en la zona es la siguiente:

- **Clasificación del suelo mediante SUCS Y AASHTO.**
- El suelo está compuesto por “**Arena Con Arcilla (SC)**”, “**Arena Con Limo (SM)**”, “**Arena Bien Graduada (SW)**” y “**Arena Con Limo Mal Graduada (SP-SM)**” de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), en la página 12, 21, 25 y 30 de este informe se puede consultar la estratigrafía del suelo como sus características.

	ESTRATO	SUCS
PCA #1	0.0 – 1.5 m	SM

	ESTRATO	AASHTO	DESCRIPCION SUELO	
PCA #1	0.0 – 1.5 m	A-2-7(4)	Arena Limosa, con Grupo A-2, subgrupo 7 e Índice de grupo 4	Con Calidad del Material de Excelente a Buena

- Durante los sondeos no se encontró nivel freático.

- **Compacidad del suelo.**

El suelo presenta una compacidad de medianamente *densa – muy densa*.

SPT#1					
sucs	ESTRATO		N60	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	COMPACIDAD(ARENA) Ó CONSISTENCIA(ARCILLA)
SM	0.0	-0.6	28	71	DENSA
SW	-1.5	-2.1	60	100	MUY DENSA
SW	-3.0	-3.6	64	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-4.5	-5.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-6.0	-6.6	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-7.5	-8.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-9.4	-10	75	100	MUY DENSA

SPT#2					
sucs	ESTRATO		N60	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	COMPACIDAD(ARENA) Ó CONSISTENCIA(ARCILLA)
SP-SM	0.0	-0.6	51	82.5	DENSA
SW	-1.5	-2.1	50	80	DENSA
SUELO FIRM ROCOSO	-3.0	-3.6	75	100	MUY DENSA
SW	-4.5	-5.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-6.0	-6.6	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-7.5	-8.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-9.4	-10	75	100	MUY DENSA

SPT#3					
sucs	ESTRATO		N60	COMPACIDAD RELATIVA (Cr)%	COMPACIDAD(ARENA) Ó CONSISTENCIA(ARCILLA)
SP-SM	0.0	-0.6	26	69	DENSA
SW	-1.5	-2.1	26	69	DENSA
SW	-3.0	-3.6	74	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-4.5	-5.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-6.0	-6.6	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-7.5	-8.1	75	100	MUY DENSA
SUELO FIRME ROCOSO	-9.4	-10	75	100	MUY DENSA

- En la zona de estudio, se encontró suelo firme rocoso a una profundidad promedio de 3.0 metros
- **Capacidad de carga del suelo.**

- El suelo tiene una capacidad de carga de **14.5 ton/m²**

se puede consultar la tabla de análisis de capacidades de carga en la página 14 de este informe, el análisis se ha hecho con desplantes (Df) de 0.6 – 3.0 metros y 0.5 – 4.0 metros de ancho (B) para la cimentación corrida y 1.0 – 8.0 metros de ancho (B) para zapata aislada. Y para la losa de cimentación se con desplantes (Df) de 0.5 – 3.0 metros y de 1.0 – 8.0 metros de ancho (B).

(el análisis se limita 2 metros de profundidad debido que la muestra a pozo a cielo abierto fue a una profundidad 1.5 metros)

- **Características mecánicas del suelo.**

CARACTERÍSTICAS GEOTECNICA DEL SUELO							
PESO ESPECIFICO SUELO SECO	PHI	Cohesion	Qadm	Modulo de elasticidad Es(kg/cm ²)	RELA. POISSON	Vs (m/s)	MODULO DE REACCIÓN
Kg/m ³	φ	Ton/m ²	Ton/m ²		U		ton/m ³
1500.0	29	0	14.5	130	0.3	418.00	2140
PESO ESPECIFICO SUELO SECO	PHI	Cohesion	Qadm	Modulo de elasticidad Mpa	RELA. POISSON		MODULO DE REACCIÓN
Kn/m ³	φ	Kn/m ²	Kn/m ²		U		kN/m ³
14.70	29	0	142.1	12.7	0.3		20986.20

- **Tipo de terreno y velocidad de ondas en el terreno.**

- En el sitio se encuentra un suelo tipo II, con una velocidad de onda de propagación de 418 m/s.

Con un periodo del suelo en el sitio, Ts = 0.10.

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Estatigrafía del suelo

Número de estratos: 2

	h (m)	ρ (kg/m ³)	v_s (m/s)
1	1.50	1.464.00	180.00
2	8.50	1.800.00	360.00

Zona sísmica: C Importancia estructural: B1

Caracterización del terreno de cimentación

$v_s = 418.57$ m/s $H_s = 10$ m $T_s = 0.10$ s

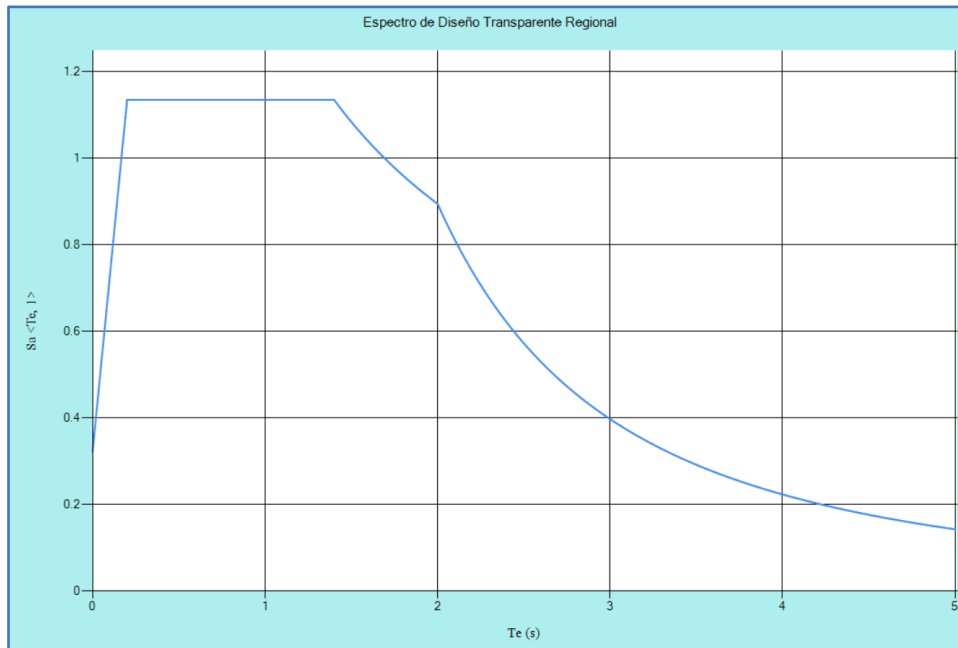
Estratigrafía Tipo de suelo: II

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1

$F_{Sit} = 2.29$ $F_{Res} = 3.52 \rightarrow 3.52$

$a_0 = 315.78$ cm/s² $c = 1112.70$ cm/s²

- **Espectro de diseño (PRODISIS v4.1)**



- **Análisis de material nativo (Terreno Natural) como capa subrasante.**

El suelo nativo con estrato de 0.0 – 3.0 metros de profundidad con respecto al nivel de terreno actual, en cual se pretende llevar el proyecto “**CENTRAL LOS CABOS**” se analizó como capa subrasante (anexo de tabla en la página 39). Dando con el resultado de que **NO CUMPLE** con las características como capa subrasante, pero cumple con las características de calidad como capa para terraplén (relleno).

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



TABLA 1.- Requisitos de calidad de materiales para capa subrasante

Característica	Valor
Tamaño máximo; mm	76
Límite líquido; %, máximo	40
Índice plástico; %, máximo	12
Valor Soporte de California (CBR) ^[1] ; %, mínimo	20
Expansión máxima; %	2
Grado de compactación ^[2] ; %	100 ± 2

TABLA 1.- Requisitos de calidad de materiales para terraplén

Característica	Valor
Límite líquido; %, máximo	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[1] ; %, mínimo	5
Expansión; %, máxima	5
Grado de compactación ^[2] ; %	90 ± 2

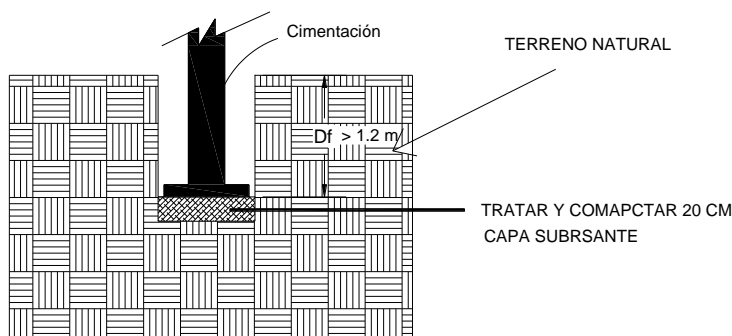
PCA#	1		
ESTRATO (m)	0.0 - 1.5		
LIMITE LIQUIDO %	24.6		40 MAX
LIMITE PLASTICO %	11.6		-
INDICE PLASTICO %	13		12 MAX
V.R.S %	13.01		20 MIN
EXPANSION %	2.6		2 Max

3.2 RECOMENDACIONES

- **Para la cimentación superficial.**

- De acuerdo a la capacidad de carga y las características del suelo, así como también la ubicación del sitio y el tipo de proyecto, se recomienda utilizar una *zapata aislada o zapata corrida*.

- El desplante no debe ser menor de 1.2 metro.



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NMX-C-430-ONNCCE (Industria de la construcción-Geotecnia-Cimentaciones-Sondeos de pozos a cielo abierto)
- NMX-C-431-ONNCCE (Industria de la construcción-Geotecnia-Cimentaciones-toma de muestras alteradas e inalteradas-método de prueba).
- Fundamentos de Ingeniería Geotecnia - Braja M. Das, 6 ed.
- SERVICIO DE SISMOLOGÍA NACIONAL (plataforma de base de datos, vía internet)
- Manual de diseño de sismos de CFE (1. ED, 2015)
- Manual de diseño de vientos de CFE (1. ED, 2015)
- Manual de laboratorio de ingeniería civil, Joseph E. Bowles.
- Normas SCT (secretaria de caminos y transportes)
- ASTM D1586 / D1586M – 18 (Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils)
- Plataforma del INEGI,
<https://www.inegi.org.mx/app/mapas/default.html?p=202&ag=03>
- Arreguín-Rodríguez, G. de J., Schwennicke, T., 2013, Estratigrafía de la margen occidental de la cuenca San José del Cabo, Baja California Sur: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 65(2), 481-496.
- Martínez-Gutiérrez, G., Sethi, P.S., 1997, Miocene-Pleistocene sediments within the San José del Cabo Basin, Baja California Sur, México, en Johnson M.E., Ledesma-Vázquez, J. (eds.), Pliocene carbonates and related facies flanking the gulf of California, Baja California, Mexico: Boulder, United States of America, Geological Society of America Special Paper, 141-166.
- Ortega-Gutiérrez, Fernando, 1992, Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana escala 1:2 000 000: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.


DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

5 ANÉXOS DE GRAFICAS Y REPORTES FOTOGRÁFICOS

5.1 ANÁLISIS DE MATERIAL COMO CAPA SUBRASANTE PCA#1 (0.0 – 1.5)

 <p>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS DE INGENIERIA</p>		<p>FOLIO: 1604</p> <p>ENSAJE No.: 1</p> <p>FECHA RECIBO: 24-Jul-21</p> <p>FECHA INFORME: 28-Jul-21</p>																																																																			
<p>INFORME DE CAPA SUBRASANTE</p> <p>N-CMT-1-0302 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA SUBRASANTE.</p> <p>CENTRAL LOS CABOS</p> <p>LOS CABOS</p> <p>ESTADO: PCA#1 - [0.0 - 1.5] m</p>																																																																					
<p>OBRA:</p>		<p>MATERIAL PARA CAPA DE SUBRASANTE</p> <p>CLASIFICACION PETROGRAFICA DEL MATERIAL: ARENA CON ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD</p> <p>TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO:</p> <p>CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO: TERRENO NATURAL</p> <p>UBICACION DEL BANCO DE MATERIAL PETREO: TERRENO NATURAL</p>																																																																			
<p>COMPOSICION GRANULOMETRICA</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MALLA</th> <th>% QUE PASA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2"</td><td>100</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>100</td></tr> <tr><td>1"</td><td>100</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>100</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>100</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>100</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>100</td></tr> <tr><td>NO. 4</td><td>99</td></tr> <tr><td>NO.10</td><td>89</td></tr> <tr><td>NO.20</td><td>74</td></tr> <tr><td>NO.40</td><td>55</td></tr> <tr><td>NO.60</td><td>42</td></tr> <tr><td>NO.100</td><td>33</td></tr> <tr><td>NO.200</td><td>21</td></tr> </tbody> </table>		MALLA	% QUE PASA	2"	100	1 1/2"	100	1"	100	3/4"	100	1/2"	100	3/8"	100	1/4"	100	NO. 4	99	NO.10	89	NO.20	74	NO.40	55	NO.60	42	NO.100	33	NO.200	21	<p>PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA 3/8</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>ABSORCION %</td><td>-</td></tr> <tr><td>DENSIDAD</td><td>-</td></tr> <tr><td>DESGASTE %</td><td>-</td></tr> </table> <p>CU= 12.50 Cc= 0.78</p> <p>PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NO. 40</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>LIMITE LIQUIDO %</td><td>24.6</td><td>40 MAX</td></tr> <tr><td>LIMITE PLASTICO %</td><td>11.01</td><td>-</td></tr> <tr><td>INDICE PLASTICO %</td><td>12.99</td><td>12 MAX</td></tr> <tr><td>HUM. DE CAMPO %</td><td>5.26</td><td>-</td></tr> <tr><td>CONTRACCION LINEAL %</td><td>5.95</td><td>-</td></tr> <tr><td>CLASIFICACION</td><td>SC</td><td>-</td></tr> <tr><td>GRAVAS %</td><td>1</td><td>-</td></tr> <tr><td>ARENAS %</td><td>78</td><td>-</td></tr> <tr><td>FINOS %</td><td>21</td><td>-</td></tr> <tr><td>TOTAL %</td><td>100</td><td>-</td></tr> </table> <p>ARENA CON ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD</p>		ABSORCION %	-	DENSIDAD	-	DESGASTE %	-	LIMITE LIQUIDO %	24.6	40 MAX	LIMITE PLASTICO %	11.01	-	INDICE PLASTICO %	12.99	12 MAX	HUM. DE CAMPO %	5.26	-	CONTRACCION LINEAL %	5.95	-	CLASIFICACION	SC	-	GRAVAS %	1	-	ARENAS %	78	-	FINOS %	21	-	TOTAL %	100	-
MALLA	% QUE PASA																																																																				
2"	100																																																																				
1 1/2"	100																																																																				
1"	100																																																																				
3/4"	100																																																																				
1/2"	100																																																																				
3/8"	100																																																																				
1/4"	100																																																																				
NO. 4	99																																																																				
NO.10	89																																																																				
NO.20	74																																																																				
NO.40	55																																																																				
NO.60	42																																																																				
NO.100	33																																																																				
NO.200	21																																																																				
ABSORCION %	-																																																																				
DENSIDAD	-																																																																				
DESGASTE %	-																																																																				
LIMITE LIQUIDO %	24.6	40 MAX																																																																			
LIMITE PLASTICO %	11.01	-																																																																			
INDICE PLASTICO %	12.99	12 MAX																																																																			
HUM. DE CAMPO %	5.26	-																																																																			
CONTRACCION LINEAL %	5.95	-																																																																			
CLASIFICACION	SC	-																																																																			
GRAVAS %	1	-																																																																			
ARENAS %	78	-																																																																			
FINOS %	21	-																																																																			
TOTAL %	100	-																																																																			
<p>DAOS DEL MUESTREO</p>		<p>GRADO DE COMPACTACION %</p>																																																																			
<p>CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETREO</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>P.E. SECO SUELTO kg/m3</td><td>1,334.50</td></tr> <tr><td>P.E. SECO VARIADO kg/m3</td><td>1,464.90</td></tr> <tr><td>P.E.S. MAXIMO kg/m3</td><td>-</td></tr> <tr><td>HUMEDAD OPTIMA %</td><td>-</td></tr> <tr><td>V.R.S. (ESTANDAR) %</td><td>13.01%</td></tr> <tr><td>EXPANSION %</td><td>2.69%</td></tr> <tr><td>TAMANO MAXIMO MM</td><td>4.8</td></tr> </table>		P.E. SECO SUELTO kg/m3	1,334.50	P.E. SECO VARIADO kg/m3	1,464.90	P.E.S. MAXIMO kg/m3	-	HUMEDAD OPTIMA %	-	V.R.S. (ESTANDAR) %	13.01%	EXPANSION %	2.69%	TAMANO MAXIMO MM	4.8	<p>OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:</p> <p>EL MATERIAL NO CUMPLE COMO CAPA DE SUBRASANTE SEGUN LA NORMATIVA N-CMT-1-0302 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA SUBRASANTE.</p>																																																					
P.E. SECO SUELTO kg/m3	1,334.50																																																																				
P.E. SECO VARIADO kg/m3	1,464.90																																																																				
P.E.S. MAXIMO kg/m3	-																																																																				
HUMEDAD OPTIMA %	-																																																																				
V.R.S. (ESTANDAR) %	13.01%																																																																				
EXPANSION %	2.69%																																																																				
TAMANO MAXIMO MM	4.8																																																																				

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TECNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCION I DE LA LFTAIP.

5.2 GRÁFICA DE RESULTADOS SPT#1

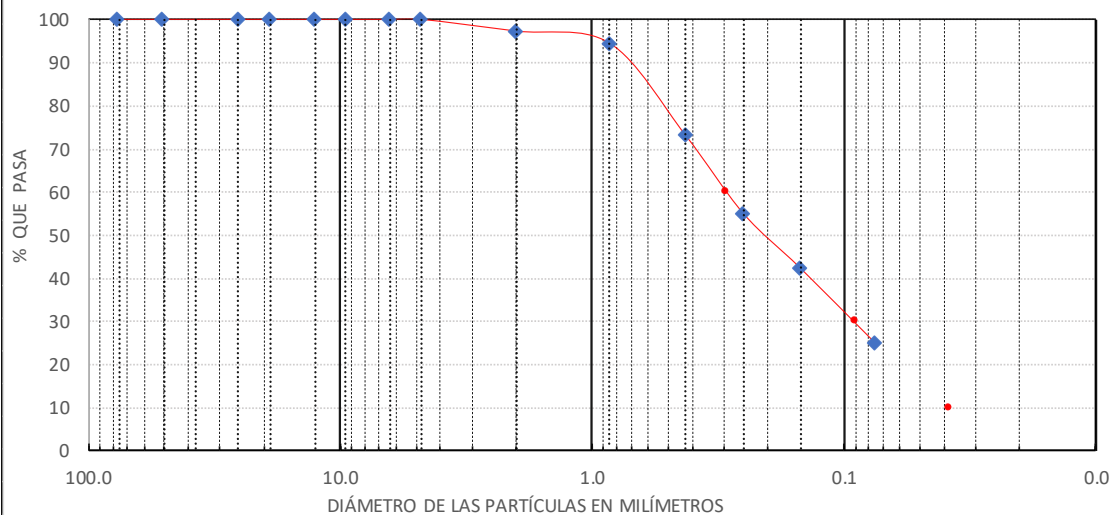
5.2.1 0 - 0.6

			FOLIO:	1657
SOLICITANTE:	-	SPT #	1	
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA# :	1	
CIUDAD:	-	PROF. :	0.0 M - 0.6 M	
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21	

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO

PESO INICIAL:		775	g			
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) = 0
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) = 75
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) = 25
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL = 100
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu = 7.63
1/4"	6.350	0.00	0	0	100	Cc = 0.74
No. 4	4.760	0.00	0	0	100	
ARENA	100	%			CLASIFICACION SUCS	
No. 10	2.000	21.00	3	3	97	SM
No. 20	0.850	21.60	3	5	95	
No. 40	0.425	164.80	21	27	73	ARENA CON LIMO
No. 60	0.250	140.80	18	45	55	
No. 100	0.149	97.40	13	57	43	PESOS VOLOMÉTRICOS
No. 200	0.075	134.80	17	75	25	PVSS -
FINOS	25	%			PVSV -	

CURVA GRANOLÓMETRICA



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



		FOLIO:	1657
SOLICITANTE:	-	SPT #	1
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA#:	1
CIUDAD:	-	PROF.:	0.0 M - 0.6 M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21

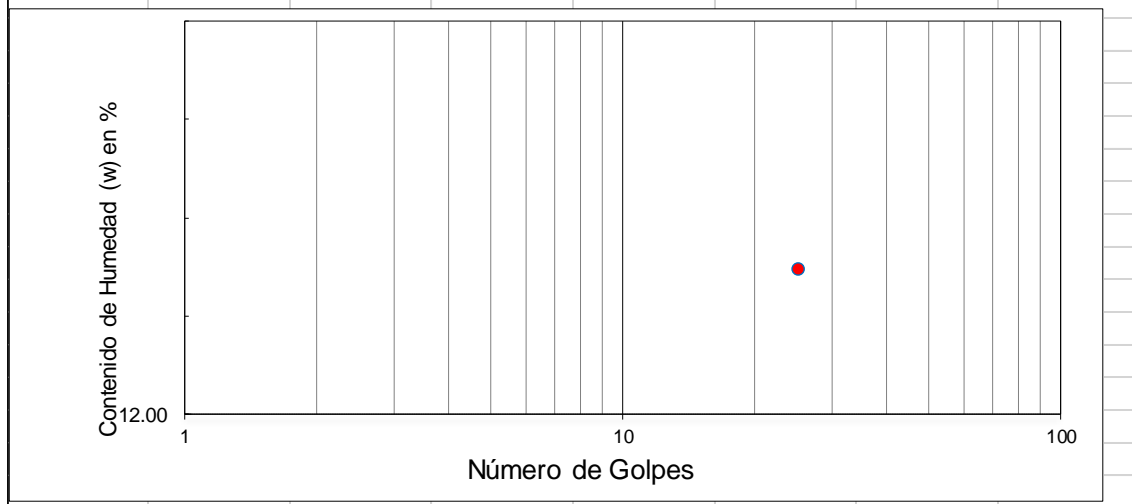
LIMITES DE CONSISTENCIA
CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION FINOS- SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	151.2	934.4	925.6	8.80	1.14	

LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	ML	
NUMERO DE GOLPES		25			LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	
PESO TARA (g)		9.01				
TARA + SUELO HUMEDO (g)		26.68			L. L. =	14.96
TARA + SUELO SECO (g)		24.38			L. P. =	12.90
PESO SUELO SECO (g)		15.37			I. P. =	2.06
PESO DE AGUA (g)		2.3			ECUACION DE LAMBE	
CONTENIDO DE AGUA (%)		14.96			L. L. =	14.96

LÍMITE PLASTICO		CONTRACCION LINEAL	
TARA N°	1	BARRA N°	4.00
PESO TARA (g):	9.23	LONG. INICIAL(cm):	9.92
TARA + SUELO HUMEDO (g):	11.33	LONG. FINAL(cm):	9.85
TARA + SUELO SECO (g):	11.09	CONTRACCION(cm) :	0.07
PESO DE AGUA (g):	0.24	CONTRACCION LINEAL(%):	0.71
CONTENIDO DE AGUA (%):	12.90		



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

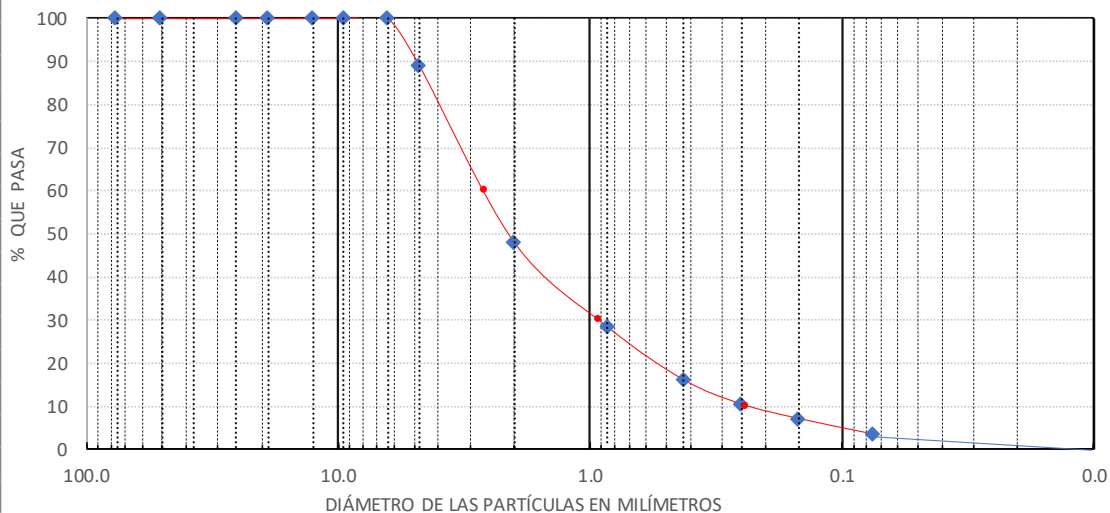
5.2.2 1.5 -2.1

		FOLIO:	1657
SOLICITANTE:	-	SPT #	1
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA # :	2
CIUDAD:	-	PROF. :	1.5M - 2.1M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO

PESO INICIAL:		197.4	g			
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) = 11
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) = 86
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) = 3
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL = 100
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu = 10.83
1/4 "	6.350	0.00	0	0	100	Cc = 1.36
No. 4	4.760	21.20	11	11	89	
ARENA	89	%				CLASIFICACION SUCS
No. 10	2.000	81.20	41	52	48	SW
No. 20	0.850	39.00	20	72	28	
No. 40	0.425	24.20	12	84	16	ARENA BIEN GRADUADA
No. 60	0.250	11.20	6	90	10	
No. 100	0.149	6.60	3	93	7	PESOS VOLOMÉTRICOS
No. 200	0.075	7.20	4	97	3	PVSS -
FINOS	3	%				PVSV -

CURVA GRANOLÓMETRICA



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

			FOLIO:	1657
SOLICITANTE	-		SPT #	1
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS		MUESTRA# :	2
CIUDAD:	-		PROF. :	1.5M - 2.1M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.		FECHA DE MUETREO:	24-jul-21

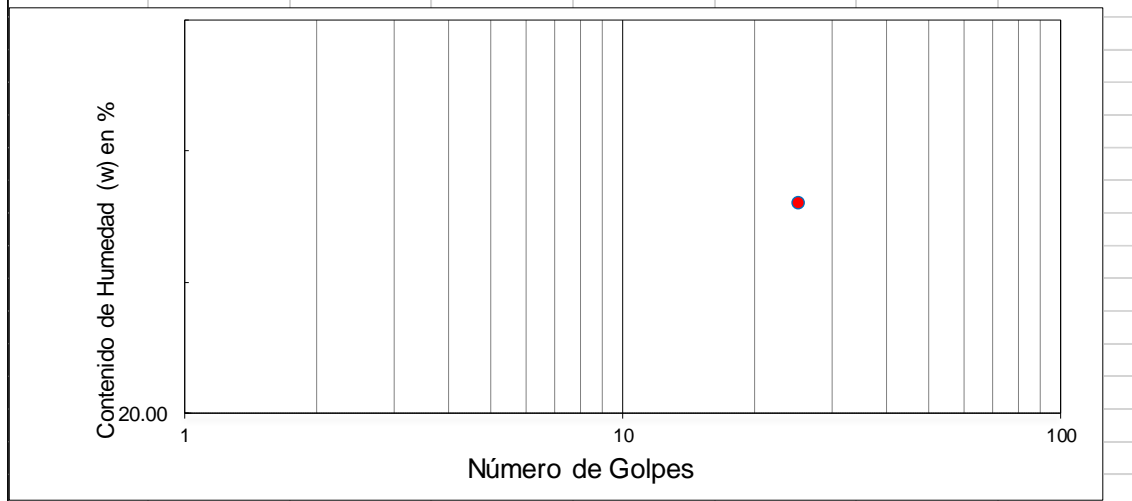
LIMITES DE CONSISTENCIA
CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION DE FINOS-SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	149.2	373	356.6	16.40	7.91	

LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	ML LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
NUMERO DE GOLPES	/	25	/	/	
PESO TARA (g)	/	12.91	/	/	
TARA + SUELO HUMEDO (g)	/	29.42	/	/	L. L. = 23.21
TARA + SUELO SECO (g)	/	26.31	/	/	L. P. = 20.96
PESO SUELO SECO (g)	/	13.4	/	/	I. P. = 2.25
PESO DE AGUA (g)	/	3.11	/	/	ECUACION DE LAMBE L. L. = 23.2
CONTENIDO DE AGUA (%)	/	23.21	/	/	

LÍMITE PLASTICO		CONTRACCION LINEAL		
TARA N°	1	2	BARRA N°	2.00
PESO TARA (g):	12.8	/	LONG. INICIAL(cm):	10.00
TARA + SUELO HUMEDO (g):	14.82	/	LONG. FINAL(cm):	9.90
TARA + SUELO SECO (g):	14.47	/	CONTRACCION(cm) :	0.10
PESO DE AGUA (g):	0.35	/	CONTRACCION LINEAL(%):	1.00
CONTENIDO DE AGUA (%):	20.96	/		



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

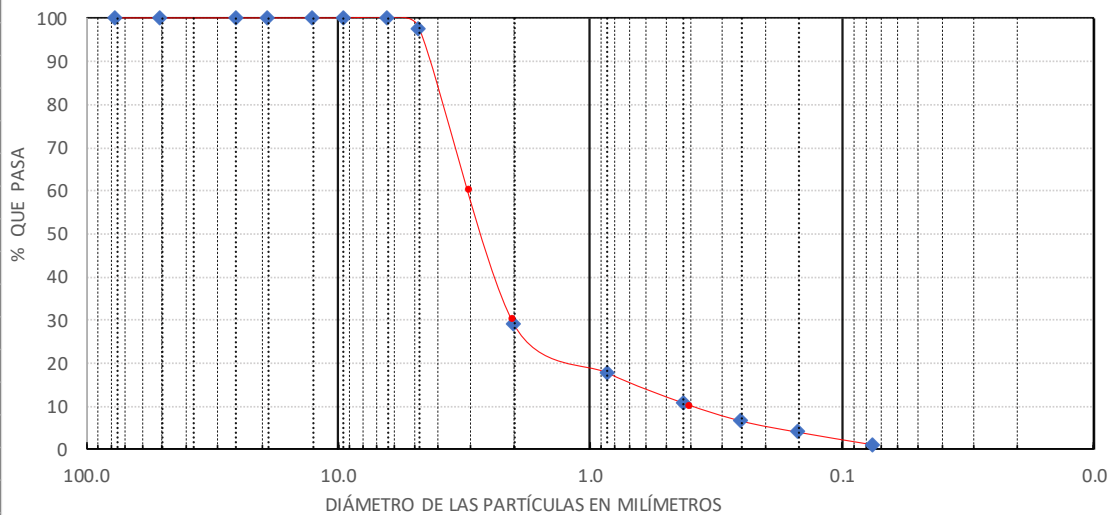
5.2.3 3.0 – 3.6

		FOLIO:	1657
SOLICITANTE	-	SPT #	1
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA # :	3
CIUDAD:	-	PROF. :	3.0M - 3.6M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUETREO:	24-jul-21

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO

PESO INICIAL:		425.4	g					
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES		
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) =	2	
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) =	97	
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) =	1	
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL =	100	
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES		
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu =	7.50	
1/4 "	6.350	0.00	0	0	100	Cc =	3.33	
No. 4	4.760	9.60	2	2	98			
ARENA	98	%					CLASIFICACION SUCS	
No. 10	2.000	292.00	69	71	29	SW ARENA BIEN GRADUADA		
No. 20	0.850	48.20	11	82	18			
No. 40	0.425	29.60	7	89	11			
No. 60	0.250	17.80	4	93	7			
No. 100	0.149	11.00	3	96	4			
No. 200	0.075	12.40	3	99	1	PESOS VOLOMÉTRICOS		
FINOS	1	%					PVSS	-
						PVSV	-	

CURVA GRANOLÓMETRICA



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

			FOLIO:	1657
SOLICITANTE	-		SPT #	1
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS		MUESTRA# :	3
CIUDAD:	-		PROF. :	3.0M - 3.6M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.		FECHA DE MUETREO:	24-jul-21

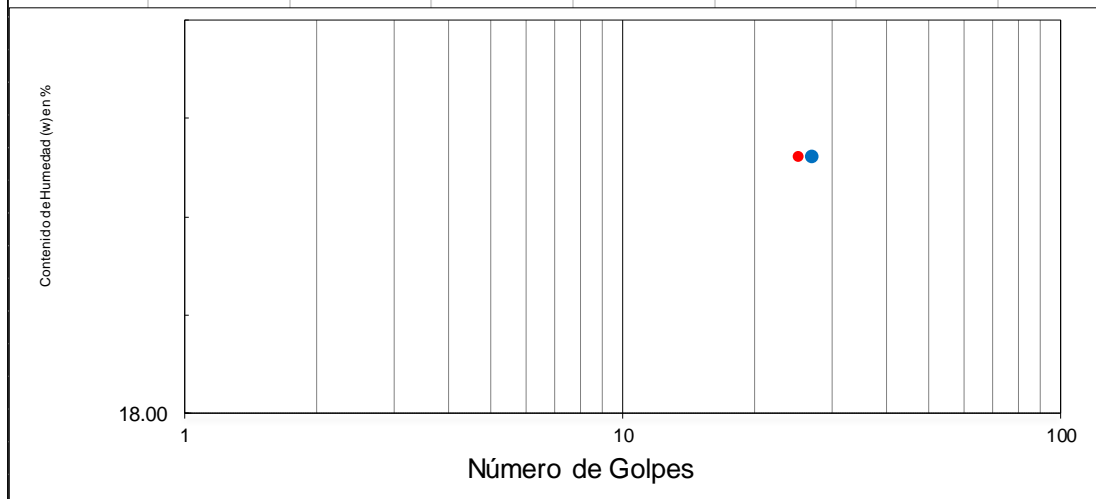
LIMITES DE CONSISTENCIA
CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION FINOS - SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	147.8	641.4	586.6	54.80	12.49	

LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	ML LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
NUMERO DE GOLPES	/	27	/	/	
PESO TARA (g)	/	12.91	/	/	
TARA + SUELO HUMEDO (g)	/	29.42	/	/	L. L. = 23.21
TARA + SUELO SECO (g)	/	26.31	/	/	L. P. = 20.96
PESO SUELO SECO (g)	/	13.4	/	/	I. P. = 2.25
PESO DE AGUA (g)	/	3.11	/	/	ECUACION DE LAMBE
CONTENIDO DE AGUA (%)	/	23.21	/	/	

LÍMITE PLASTICO			CONTRACCION LINEAL	
TARA N°	1	2	BARRA N°	3.00
PESO TARA (g):	12.8	/	LONG. INICIAL(cm):	10.00
TARA + SUELO HUMEDO (g):	14.82	/	LONG. FINAL(cm):	9.90
TARA + SUELO SECO (g):	14.47	/	CONTRACCION(cm) :	0.10
PESO DE AGUA (g):	0.35	/	CONTRACCION LINEAL(%):	1.00
CONTENIDO DE AGUA (%):	20.96	/		



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

5.3 GRÁFICA DE RESULTADOS SPT#2

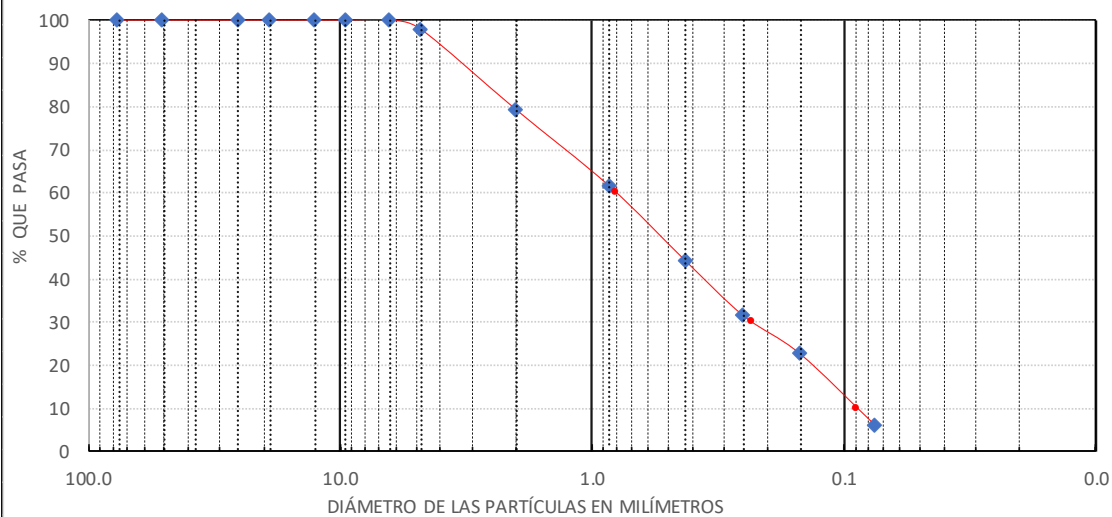
5.3.1 0.0 – 0.6

			FOLIO:	1658
SOLICITANTE	-	SPT #	2	
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA# :	1	
CIUDAD:	-	PROF. :	0.0 M - 0.6 M	
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUETREO:	24-jul-21	

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO

PESO INICIAL:		484.8	g				
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES	
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) =	2
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) =	92
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) =	6
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL =	100
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES	
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu =	9.09
1/4 "	6.350	0.00	0	0	100	Cc =	0.75
No. 4	4.760	10.40	2	2	98		
ARENA	98	%				CLASIFICACION SUCS	
No. 10	2.000	90.00	19	21	79	SP-SM ARENA CON LIMO MAL GRADUDA	
No. 20	0.850	86.20	18	38	62		
No. 40	0.425	83.60	17	56	44		
No. 60	0.250	61.80	13	68	32		
No. 100	0.149	42.80	9	77	23	PESOS VOLOMÉTRICOS	
No. 200	0.075	80.20	17	94	6	PVSS	-
FINOS	6	%				PVSV	-

CURVA GRANOLOMÉTRICA



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

		FOLIO: 1658	
SOLICITANTE:	-	SPT #:	2
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA#:	1
CIUDAD:	-	PROF.:	0.0 M - 0.6 M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21

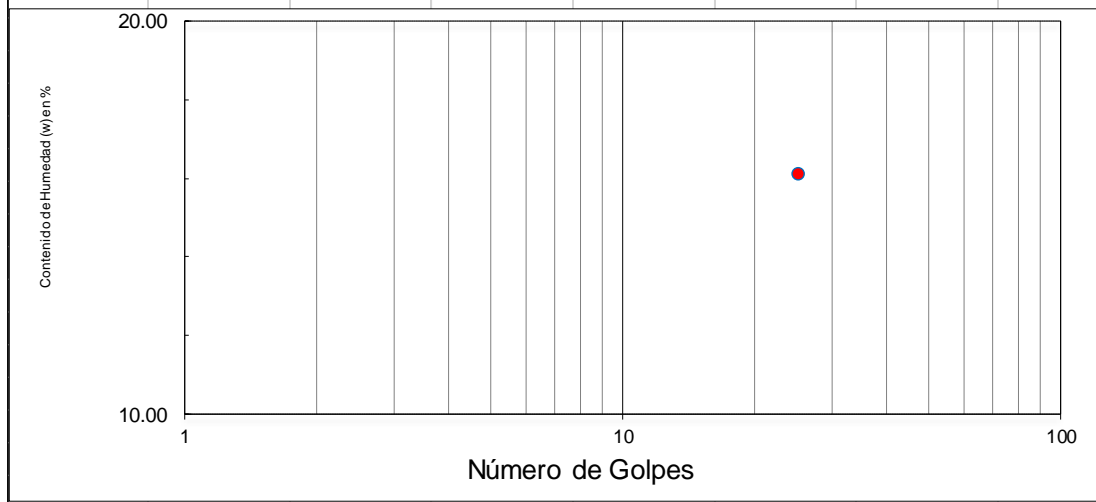
LIMITES DE CONSISTENCIA
CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION FINOS- SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	148	640.4	633	7.40	1.53	

LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	L. L. =	L. P. =	I. P. =
NUMERO DE GOLPES		25					
PESO TARA (g)		8.84					
TARA + SUELO HUMEDO (g)		22.31					
TARA + SUELO SECO (g)		20.44					
PESO SUELO SECO (g)		11.6					
PESO DE AGUA (g)		1.87					
CONTENIDO DE AGUA (%)		16.12			L. L. =	16.1	

LÍMITE PLASTICO		CONTRACCION LINEAL	
TARA N°	1	BARRA N°	1.00
PESO TARA (g):	12.91	LONG. INICIAL(cm):	10.00
TARA + SUELO HUMEDO (g):	14.45	LONG. FINAL(cm):	9.91
TARA + SUELO SECO (g):	14.28	CONTRACCION(cm) :	0.09
PESO DE AGUA (g):	0.17	CONTRACCION LINEAL(%):	0.90
CONTENIDO DE AGUA (%):	12.41		



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

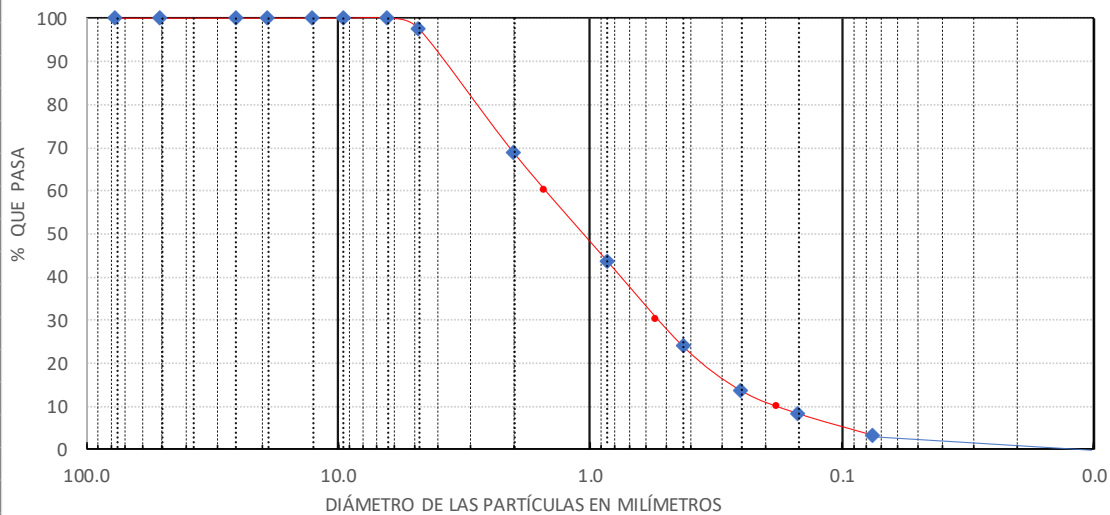
5.3.2 1.5 -2.1

			FOLIO:	1658
SOLICITANTE	-	SPT #	2	
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA # :	2	
CIUDAD:	-	PROF. :	1.5M - 2.1M	
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUETREO:	24-jul-21	

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO

PESO INICIAL:		649	g					
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES		
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) =	2	
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) =	94	
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) =	3	
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL =	100	
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES		
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu =	8.33	
1/4 "	6.350	0.00	0	0	100	Cc =	1.08	
No. 4	4.760	16.00	2	2	98			
ARENA	98	%			CLASIFICACION SUCS			
No. 10	2.000	186.40	29	31	69	SW ARENA BIEN GRADUADA		
No. 20	0.850	163.20	25	56	44			
No. 40	0.425	128.20	20	76	24			
No. 60	0.250	66.60	10	86	14			
No. 100	0.149	34.20	5	92	8	PESOS VOLOMÉTRICOS		
No. 200	0.075	32.80	5	97	3	PVSS	-	
FINOS	3	%			PVSV			-

CURVA GRANOLÓMETRICA



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

			FOLIO:	1658
SOLICITANTE	-		SPT #	2
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS		MUESTRA# :	2
CIUDAD:	-		PROF. :	1.5M - 2.1M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.		FECHA DE MUETREO:	24-jul-21

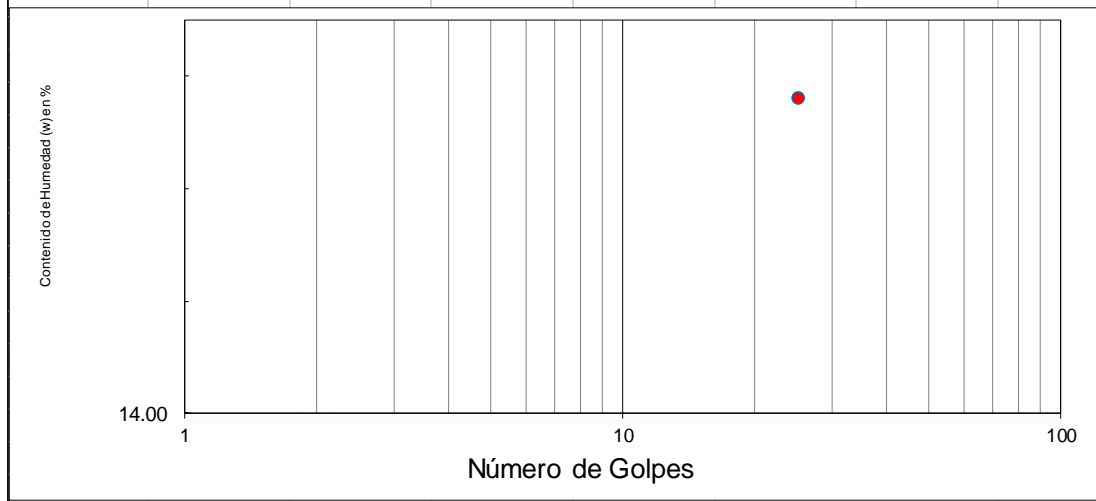
LIMITES DE CONSISTENCIA
CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION DE FINOS-SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	145.6	836	793.8	42.20	6.51	

LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	ML LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
NUMERO DE GOLPES	/	25	/	/	
PESO TARA (g)	/	12.43	/	/	
TARA + SUELO HUMEDO (g)	/	25.43	/	/	L. L. = 19.60
TARA + SUELO SECO (g)	/	23.3	/	/	L. P. = 14.74
PESO SUELO SECO (g)	/	10.87	/	/	I. P. = 4.85
PESO DE AGUA (g)	/	2.13	/	/	ECUACION DE LAMBE L. L. = 19.6
CONTENIDO DE AGUA (%)	/	19.60	/	/	

LÍMITE PLASTICO			CONTRACCION LINEAL	
TARA N°	1	2	BARRA N°	2.00
PESO TARA (g):	20.58	/	LONG. INICIAL(cm):	10.00
TARA + SUELO HUMEDO (g):	23.46	/	LONG. FINAL(cm):	9.69
TARA + SUELO SECO (g):	23.09	/	CONTRACCION(cm) :	0.31
PESO DE AGUA (g):	0.37	/	CONTRACCION LINEAL(%):	3.10
CONTENIDO DE AGUA (%):	14.74	/		



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

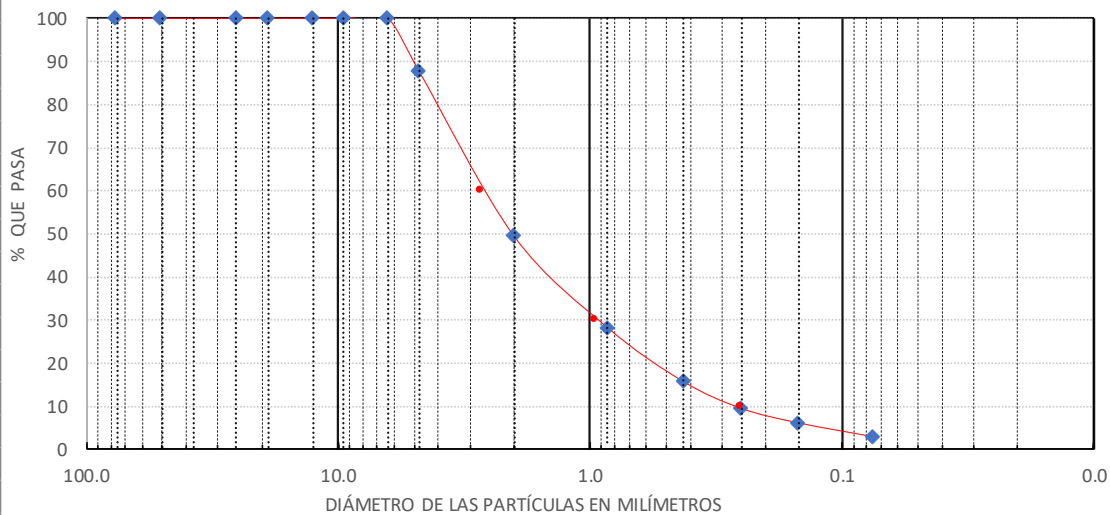
5.3.3 4.5 – 5.1

		FOLIO:	1658
SOLICITANTE	-	SPT #	2
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA # :	4
CIUDAD:	-	PROF. :	4.6M - 5.1M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO

PESO INICIAL:		359.2	g					
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES		
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) =	12	
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) =	85	
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) =	3	
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL =	100	
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES		
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu =	10.80	
1/4 "	6.350	0.00	0	0	100	Cc =	1.34	
No. 4	4.760	43.80	12	12	88			
ARENA	88	%					CLASIFICACION SUCS	
No. 10	2.000	137.40	38	50	50	SW ARENA BIEN GRADUADA		
No. 20	0.850	76.40	21	72	28			
No. 40	0.425	45.00	13	84	16			
No. 60	0.250	22.40	6	90	10			
No. 100	0.149	12.00	3	94	6			
No. 200	0.075	11.60	3	97	3	PESOS VOLOMÉTRICOS		
FINOS	3	%					PVSS	-
						PVSV	-	

CURVA GRANOLÓMETRICA



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

			FOLIO:	1658
SOLICITANTE	-		SPT #	2
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS		MUESTRA# :	4
CIUDAD:	-		PROF. :	4.6M - 5.1M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.		FECHA DE MUETREO:	24-jul-21

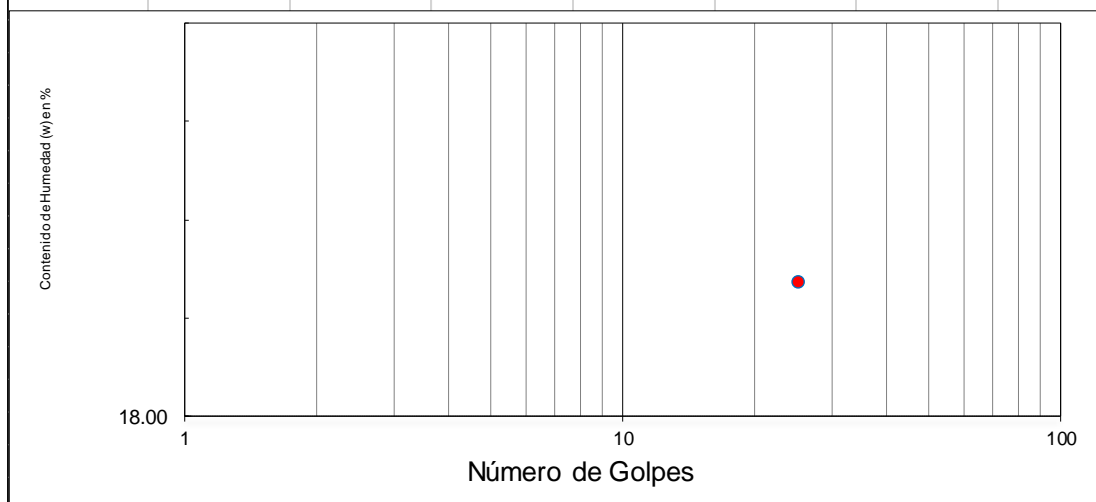
LIMITES DE CONSISTENCIA
CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	149	535.4	507.8	27.60	7.69	

LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	ML LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
NUMERO DE GOLPES	/	25	/	/	
PESO TARA (g)	/	12.33	/	/	
TARA + SUELO HUMEDO (g)	/	25.78	/	/	L. L. = 20.74
TARA + SUELO SECO (g)	/	23.47	/	/	L. P. = 15.61
PESO SUELO SECO (g)	/	11.14	/	/	I. P. = 5.13
PESO DE AGUA (g)	/	2.31	/	/	EQUACION DE LAMBE L. L. = 20.7
CONTENIDO DE AGUA (%)	/	20.74	/	/	

LÍMITE PLASTICO			CONTRACCION LINEAL	
TARA N°	1	2	BARRA N°	4.00
PESO TARA (g):	20.47	/	LONG. INICIAL(cm):	10.00
TARA + SUELO HUMEDO (g):	22.47	/	LONG. FINAL(cm):	9.86
TARA + SUELO SECO (g):	22.2	/	CONTRACCION(cm) :	0.14
PESO DE AGUA (g):	0.27	/	CONTRACCION LINEAL(%):	1.40
CONTENIDO DE AGUA (%):	15.61	/		



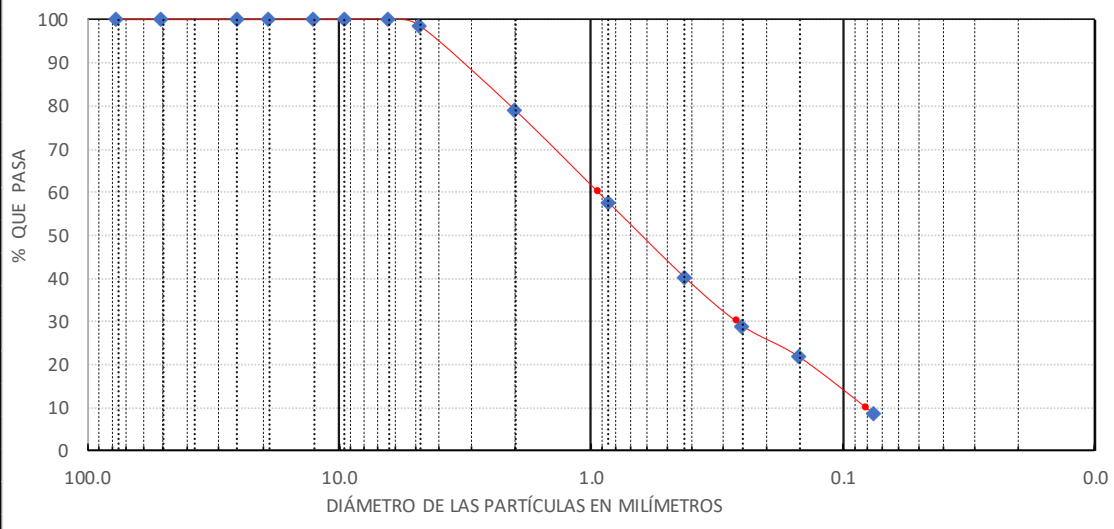
DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

5.4 GRÁFICA DE RESULTADOS SPT#3

5.4.1 0.0 – 0.6

						FOLIO:	1659	
SOLICITANTE		-		SPT #		3		
OBRA:		CENTRAL LOS CABOS		MUESTRA# :		1		
CIUDAD:		-		PROF. :		0.0 M - 0.6 M		
MUNICIPIO:		LOS CABOS, BCS.		FECHA DE MUESTREO:		24-jul-21		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO								
PESO INICIAL:		510.3 g						
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES		
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) =	1	
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) =	90	
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) =	8	
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL =	100	
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES		
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu =	11.63	
1/4 "	6.350	0.00	0	0	100	Cc =	0.91	
No. 4	4.760	7.40	1	1	99			
ARENA	99	%					CLASIFICACION SUCS	
No. 10	2.000	99.60	20	21	79	SP-SM ARENA CON LIMOM MAL GRADUADA		
No. 20	0.850	109.60	21	42	58			
No. 40	0.425	88.40	17	60	40			
No. 60	0.250	57.80	11	71	29	PESOS VOLOMÉTRICOS		
No. 100	0.149	36.80	7	78	22	PVSS	-	
No. 200	0.075	67.40	13	92	8	PVSV	-	
FINOS	8	%						
CURVA GRANULOMÉTRICA								
								

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

			FOLIO:	1659
SOLICITANTE	-		SPT #	3
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS		MUESTRA# :	1
CIUDAD:	-		PROF. :	0.0 M - 0.6 M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.		FECHA DE MUETREO:	24-jul-21

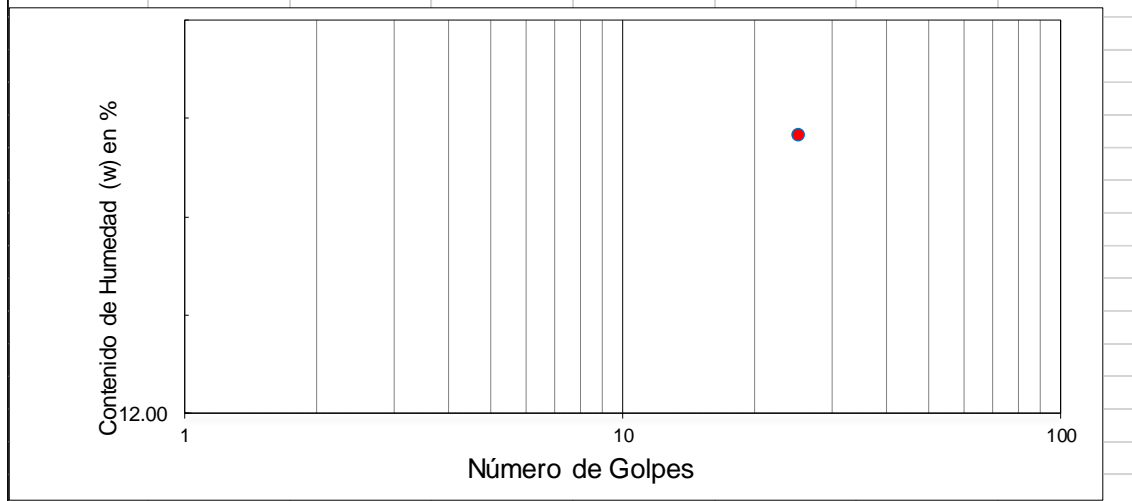
LIMITES DE CONSISTENCIA
CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION FINOS- SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	151.2	934.4	925.6	8.80	1.14	

LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	ML LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
NUMERO DE GOLPES		25			
PESO TARA (g)		20.37			
TARA + SUELO HUMEDO (g)		38.55			L. L. = 17.67
TARA + SUELO SECO (g)		35.82			L. P. = 11.92
PESO SUELO SECO (g)		15.45			I. P. = 5.75
PESO DE AGUA (g)		2.73			ECUACION DE LAMBE
CONTENIDO DE AGUA (%)		17.67			

LÍMITE PLASTICO		CONTRACCION LINEAL	
TARA N°	1	BARRA N°	4.00
PESO TARA (g):	20.65	LONG. INICIAL(cm):	9.99
TARA + SUELO HUMEDO (g):	22.81	LONG. FINAL(cm):	9.78
TARA + SUELO SECO (g):	22.58	CONTRACCION(cm) :	0.21
PESO DE AGUA (g):	0.23	CONTRACCION LINEAL(%):	2.10
CONTENIDO DE AGUA (%):	11.92		



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

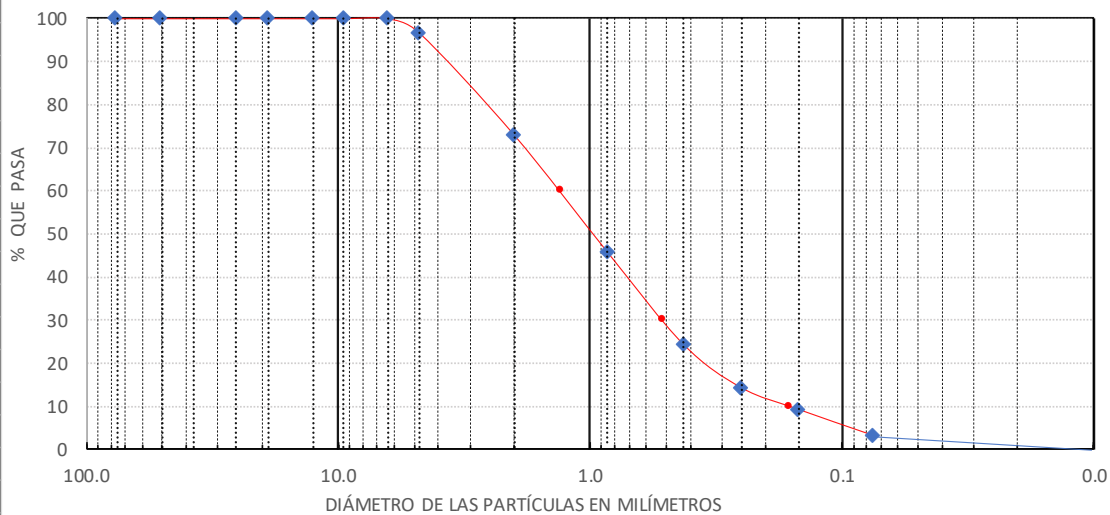
5.4.2 1.5 -2.1

		FOLIO:	1659
SOLICITANTE	-	SPT #	3
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA # :	2
CIUDAD:	-	PROF. :	1.5M - 2.1M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO

PESO INICIAL:		372.2	g					
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES		
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) =	3	
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) =	94	
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) =	3	
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL =	100	
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES		
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu =	8.13	
1/4 "	6.350	0.00	0	0	100	Cc =	1.25	
No. 4	4.760	12.00	3	3	97	CLASIFICACION SUCS		
ARENA	97	%				SW		
No. 10	2.000	88.20	24	27	73	ARENA BIEN GRADUADA		
No. 20	0.850	101.60	27	54	46			
No. 40	0.425	79.60	21	76	24			
No. 60	0.250	37.60	10	86	14			
No. 100	0.149	18.60	5	91	9	PESOS VOLOMÉTRICOS		
No. 200	0.075	22.60	6	97	3	PVSS	-	
FINOS	3	%				PVSV	-	

CURVA GRANOLÓMETRICA



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

			FOLIO:	1659
SOLICITANTE:	-		SPT #	3
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS		MUESTRA#:	2
CIUDAD:	-		PROF.:	1.5M - 2.1M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.		FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21

LIMITES DE CONSISTENCIA

CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION DE FINOS-SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	149.2	373	356.6	16.40	7.91	

CL

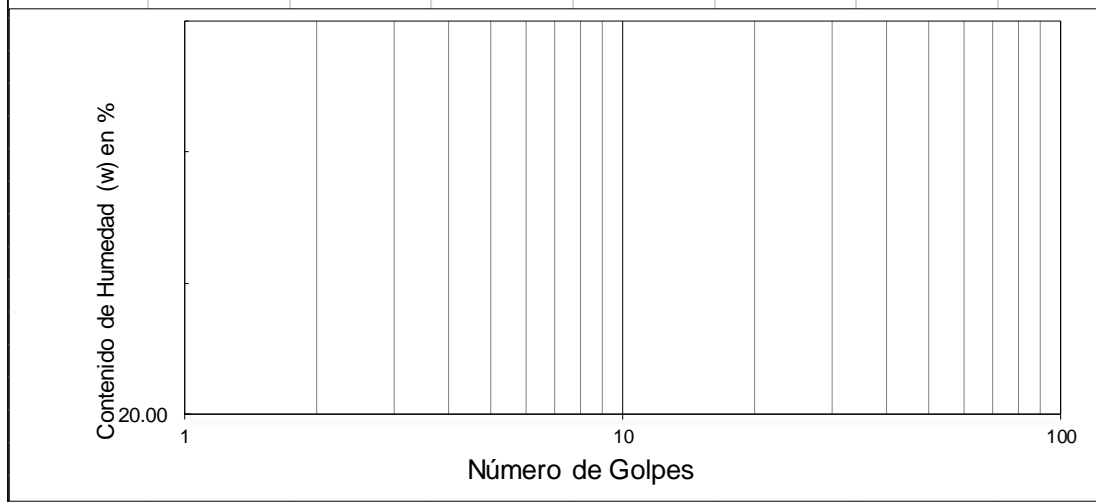
LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
NUMERO DE GOLPES	/	25	/	/	
PESO TARA (g)	/	8.97	/	/	
TARA + SUELO HUMEDO (g)	/	25.87	/	/	L. L. = 18.85
TARA + SUELO SECO (g)	/	23.19	/	/	L. P. = 12.03
PESO SUELO SECO (g)	/	14.22	/	/	I. P. = 6.82
PESO DE AGUA (g)	/	2.68	/	/	ECUACION DE LAMBE
CONTENIDO DE AGUA (%)	/	18.85	/	/	

LÍMITE PLASTICO

CONTRACCION LINEAL

TARA N°	1	2	BARRA N°	2.00
PESO TARA (g):	20.34	/	LONG. INICIAL(cm):	10.00
TARA + SUELO HUMEDO (g):	22.11	/	LONG. FINAL(cm):	9.89
TARA + SUELO SECO (g):	21.92	/	CONTRACCION(cm) :	0.11
PESO DE AGUA (g):	0.19	/	CONTRACCION LINEAL(%):	1.10
CONTENIDO DE AGUA (%):	12.03	/		



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

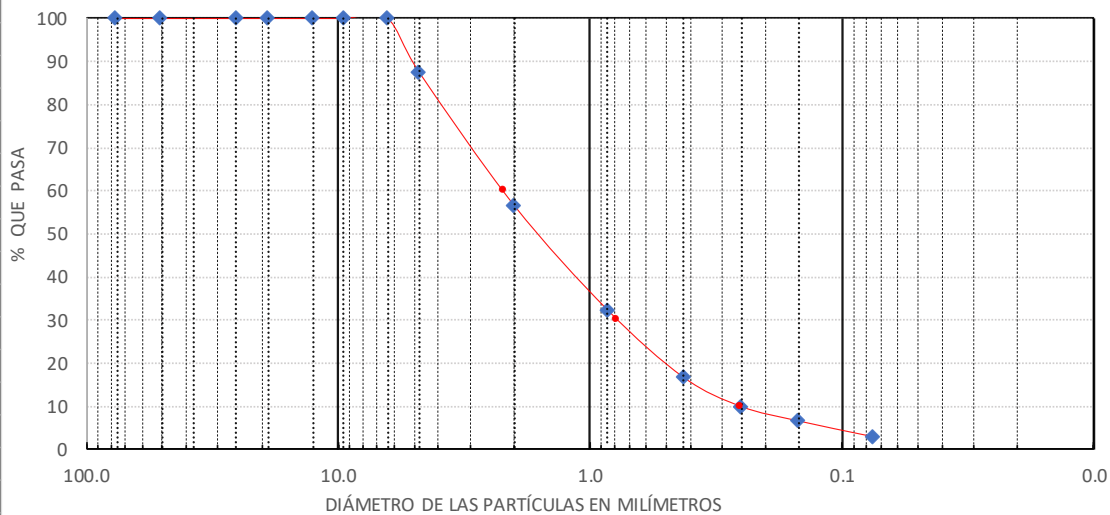
5.4.3 3.0 – 3.6

		FOLIO:	1659
SOLICITANTE	-	SPT #	3
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA # :	3
CIUDAD:	-	PROF. :	3.0M - 3.6M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO

PESO INICIAL:		222.8	g					
Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	PORCENTAJES		
3.0"	76.200	0.00	0	0	100	GRAVA (%) =	12	
2.0"	50.800	0.00	0	0	100	ARENA (%) =	85	
1.0"	25.400	0.00	0	0	100	FINOS (%) =	3	
3/4"	19.050	0.00	0	0	100	TOTAL =	100	
1/2"	12.700	0.00	0	0	100	COEFICIENTES		
3/8"	9.525	0.00	0	0	100	Cu =	8.80	
1/4 "	6.350	0.00	0	0	100	Cc =	1.11	
No. 4	4.760	27.60	12	12	88			
ARENA	88	%					CLASIFICACION SUCS	
No. 10	2.000	68.80	31	43	57	SW ARENA BIEN GRADUADA		
No. 20	0.850	54.20	24	68	32			
No. 40	0.425	34.80	16	83	17			
No. 60	0.250	15.20	7	90	10			
No. 100	0.149	7.40	3	93	7			
No. 200	0.075	8.20	4	97	3	PESOS VOLOMÉTRICOS		
FINOS	3	%					PVSS	-
						PVSV	-	

CURVA GRANOLÓMETRICA



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

		FOLIO: 1659	
SOLICITANTE:	-	SPT #:	3
OBRA:	CENTRAL LOS CABOS	MUESTRA#:	3
CIUDAD:	-	PROF.:	3.0M - 3.6M
MUNICIPIO:	LOS CABOS, BCS.	FECHA DE MUESTREO:	24-jul-21

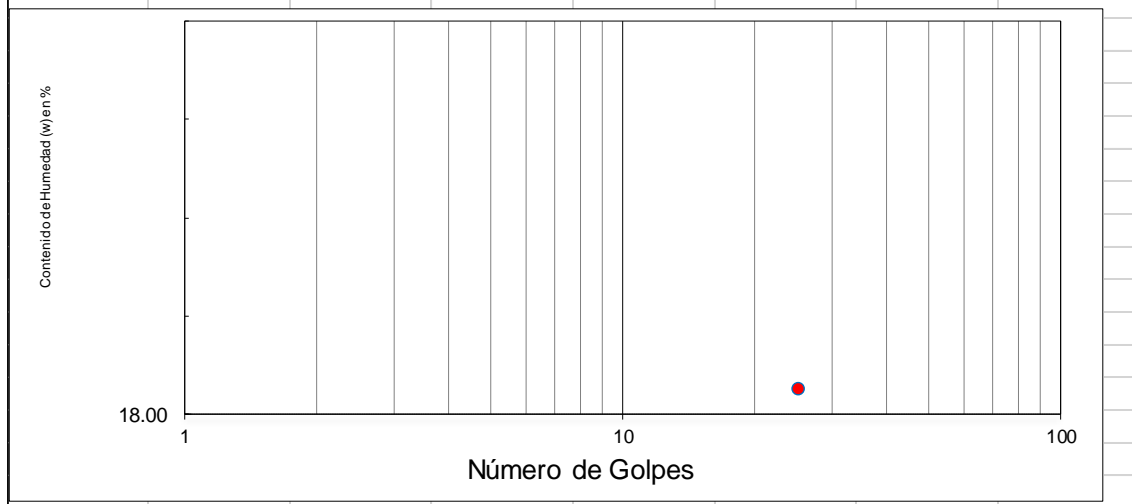
LIMITES DE CONSISTENCIA
CONTENIDO NATURAL DE AGUA

TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA	CLASIFICACION FINOS - SUCS
N°	g	g	g	g	%	
T1	147.8	641.4	586.6	54.80	12.49	

LÍMITE LIQUIDO

TARA N°	1	2	3	4	L. L. =	L. P. =	I. P. =	EQUACION DE LAMBE
NUMERO DE GOLPES		25						
PESO TARA (g)		20.2						
TARA + SUELO HUMEDO (g)		34.16			18.51			
TARA + SUELO SECO (g)		31.98			15.43			
PESO SUELO SECO (g)		11.78			3.08			
PESO DE AGUA (g)		2.18						
CONTENIDO DE AGUA (%)		18.51			18.5			

LÍMITE PLASTICO			CONTRACCION LINEAL	
TARA N°	1	2	BARRA N°	3.00
PESO TARA (g):	13.05		LONG. INICIAL(cm):	10.00
TARA + SUELO HUMEDO (g):	15.22		LONG. FINAL(cm):	9.88
TARA + SUELO SECO (g):	14.93		CONTRACCION(cm) :	0.12
PESO DE AGUA (g):	0.29		CONTRACCION LINEAL(%):	1.20
CONTENIDO DE AGUA (%):	15.43			



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



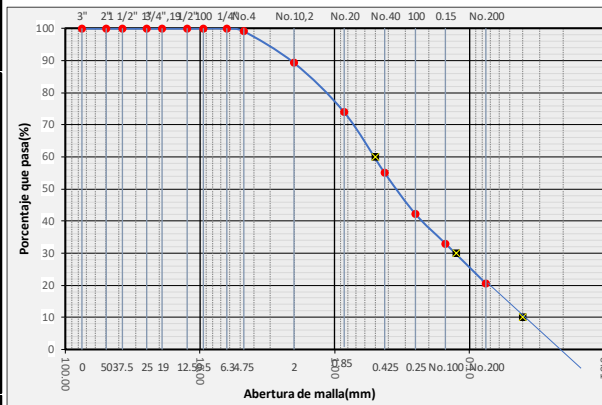
ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

5.5 CLASIFICACION DEL SUELO POR SUCS Y AASHTO (PCA#1)

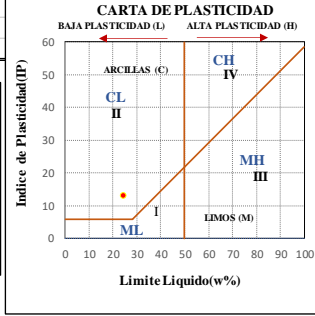
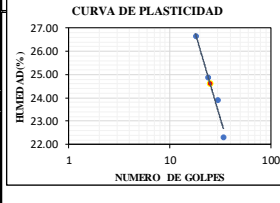
5.5.1 CLASIFICACION POR S.U.C.S.

FOLIO : AM-SK-1644 **PCA#:** 1 **ESTRATO EN ANÁLISIS:** 0.0 - 1.5 m

SOLICITANTE O CLIENTE: COMPAÑÍA OCCIDENTAL MEXICANA S.A DE C.V.		COORDENADAS: X (m)		Y (m)	
OBRA : CENTRAL LOS CABOS					
UBICACIÓN: CABOS SAN LUCAS					
CIUDAD: -					
MUNICIPIO: LOS CABOS, B.C.S.					

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						CURVA GRONULOMÉTRICO	
Peso Inicial		9420		g			
Mallas	Tamiz (apertura)	Retenido parcial	Retenido parcial	Retenido acumulado	QUE PASA	QUE PASA	
#	(mm)	g	%	%	(%)	(%)	
3"	75.000	0.00	0	0	100	100	
2"	50.000	0.00	0	0	100	100	
1 1/2"	37.500	0.00	0	0	100	100	
1"	25.000	0.00	0	0	100	100	
3/4"	19.000	0.00	0	0	100	100	
1/2"	12.500	0.00	0	0	100	100	
3/8"	9.500	0.00	0	0	100	100	
1/4"	6.300	0.00	0	0	100	100	
#4	4.750	77.00	1	1	99	99	
#10	2.000	51.20	10	11	89	89	
#20	0.850	79.20	15	26	74	74	
#40	0.425	97.60	19	45	55	55	
#60	0.250	66.40	13	58	42	42	
#100	0.150	47.20	9	67	33	33	
#200	0.075	64.40	12	79	21	21	
% Grava=		1		% Arena=		79	
% Fines=						21	

PESOS VOLUMÉTRICOS				COEFICIENTES DE CURVATURA			S.U.C.S	
P.V.S.S =	1334.5	kg/m ³		D60(mm)	D30 (mm)	D10 (mm)	DESCRIPCIÓN SUELO GRUESO CON FINOS ARENA CON ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	
P.V.S.V=	1464.8	kg/m ³		Cc=	Cu=			
				0.781	12.500			
HUMEDAD NATURAL						SIMBOLOGÍA		
TARA	PESO TARA	TARA+ SUELO HUMEDO	TARA+ SUELO SECO	PESO DEL AGUA	CONTENIDO DE AGUA			SC
N°	g	g	g	g	%			
T1	101.56	513	500.00	13.000	3.263			

LÍMITES DE CONSISTENCIA									
LÍMITE LIQUIDO					Límite líquido, LL:	24.60	%		
LÍMITE PLASTICO					Límite plástico, LP:	11.61	%		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD					Índice de plasticidad, IP:	12.99	%		
ECUACION DE LAMBE						24.44			
TARA N°	1	2	3	4	CURVA DE PLASTICIDAD				
NUMERO DE GOLPES	34	30	24	18					
PESO TARA (g)	26.60	26.68	26.68	26.61					
TARA + SUELO HUMEDO (g)	48.89	47.31	42.73	47.41					
TARA + SUELO SECO (g)	44.82	43.33	39.53	43.03					
PESO SUELO SECO (g)	18.22	16.65	12.85	16.42					
PESO DE AGUA (g)	4.07	3.98	3.20	4.38					
CONTENIDO DE AGUA (%)	22.34	23.90	24.90	26.67					
TARA N°	1	BARRA N°			4				
PESO TARA (g):	26.7	LONG. INICIAL(cm):			9.92				
TARA + SUELO HUMEDO (g):	28.43	LONG. FINAL(cm):			9.34				
TARA + SUELO SECO (g):	28.25	CONTRACCION(cm) :			0.58				
PESO DE AGUA (g):	0.18	CONTRACCION LINEAL(%):			5.85				
CONTENIDO DE AGUA (%):	11.61								

RELACIONES GRAVIMÉTRICAS				CLASIFICACIÓN DE FINOS		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD(CL)	
DENSIDAD DE SÓLIDOS(Ss)	2.60	GRADO DE SATURACION (S) %	10.946	DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.4648	
VOLUMEN DE AGUA (Vw)	13.000	PESO DE SÓLIDOS (Ws)	398.44	Índice de consistencia		Ic (C.R.)= 0.02	
VOLUMEN DE SÓLIDOS (Vs)	153.246	PESO DEL AGUA (Ww)	13.0000	Índice de liquidez		IL= 0.01	
VOLUMEN DE VACIOS (Vv)	118.764	PESO TOTAL (Wt)	411.44	Índice de compresión (Peck, Terzaghi)		Cc= 0.1314 BAJA	
VOLUMEN DE AIRE (Va)	105.764	POROSIDAD (n)	0.437	VALOR DE SOPORTE DE SOPORTE RELATIVO (VRS)		VRS = 13.01 %	
VOLUMEN TOTAL (Vt)	272.010	RELACION DE VACIOS (e)	0.775	EXPANSIÓN=		2.6 %	

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



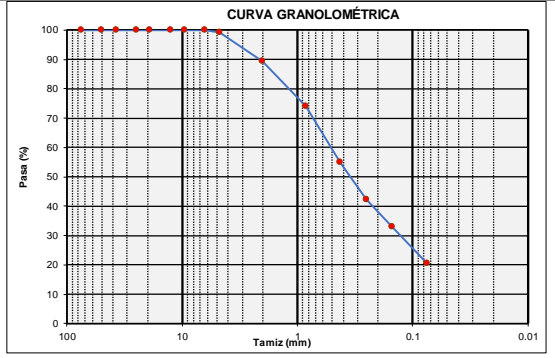
5.5.2 CLASIFICACION POR AASHTO

FOLIO : **AM-SK-1644** PCA#: **1** ESTRATO EN ANÁLISIS: **0.0 - 1.5 m**

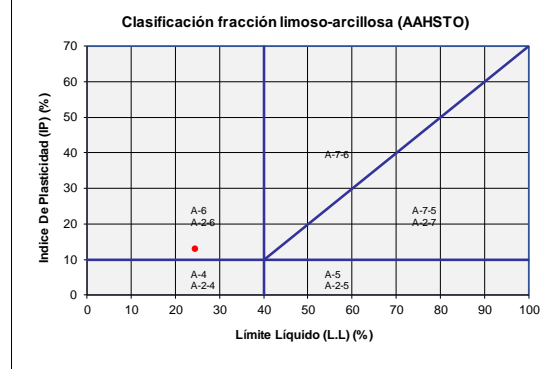
SOLICITANTE O CLIENTE: COMPAÑIA OCCIDENTAL MEXICANA S.A DE C.V.
OBRA : CENTRAL LOS CABOS
UBICACIÓN: CABOS SAN LUCAS
CIUDAD: - SO
MUNICIPIO: LOS CABOS, B.C.S.

COORDENADAS
DEL PROYECTO,
ART. 113
FRACCIÓN I DE
LA LGTAIP Y 110
FRACCIÓN I DE
LA LFTAIP.

ANÁLISIS GRANOLOMÉTRICO						
Mallas #	Tamiz (mm)	Retenido Parcial (g)	Retenido parcial (g)	Retenido acumulado (%)	Quq Pasa (%)	Que Pasa (%)
3"	75	0.00	0	0	100	100
2"	50	0.00	0	0	100	100
1 1/2"	37.5	0.00	0	0	100	100
1"	25	0.00	0	0	100	100
3/4"	19	0.00	0	0	100	100
1/2"	12.5	0.00	0	0	100	100
3/8"	9.5	0.00	0	0	100	100
1/4"	6.3	0.00	0	0	100	100
#4	4.75	77.00	1	1	99	99
#10	2	51.20	10	11	89	89
#20	0.85	79.20	15	26	74	74
#40	0.425	97.60	19	45	55	55
#60	0.25	66.40	13	58	42	42
#100	0.15	47.20	9	67	33	33
#200	0.075	64.40	12	79	21	21



Límite líquido LL	24.60	%
Límite plástico LP	11.61	%
Índice plasticidad IP	12.99	%
Pasa tamiz No 10	89	%
Pasa tamiz No 40	55	%
Pasa tamiz No 200	21	%
D60	0.5	mm
D30	0.125	mm
D10	0.04	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu)	12.500	
Coefficiente de curvatura (Cc)	0.781	



Índice de grupo	CLASIFICACIÓN AASHTO
IG = 0.2 · a + 0.005 · a · c + 0.01 · b · d	MATERIAL GRANULAR
a = 0	A-2-7 (4)
b = 6	
c = 0	ARENA ARCILLOSA
d = 3	
I.G = 0.18	
EXCELENTE A BUENA	

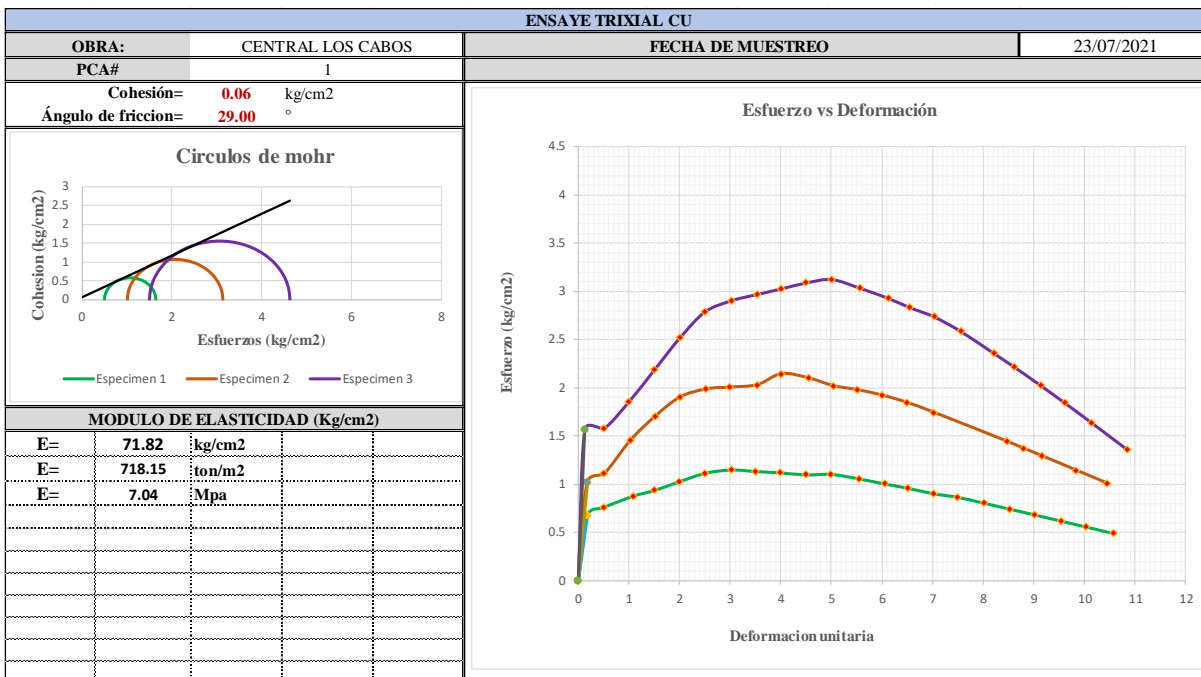
CLASIFICACIÓN AASHTO											
DIVISIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES						MATERIALES LIMOS - ARCILLOSOS				
	(Pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)						(MAS DEL 35% POR EL TAMIZ ASTM #200)				
GRUPO	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
SUBGRUPO	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7			A-7-5	A-7-6
SERIE ASTM	#10	<=50									
	#40	<=30	<=50	>=51							
	#200	<=15	<=25	<=10	<=35	<=35	<=35	<=35	>=36	>=36	>=36
ESTADO DE CONSISTENCIA (DE LA FRACCIÓN DE SUELO QUE PASA POR EL TAMIZ ASTM #40)											
LÍMITE LIQUIDO	<=40	>=41	<=40	>=41	<=40	>=41	<=40	>=41	<=40	>=41	>=41
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	<=6	NP	<=10	<=10	>=11	>=11	<=10	<=10	>=11	>=11	>=11
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	0		<=4	<=8	<=12	<=20	<=20		
TIPOLOGÍA	FRAGMENTOS DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA		ARENA FINA	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS			SUELOS LIMOSOS		SUELOS ARCILLOSOS		
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA						ACEPTABLE A MALA				

Para el grupo A-7-5, el Índice de Plásticidad debe ser menor la sustración de Límite Líquido menos 30 (I.P < L.L - 30)
Para el grupo A-7-6, el Índice de Plásticidad debe ser mayor la sustración de Límite Líquido menos 30 (I.P > L.L - 30)

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



5.6 GRÁFICA DE ENSAYE TRIAXIAL



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

5.7 REPORTE FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO

REPORTE FOTOGRAFICO DE LABORATORIO			
PROYECTO:	CENTRAL LOS CABOS	FECHA DE MUESTREO:	24/07/2021
UBICACIÓN:	CABOS SAN LUCAS	TIPO DE SONDE :	-
MUNICIPIO :	LOS CABOS, B.C.S.	SONDEO #	-
			
			
			

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

[REDACTED]



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

5.8 REPORTE FOTOGRÁFICO DE CAMPO

REPORTE FOTOGRAFICO DE CAMPO			
PROYECTO:	CENTRAL LOS CABOS	FECHA DE MUESTREO:	24/07/2021
UBICACIÓN:	CABOS SAN LUCAS	TIPO DE SONDE :	PCA
MUNICIPIO :	LOS CABOS, B.C.S.	SONDEO #	1



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



██
 ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING
 TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

REPORTE FOTOGRAFICO DE CAMPO		
PROYECTO: CENTRAL LOS CABOS	FECHA DE MUESTREO:	24/07/2021
UBICACIÓN: CABOS SAN LUCAS	TIPO DE SONDE :	SPT
MUNICIPIO : LOS CABOS, B.C.S.	SONDEO #	1,2,3

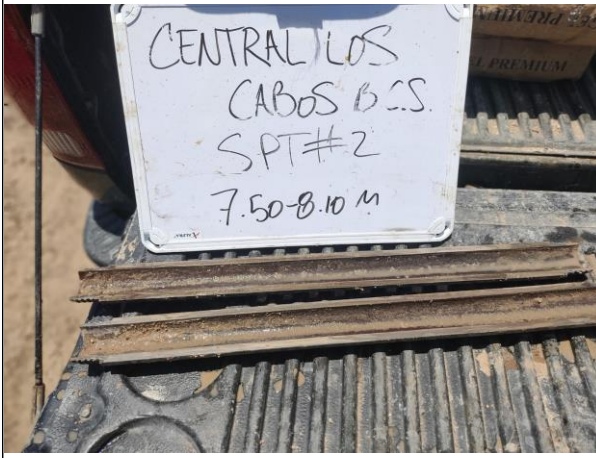
	
	
	

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

REPORTE FOTOGRAFICO DE CAMPO			
PROYECTO:	CENTRAL LOS CABOS	FECHA DE MUESTREO:	24/07/2021
UBICACIÓN:	CABOS SAN LUCAS	TIPO DE SONDE :	SPT
MUNICIPIO :	LOS CABOS, B.C.S.	SONDEO #	1,2,3



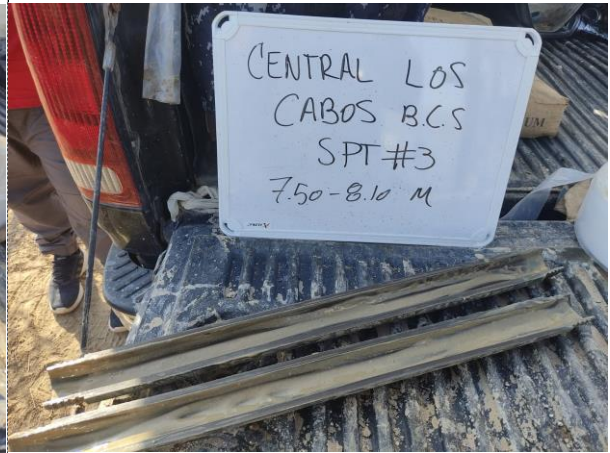
DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TECNICO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCION I DE LA LFTAIP.



DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

REPORTE FOTOGRAFICO DE CAMPO

PROYECTO: CENTRAL LOS CABOS	FECHA DE MUESTREO:	24/07/2021
UBICACIÓN: CABOS SAN LUCAS	TIPO DE SONDE :	SPT
MUNICIPIO : LOS CABOS, B.C.S.	SONDEO #	1,2,3



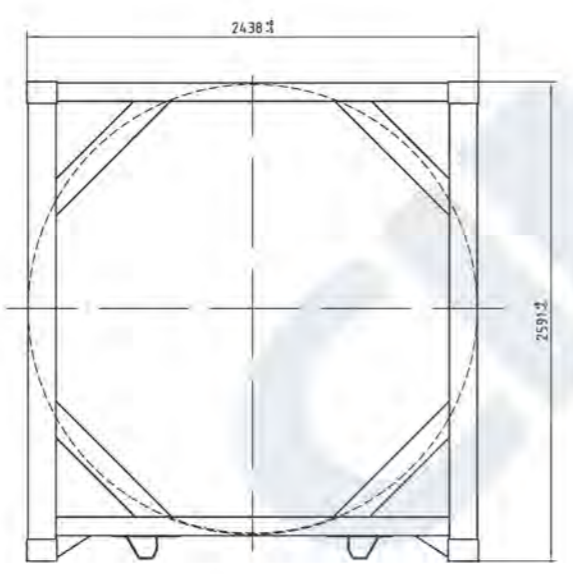
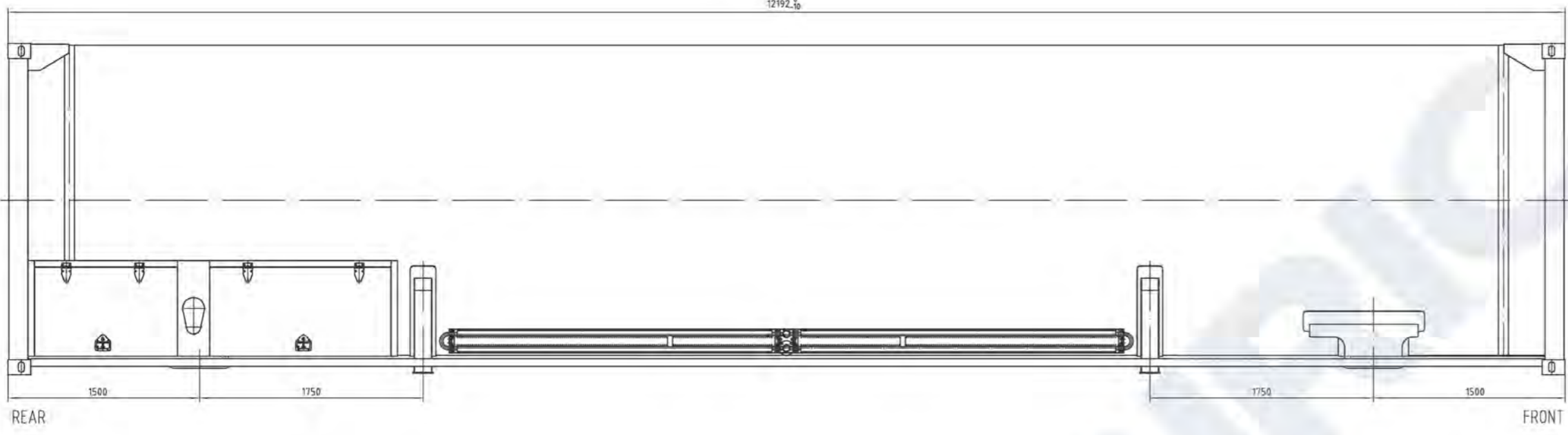
DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

[Redacted contact information]

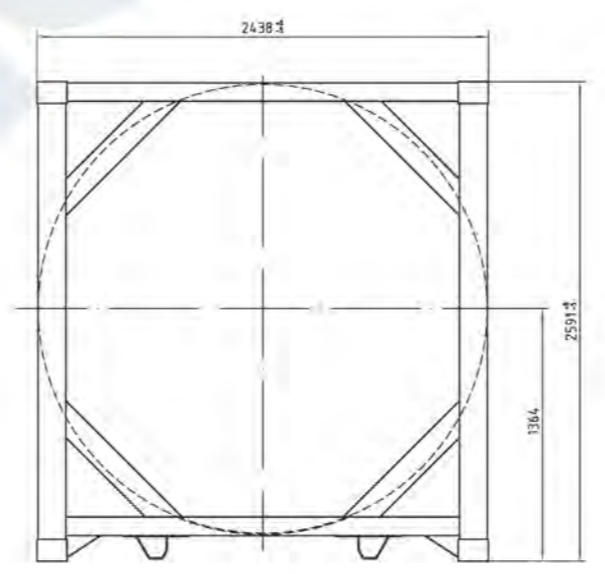


ID 01190009: ACI CONCRETE STRENGTH TESTNG TECHNICIAN, ACI AGREGATE TESTING TECHNICIAN – LEVEL 1 AND ACI CONCRETE LABORATORY TESTING TECHNICIAN LEVEL 1

12192.10



FRONT END



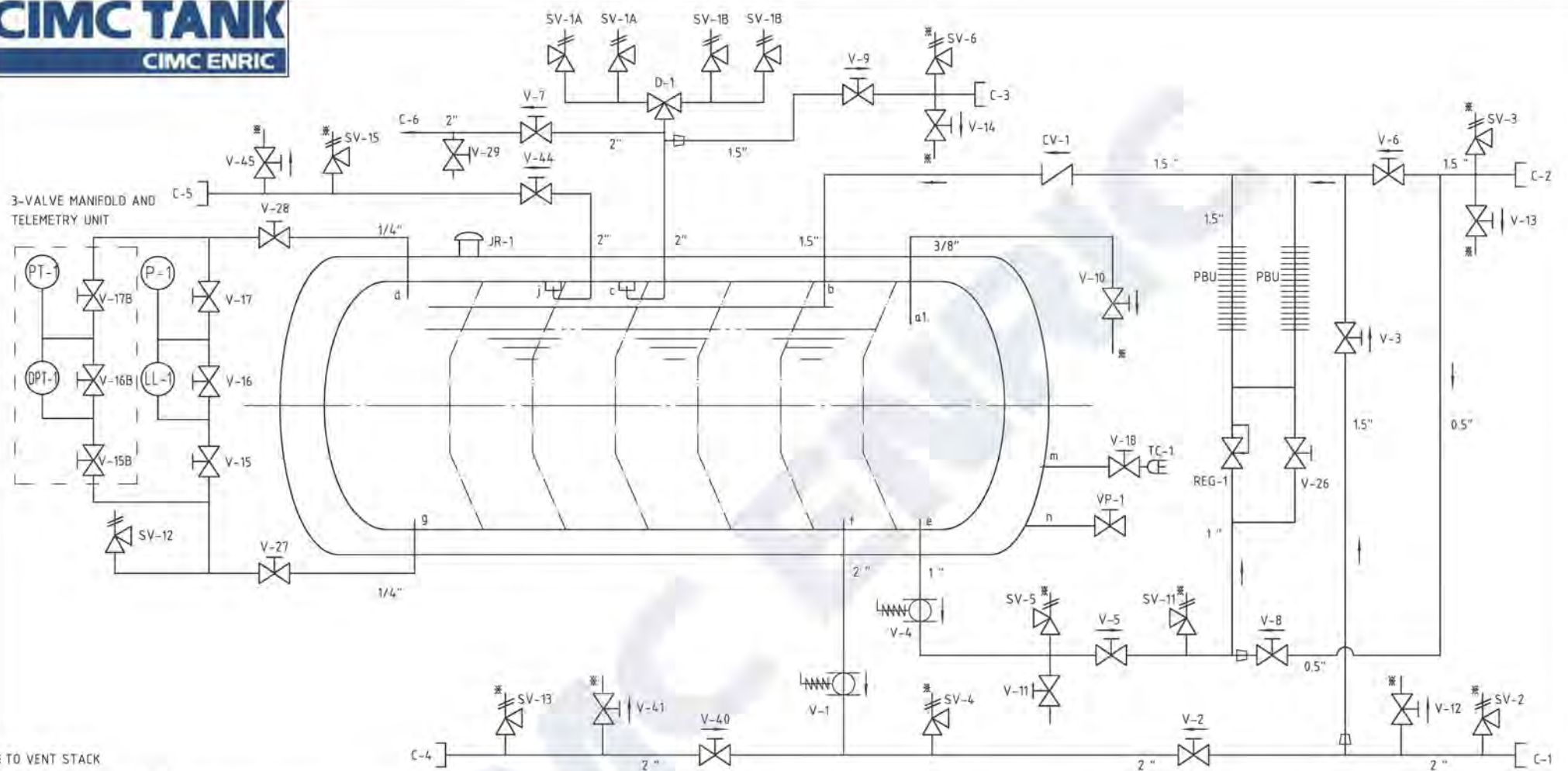
REAR END

SPECIFICATION

CODES AND REGULATIONS	T75 UN PORTABLE TANK(IMDG,ADR/RID),CSC,TC, AAR 600,CUSTOMS,UIC,ISO 1496/III, DOT 49CFR
INNER VESSEL	
INNER VESSEL DESIGN CODE	ASME Code Section III div.1 (MANDATORY APPENDIX 4)
MAWP	7.58 Bar (110 psi)
VESSEL DESIGN TEMPERATURE	50°C
MDMT.	-196°C
TANK MATERIAL	SA240 304N
CORROSION ALLOWANCE	0
RADIOGRAPHY EXAMINATION	FULL
JOINT EFFICIENCY FOR VESSEL	1.0
POSTWELD HEAT TREATMENT	NONE
PNEUMATIC TEST PRESSURE	11.2 BAR (162 Psi)
LEAKAGE TEST PRESSURE	6.82 BAR (99 Psi)
RELIEF VALVE OPEN PRESSURE	7.58 BAR (110 Psi)
OUTER JACKET	
DESIGN EXTERNAL PRESSURE	-1.0 BAR (-14.5 Psi)
VESSEL DESIGN TEMPERATURE	50°C
MDMT.	-40°C
TANK MATERIAL	SA240 304
CORROSION ALLOWANCE	0
RADIOGRAPHY EXAMINATION	NONE
POSTWELD HEAT TREATMENT	NONE
PNEUMATIC TEST PRESSURE	NONE
LEAKAGE TEST PRESSURE	Leakage test with helium
NAME OF MEDIUM	
INSULATION	LNG
VACUUM	Vacuum multi-layer insulation
NER	≤0.1Pa (WARM)
NER	≤0.15%/d(LNG)
CONTAINER SIZE	12192mm(40ft)lx2438mm(8ft)widex2591mm(8.5ft)high
TANK OUTSIDE PROTECTION	60μ+60μ (2 layers)
FRAME CORROSION PROTECTION	30μ+40μ+50μ (3 layers)
WATER CAPACITY	45 500 LITERS (12020gal)
FILLING RATIO	90%
M.P.G.M	34 000 kg (74 955lbs)
MAX. TARE WEIGHT	11 780 kg (25 970lbs)
PAYLOAD	22 220 kg (48 985lbs)
STACKING	192 000 kg (423 283lbs)
INSPECTION AUTHORITY	Lloyd's Register

						CIMC TANK CIMC ENRIC	
MARK NUM.	ALT. NO.	SIG.	DATE	WEIGHT	11 780	USER	
DES.	STAND.			SCALE	1:20	EQUIPMENT NAME	
CHG.	SIG.			REV.	4	40 FEET LNG TANK CONTAINER	
REV.						DWG. NO.	
CRA.	DATE			SHEET NO.	OF	CASIS-40-110(S/S)-LNG	

THIS DRAWING AND ALL COPIES THEREOF ARE CONFIDENTIAL AND THE PROPERTY OF CIMC-NANTONG. ANY PART DRAWING SHALL NOT BE COPIED, REPRODUCED, DISCLOSED OR DISTRIBUTED TO A PARTY WITHOUT PRIOR WRITTEN APPROVAL FROM CIMC-NANTONG.



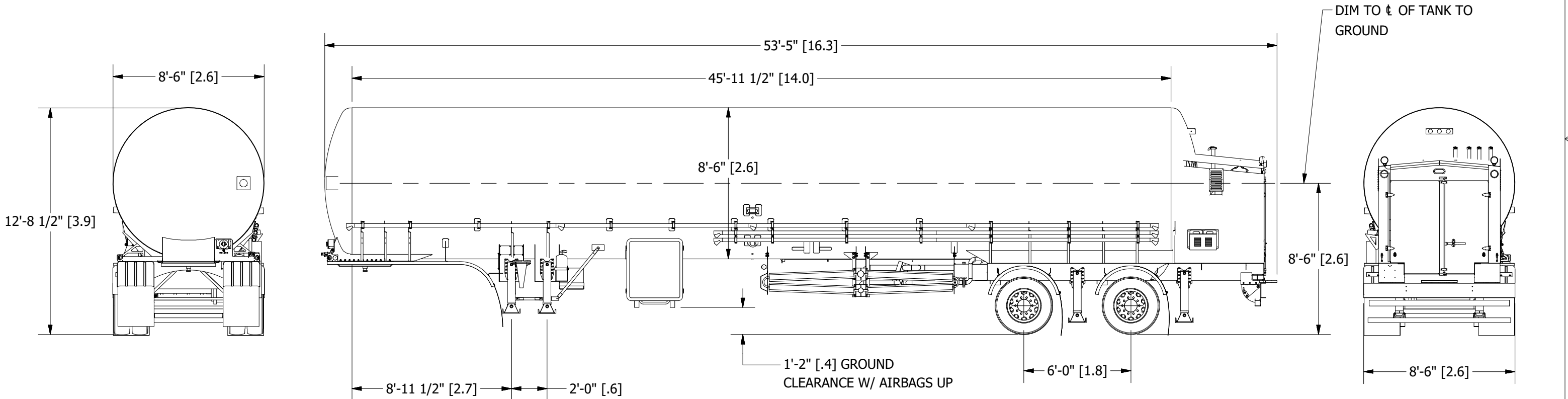
* TO VENT STACK

TAG No.	Description	TAG No.	Description	TAG No.	Description
C-1	FILL & DRAIN LINE HOSE CONNECTION	V-11	LIQUID SAMPLE VALVE	V-41	FILL/DRAIN CONNECTION BLEED VALVE
C-2	RECIRCULATION HOSE CONNECTION	V-12	FILL/DRAIN CONNECTION BLEED VALVE	V-44	VAPOR RECOVERY VALVE
C-3	VAPOR RECOVERY HOSE CONNECTION	V-13	RECIRCULATION CONNECTION BLEED VALVE	V-45	VAPOR RECOVERY BLEED VALVE
C-4	FILL & DRAIN LINE HOSE CONNECTION	V-14	VAPOR RECOVERY BLEED VALVE	CV-1	RECIRCULATION/TOP FILL CHECK VALVE
C-5	VAPOR RECOVERY HOSE CONNECTION	V-15	HP GAUGE ISOLATION VALVE	REG-1	PBU REGULATOR
C-6	MANUAL VENT OUTLET	V-15B	HP GAUGE ISOLATION VALVE	SV-1A	PRIMARY RELIEF VALVE, 110PSI
V-1	FILL & DRAIN FIREBLOCK VALVE	V-16	GAUGE EQUALIZATION VALVE	SV-1A	PRIMARY RELIEF VALVE, 110PSI
V-2	FILL & DRAIN CONTROL VALVE	V-16B	GAUGE EQUALIZATION VALVE	SV-1B	PRIMARY RELIEF VALVE, 70PSI
V-3	TOP FILL VALVE	V-17	LP GAUGE ISOLATION VALVE	SV-1B	PRIMARY RELIEF VALVE, 70PSI
V-4	PBU FIREBLOCK VALVE	V-17B	LP GAUGE ISOLATION VALVE	SV-2	F/D CONNECTION LINE RELIEF VALVE, 350PSI
V-5	PBU CONTROL VALVE	V-18	VACUUM THERMOCOUPLE ISOLATION VALVE	SV-3	RECIRC CONNECTION LINE RELIEF VALVE, 350PSI
V-6	RECIRCULATION VALVE	V-26	PBU REGULATOR BYPASS VALVE	SV-4	F/D FIREBLOCK LINE RELIEF VALVE, 350PSI
V-7	MANUAL VENT VALVE	V-27	HP GAUGE ISOLATION VALVE	SV-5	PBU FIREBLOCK LINE RELIEF VALVE, 350PSI
V-8	PBU FORCE FEED VALVE	V-28	LP GAUGE ISOLATION VALVE	SV-6	VAPOR RECOVERY LINE RELIEF VALVE, 350PSI
V-9	VAPOR RECOVERY VALVE	V-29	CONDENSATION DRAIN VALVE	SV-11	PB REGULATOR LINE RELIEF VALVE, 350PSI
V-10	TRYCOCK VALVE (90%)	V-40	FILL & DRAIN CONTROL VALVE	SV-12	HIGH PRESSURE GAUGE ISOLATION LINE RELIEF, 250PSI

NOTES

1. MAWP: 110 PSIG
2. WATER VOLUME: 15,950 GALLONS
3. PRODUCT SERVICE: METHANE, REFRIGERATED LIQUID
4. DESIGN CODES: ASME SEC VIII DIV. 1, CGA 341, MC-338
5. INNER VESSEL DESIGN TEMPERATURE: -320° F TO 100° F
6. OUTER VESSEL DESIGN TEMPERATURE: -20° F TO 100° F
7. INNER VESSEL MATERIAL:
HEADS: SA 240 GR 304, SS
SHELL: SA 240 GR 201-2 W/ 201L CHEMICAL PROPERTIES, SS
8. OUTER VESSEL MATERIAL:
HEADS: FRONT, A36, CS / REAR, SA 240 GR 304, SS
SHELL: SA 240 GR 304, SS/ A1011 GR 50, CS
9. BAFFLES: 3 TRANSVERSE BAFFLES
10. TARE WEIGHT: 41,000 LBS ± 3%
11. MAXIMUM LADING WEIGHT: 54,000 LBS.

REVISION HISTORY				
ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
	A	ADDED REF DIMS PER CUSTOMER REQUEST	12/16/2016	R.BLACK
	B	ADDED NOTES, DELETED EXTERNAL PIPING	1/30/2019	E. ZENDEJAS



<p>NOTICE: THIS DOCUMENT EMBODIES CONFIDENTIAL PROPRIETARY INFORMATION OWNED BY APPLIED CRYO TECHNOLOGIES. NOTICE IS HEREBY GIVEN THAT ALL DESIGN, MANUFACTURING, REPRODUCTION, USE AND SALES RIGHTS REGARDING THE SAME ARE EXPRESSLY RESERVED TO APPLIED CRYO TECHNOLOGIES. THIS DOCUMENT IS SUBMITTED UNDER A CONFIDENTIAL RELATIONSHIP FOR A SPECIFIED PURPOSE AND THE RECIPIENT HEREOF BY ACCEPTING THIS DOCUMENT ASSUMES CUSTODY HEREOF AND AGREES NOT TO DISCLOSE THIS DOCUMENT OR ANY PORTION OF ITS CONTENTS TO ANY UNAUTHORIZED PERSON OR TO INCORPORATE THIS PROPRIETARY DESIGN OR THE SUBSTANCE OF IT EITHER IN WHOLE OR IN PART IN ANY OTHER PROJECTS.</p>	<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN INCHES TOLERANCES: ANGULAR: ± 1.5° FRACTIONS: ± 1/16" TWO PLACE DECIMAL: ± .030" THREE PLACE DECIMAL: ± .010"</p>	<p>DRAWN R.BLACK CHECKED</p>	<p>DATE 11/21/2016</p>	<p>ACT Applied Cryo TECHNOLOGIES 7150 ALMEDA-GENOA HOUSTON, TX 77075 WWW.APPLIEDCRYOTECH.COM</p>		
		<p>QA</p>	<p>UNIT FIRST USED: 16025 GENERAL ARRANGEMENT, LNG-160-110-ER-T-TD</p>			
		<p>APPROVED</p>	<p>SIZE B</p>		<p>DWG NO CY10145</p>	<p>REV B</p>
		<p>MATERIAL</p>	<p>SCALE 1:100</p>		<p>SHEET 1 OF 1</p>	

4

3

2

1

NOTES:

- 1. WET WEIGHT 80,000 LBS [36,287 KG]
- 2. DRY WEIGHT 51,000 LBS [23,133 KG]
- 3. COOLANT CAPACITY 3,300 GAL [12,491 L]

D

D

C

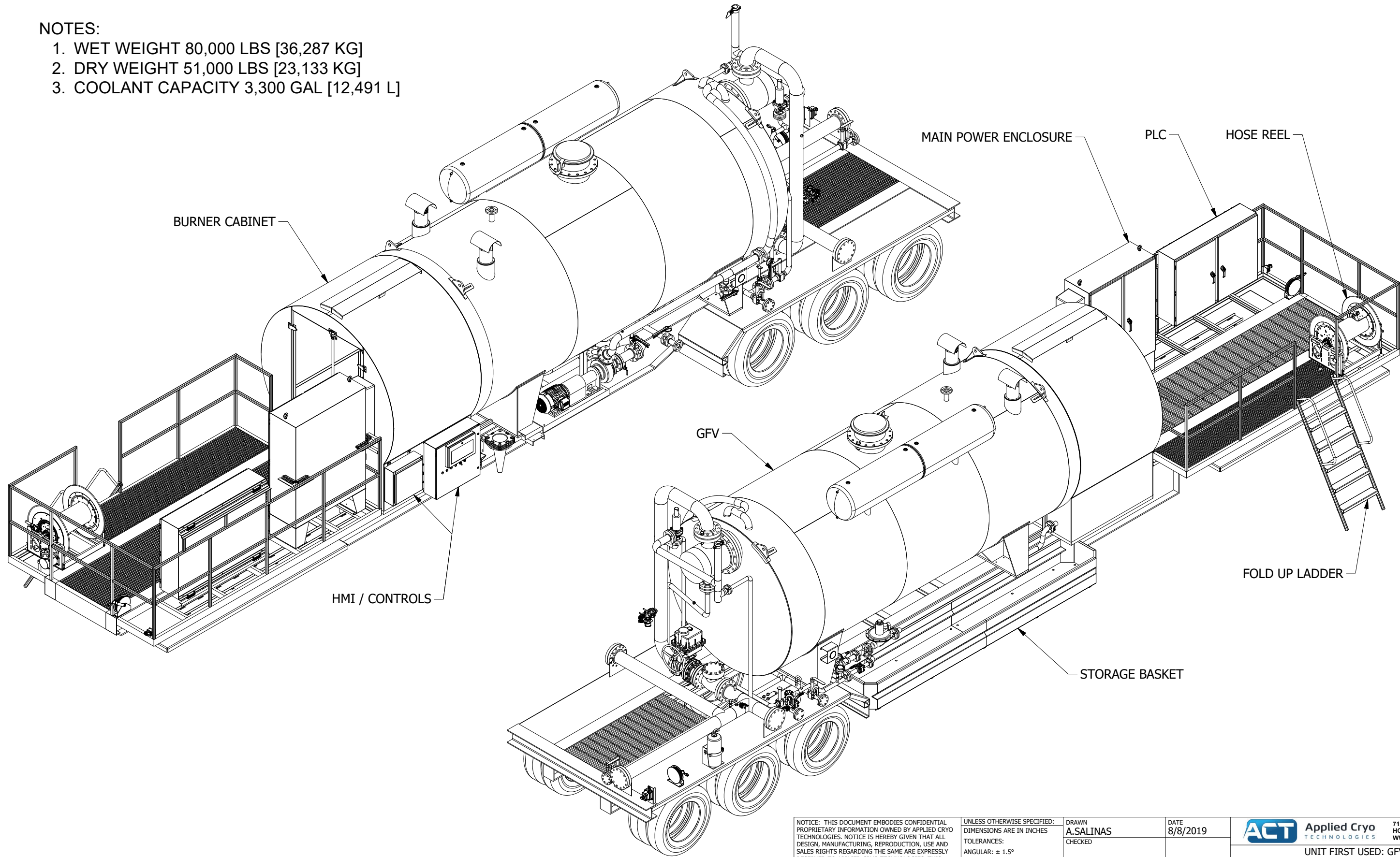
C

B

B

A

A



NOTICE: THIS DOCUMENT EMBODIES CONFIDENTIAL PROPRIETARY INFORMATION OWNED BY APPLIED CRYO TECHNOLOGIES. NOTICE IS HEREBY GIVEN THAT ALL DESIGN, MANUFACTURING, REPRODUCTION, USE AND SALES RIGHTS REGARDING THE SAME ARE EXPRESSLY RESERVED TO APPLIED CRYO TECHNOLOGIES. THIS DOCUMENT IS SUBMITTED UNDER A CONFIDENTIAL RELATIONSHIP FOR A SPECIFIED PURPOSE AND THE RECIPIENT HEREOF BY ACCEPTING THIS DOCUMENT ASSUMES CUSTODY HEREOF AND AGREES NOT TO DISCLOSE THIS DOCUMENT OR ANY PORTION OF ITS CONTENTS TO ANY UNAUTHORIZED PERSON OR TO INCORPORATE THIS PROPRIETARY DESIGN OR THE SUBSTANCE OF IT EITHER IN WHOLE OR IN PART IN ANY OTHER PROJECTS.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN INCHES
 TOLERANCES:
 ANGULAR: ± 1.5°
 FRACTIONS: ± 1/16"
 TWO PLACE DECIMAL: ±.030"
 THREE PLACE DECIMAL: ±.010"

DRAWN	A.SALINAS	DATE	8/8/2019
CHECKED			
QA			
MFG			
APPROVED			
MATERIAL	N/A		

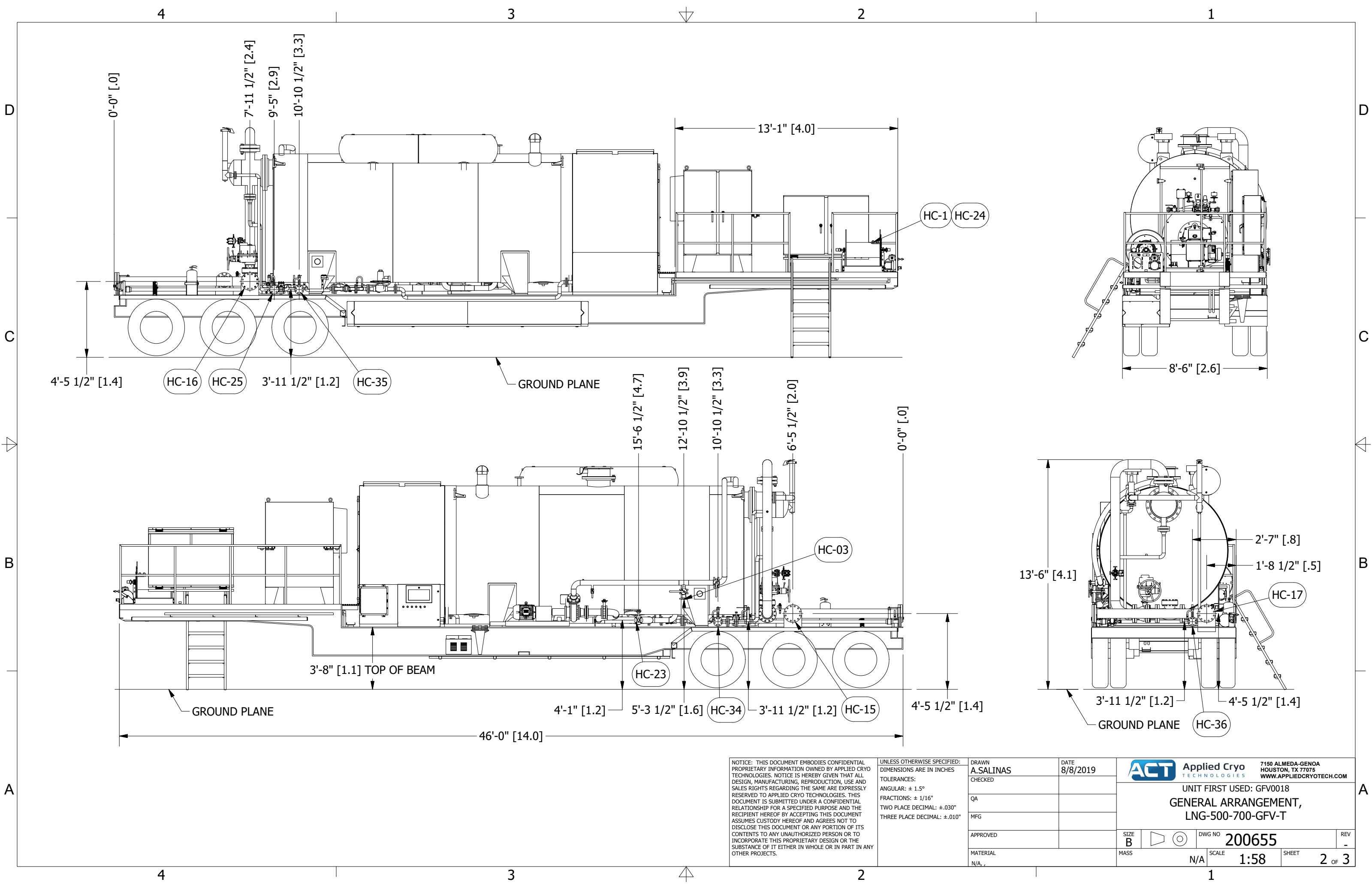
		7150 ALMEDA-GENOA HOUSTON, TX 77075 WWW.APPLIEDCRYOTECH.COM	
UNIT FIRST USED: GFV0018 GENERAL ARRANGEMENT, LNG-500-700-GFV-T			
SIZE		DWG NO	200655
MASS	N/A	SCALE	1:58
		SHEET	1 OF 3

4

3

2

1



NOTICE: THIS DOCUMENT EMBODIES CONFIDENTIAL PROPRIETARY INFORMATION OWNED BY APPLIED CRYO TECHNOLOGIES. NOTICE IS HEREBY GIVEN THAT ALL DESIGN, MANUFACTURING, REPRODUCTION, USE AND SALES RIGHTS REGARDING THE SAME ARE EXPRESSLY RESERVED TO APPLIED CRYO TECHNOLOGIES. THIS DOCUMENT IS SUBMITTED UNDER A CONFIDENTIAL RELATIONSHIP FOR A SPECIFIED PURPOSE AND THE RECIPIENT HEREOF BY ACCEPTING THIS DOCUMENT ASSUMES CUSTODY HEREOF AND AGREES NOT TO DISCLOSE THIS DOCUMENT OR ANY PORTION OF ITS CONTENTS TO ANY UNAUTHORIZED PERSON OR TO INCORPORATE THIS PROPRIETARY DESIGN OR THE SUBSTANCE OF IT EITHER IN WHOLE OR IN PART IN ANY OTHER PROJECTS.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN INCHES
 TOLERANCES:
 ANGULAR: ± 1.5°
 FRACTIONS: ± 1/16"
 TWO PLACE DECIMAL: ± .030"
 THREE PLACE DECIMAL: ± .010"

DRAWN	A.SALINAS	DATE	8/8/2019
CHECKED			
QA			
MFG			
APPROVED			
MATERIAL	N/A		

		Applied Cryo 7150 ALMEDA-GENOA HOUSTON, TX 77075 WWW.APPLIEDCRYOTECH.COM	
UNIT FIRST USED: GFV0018 GENERAL ARRANGEMENT, LNG-500-700-GFV-T			
SIZE	B	DWG NO	200655
SCALE	N/A	SHEET	2 OF 3



GAS Y PETROQUIMICA BASICA
 Av. Marina Nacional No 329, Col.
 Huasteca

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
 PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS**

GAS NATURAL

Números de identificación ONU: 1971 y 1972

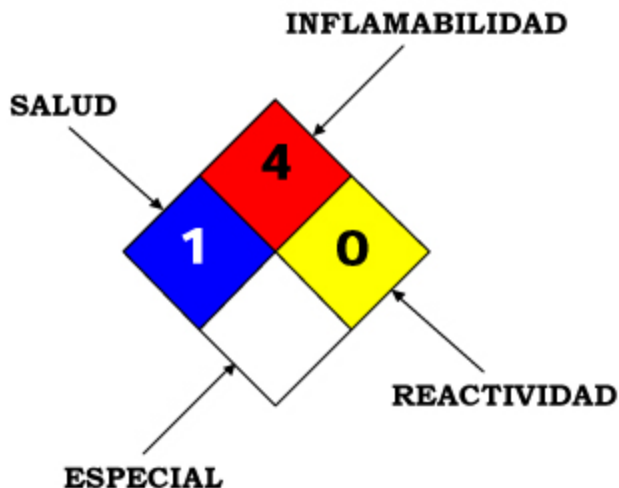
TELÉFONOS DE EMERGENCIA (LAS 24 HORAS):

PEMEX	SETIQ¹	CENACOM²
<i>Centro de Control del Sistema Nacional de Ductos:</i> 01-800-012 2900	<i>D. F. y Área Metropolitana</i> 55-59-1588 <i>En la República Mexicana</i> 01-800-00-21400	<i>D. F. y Área Metropolitana</i> 55-50-1496, 55-50-1485 55-50-1552 y 55-50-4885 <i>En la República Mexicana</i> 01-800-00-41300

Rombo de Clasificación de Riesgos NFPA-704³

GRADOS DE RIESGO:

- 4. MUY ALTO
- 3. ALTO
- 2. MODERADO
- 1. LIGERO
- 0. MINIMO



1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No: HDSSQ-001
 Nombre del Producto: Gas Natural
 Nombre Químico: Metano
 Familia Química: Hidrocarburos del Petróleo
 Fórmula Molecular: Mezcla (CH₄ + C₂H₆ + C₃H₈)

¹ Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química.

² Centro Nacional de Comunicaciones; dependiente de la Coordinación General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación.

³ NFPA = National Fire Protection Association, USA.

Sinónimos

Gas natural licuado, gas natural comprimido, gas de los pantanos, grisú, hidruro de metilo, Liquefied Natural Gas (LNG)

MATERIAL	%	Número CAS (Chemical Abstracts Service)	LEP (Límite de Exposición Permissible)
Gas Natural (Metano)	88	74-82-8	Asfixiante Simple
Etano	9		
Propano	3		
Etil Mercaptano	17-28 ppm		Odorífico

El CAS del Etil Mercaptano es 75-08-01 y el ACGIH TLV: 0.5 ppm

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

El gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Presenta además ventajas ecológicas ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

SITUACION DE EMERGENCIA

Gas altamente inflamable. Deberá mantenerse alejado de fuentes de ignición, chispas, flama y calor. Las conexiones eléctricas domésticas o carentes de clasificación son las fuentes de ignición más comunes.

Debe manejarse a la intemperie ó en sitios abiertos a la atmósfera para conseguir la inmediata disipación de posibles fugas. Se deberá evitar el manejo del gas natural en espacios confinados ya que desplaza al oxígeno disponible para respirar. Su olor característico, por el odorífico utilizado, puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente; sin embargo, el sentido del olfato se perturba, a tal grado, que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas.

EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

El gas natural no tiene color, sabor, ni olor, por lo que es necesario administrar un odorífico para advertir su presencia en caso de fuga.

Ojos: El gas natural licuado puede salpicar a los ojos provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo. Aplique, con mucho cuidado, agua tibia en el ojo afectado. Solicite atención médica. Deberá manejarse con precaución el gas natural cuando esta comprimido ya que una fuga provocaría lesiones por la presión contenida en los cilindros.

Piel: Al salpicar el gas natural licuado sobre la piel provoca quemaduras por frío, similares al congelamiento. Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente. Quítese los zapatos o la ropa y impregnada. Solicite atención médica.

Inhalación: No deberá exponerse a altas concentraciones de gas, en caso de lesionados, aléjelos del área contaminada para que respiren aire fresco. Si la víctima no respira, inicie de inmediato resucitación cardiopulmonar. Si presenta dificultad para respirar, adminístrese oxígeno medicinal (solo personal calificado) Solicite atención médica inmediata. El gas natural es un asfixiante simple, que al mezclarse con el aire ambiente, desplaza al oxígeno y entonces se respira un aire deficiente en oxígeno. Los efectos de exposición prolongada pueden incluir dificultad para respirar, mareos, posibles náuseas y eventual inconsciencia.

Ingestión: La ingestión de este producto no es un riesgo normal

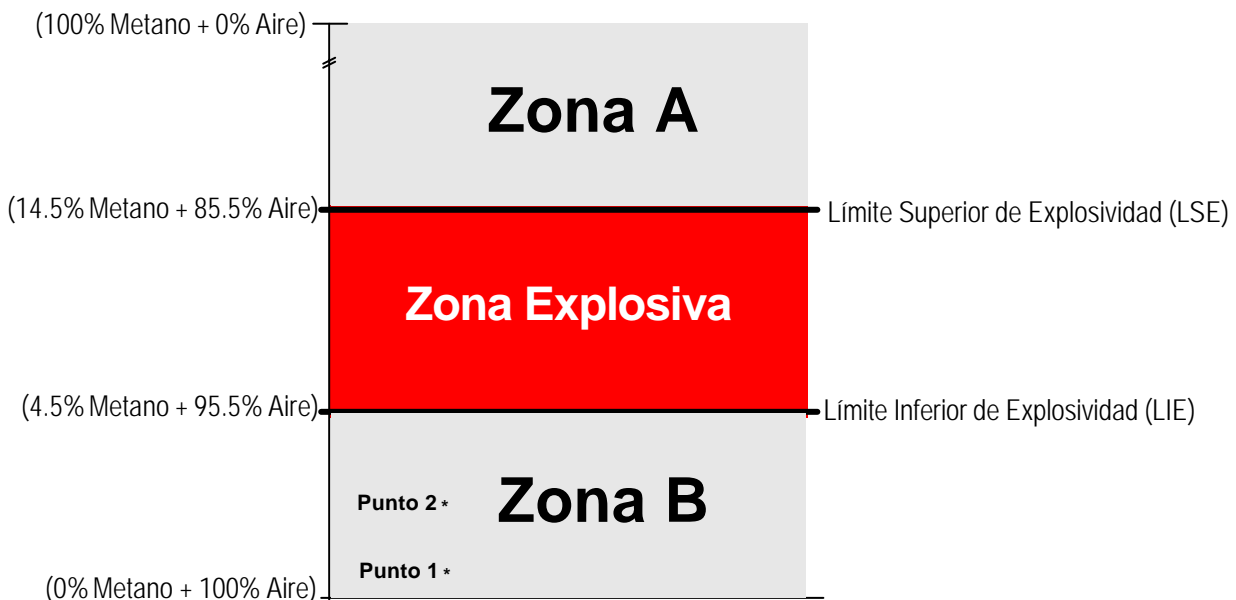
Punto de Flash	- 222.0 °C
Temperatura de Auto ignición	650.0°C
Límites de Explosividad:	
<i>Inferior</i>	4.5 %
<i>Superior</i>	14.5 %

Punto de Flash: Una sustancia con punto de flash de 38 °C o menor se considera peligrosa; entre 38 °C y 93 °C, moderadamente inflamable; mayor a 93 °C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del gas natural (- 222.0 °C) lo hace un compuesto

Mezcla de

- **Aire +**
- **Gas Natural**

Zonas A y B: En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 4.5% y más de 14.5% de gas natural no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición, sin embargo, en condiciones prácticas, deberá desconfiarse de las mezclas cuyos contenidos se acerquen a la zona explosiva. En la Zona Explosiva solo se necesita una fuente de ignición para desencadenar un incendio o explosión.



Calibración de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas:

Punto 1 = 20% del LIE.- Alarma visual y audible de presencia de gas en el ambiente.

Punto 2 = 60% del LIE.- Se deberán ejecutar acciones de bloqueo de válvulas, disparo de motores, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

Zona Explosiva. Las mezclas del gas natural con aire en concentraciones entre 4.5 % y 14.5 % son explosivas, solo hará falta una fuente de ignición para que se desencadene una violenta explosión.

Extinción de Incendios: Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono y aspersión de agua para las áreas afectadas por el calor o circundantes. Apague el fuego bloqueando la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios:

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

Si esto sucede a la intemperie el gas natural se disipa fácilmente en las capas superiores de la atmósfera; contrariamente, cuando queda atrapado en la parte inferior de techumbres se forman mezclas explosivas con gran potencial para explotar, y explotarán violentamente al encontrar una fuente de ignición.

Algunas recomendaciones para evitar este supuesto escenario son:

- ◆ El gas natural o metano es más ligero que el aire y por lo tanto, las fugas ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera, disipándose en el aire. Las techumbres deberán tener preventivamente venteos para desalojar las nubes de gas, de lo contrario, lo atraparán riesgosamente en las partes altas.
- ◆ Verificar anticipadamente por medio de pruebas y Auditorías que la integridad mecánica-eléctrica de las instalaciones está en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento):
 - Especificaciones de tubería (válvulas, conexiones, accesorios, etc.) y prácticas internacionales de ingeniería.
 - Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas audibles y visuales.
 - Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, etc., en prevención a posibles fugas, con actuadores local y remoto en un refugio confiable.
 - Redes de agua contra incendio permanentemente presionadas, con sistemas disponibles de aspersión, hidrantes y monitores, con revisiones y pruebas frecuentes.
 - Extintores portátiles.
- ◆ El personal de operación, mantenimiento, seguridad y contra incendio deberá estar capacitado, adiestrado y equipado para cuidar, manejar, reparar, y atacar incendios o emergencias, que deberá demostrarse a través de simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de ducto de transporte, etc.) y contra incendio.

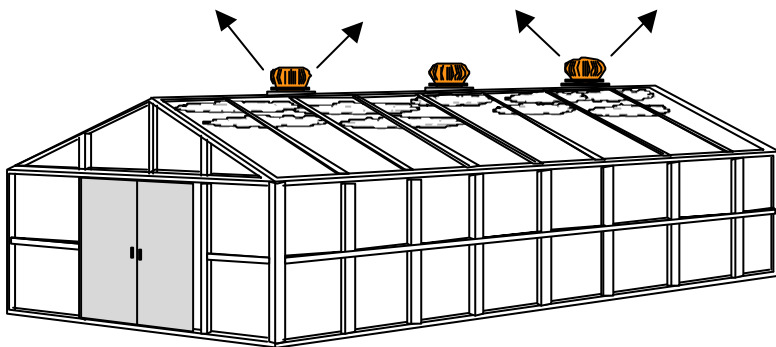
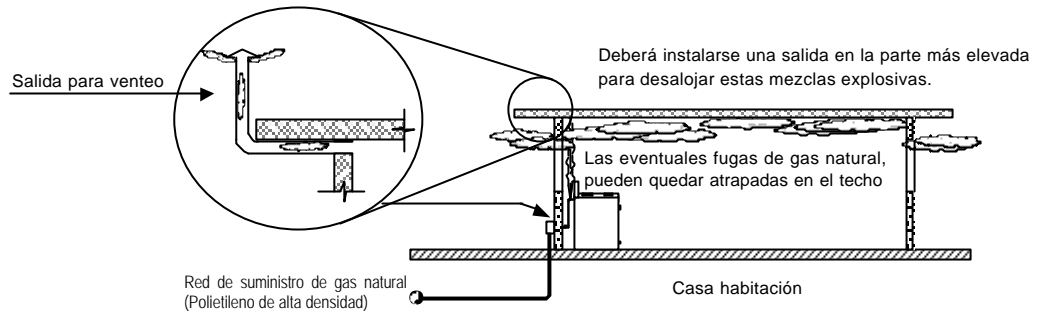
b) Incendio de una fuga de gas natural:

- ◆ Active el Plan de Emergencia según la magnitud del evento.
- ◆ Aún sin incendio, asegúrese que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios.
- ◆ Bloquee las válvulas que alimentan la fuga y proceda con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia mientras enfría con agua las superficies expuestas al calor, ya que el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos provoca daños catastróficos.

Peligro de Incendio y Explosión: El gas natural y las mezclas de éste con el aire ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera; en ciertas concentraciones son explosivas. En una casa, habitación, o techumbre industrial, una fuga de gas natural asciende hacia el techo, y si ésta no tiene salida por la parte más alta, se quedará atrapada como se muestra en los dibujos (abajo), parte del gas sale por las ventanas y

puertas hacia la atmósfera exterior, y otra parte se queda "atrapada" en la parte inferior del techo y en el momento en que

se produzca alguna chispa (al energizar algún extractor, ventilador o el alumbrado) se producirá una violenta explosión.



Considerar para las naves industriales, los almacenes y las bodegas los extractores de tiro natural.

En caso de fuga, el gas natural saldrá por las partes más altas de las techumbres.

Fuga en Espacios Abiertos: Proceda a bloquear las válvulas que alimentan la fuga. El gas natural se disipará fácilmente. Tenga presente la dirección del viento.

Fuga en Espacios Cerrados: Elimine precavidamente fuentes de ignición y prevenga venteos para expulsar las probables fugas que pudieran quedar atrapadas.

Todo sistema donde se maneje gas natural debe construirse y mantenerse de acuerdo a especificaciones que aseguren la integridad mecánica y protección de daños físicos. En caso de fugas en un lugar confinado, el riesgo de incendio o explosión es muy alto.

Precauciones en el Manejo: Evite respirar altas concentraciones de gas natural. Procure la máxima ventilación para mantener las concentraciones de exposición por debajo de los límites recomendados. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas.

Controles de Ingeniería: Utilice sistemas de ventilación natural en áreas confinadas, donde existan posibilidades de que se acumulen mezclas inflamables. Observe las normas eléctricas aplicables para este tipo de instalaciones (NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional").

Equipo de Protección Personal: Es obligatorio el uso del uniforme de trabajo durante toda la jornada:

- Casco; para la protección de la cabeza contra impactos, penetración, shock eléctrico y quemaduras.
- Lentes de seguridad; para protección frontal, lateral y superior de los ojos.
- Ropa de trabajo: Camisola manga larga y pantalón o coverall de algodón 100 % y guantes de cuero.
- Botas industriales de cuero con casquillo de protección y suela anti-derrapante a prueba de aceite y químicos.

Evite el contacto de la piel con metano en fase líquida ya que se provocarán quemaduras por congelamiento.

Protección Respiratoria: Utilizar líneas de aire comprimido con mascarilla, o aparatos auto contenidos para respiración (SCBA) ya que una mezcla aire + metano es deficiente en oxígeno y asfixiante para respirarlo. La mezcla puede ser explosiva, requiriéndose aquí, precauciones extremas, ya que al encuentra una fuente de ignición, explotará.

Fórmula Molecular	Mezcla (CH ₄ + C ₂ H ₆ + C ₃ H ₈)
Peso Molecular	18.2
Temperatura de Ebullición @ 1 atmósfera	- 160.0 °C
Temperatura de Fusión	- 182.0 °C
Densidad de los Vapores (Aire = 1) @ 15.5 °C	0.61 (Más ligero que el aire)
Densidad del Líquido (Agua = 1) @ 0°/4 °C	0.554
Relación de Expansión	1 litro de líquido se convierte en 600 litros de gas
Solubilidad en Agua @ 20 °C	Ligeramente soluble (de 0.1 @ 1.0%)
Apariencia y Color	Gas incoloro, insípido y con ligero olor a huevos podridos (por la adición de mercaptanos para detectar su presencia en caso de fugas de acuerdo a Norma Pemex No 07.3.13 ⁴

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

Condiciones a Evitar: Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad, así como de oxidantes fuertes con los cuales reacciona violentamente (pentafluoruro de bromo, trifluoruro de cloro, cloro, flúor, heptafluoruro de yodo, tetrafluoroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO₂, NF₃, OF₂).

Productos Peligrosos de Descomposición: Los gases o humos que produce su combustión son: bióxido de carbono y monóxido de carbono (gas tóxico).

Peligros de Polimerización: No polimeriza.

El gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia.

El gas natural es un combustible limpio, los gases producto de la combustión, tienen escasos efectos adversos en la atmósfera. Sin embargo, las fugas de metano están consideradas dentro del grupo de Gases de Efecto Invernadero, causantes del fenómeno de calentamiento global de la atmósfera (con un potencial 21 veces mayor que el CO₂). El gas natural no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono. Su combustión es más eficiente y limpia por lo que se considera un combustible ecológico que responde satisfactoriamente a los requerimientos del INE, SEMARNAP y la Secretaría de Energía, así como a la normatividad que entró en vigor a partir de 1998.

El gas natural no deja residuos.

4 "Requisitos Mínimos de Seguridad para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento e Inspección de Tuberías de Transporte".

Nombre Comercial	Gas Natural
Identificación *DOT	1971 y 1972 (Organización de Naciones Unidas)
Clasificación de Riesgo *DOT	Clase 2; División 2.1
Leyenda en la etiqueta	GAS INFLAMABLE

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



1971 = Número asignado por ONU al gas natural.

1972 = Número para gas natural licuado o refrigerado

2 = Clasificación de Riesgo de DOT

Leyes, Reglamentos y Normas: La cantidad de reporte del gas natural es de 500 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte de gas natural deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables y mantenerse herméticos para evitar fugas.

El suministro de gas natural, para quemarse en las fuentes fijas, se hace a través de ductos subterráneos de transporte y distribución. Se suministra en diferentes rangos de presión (de 4 a 32 kgf/cm²) y temperatura (de 8 a 38 °C) a la industria y a las redes de distribución comercial y doméstica, donde se utiliza en:

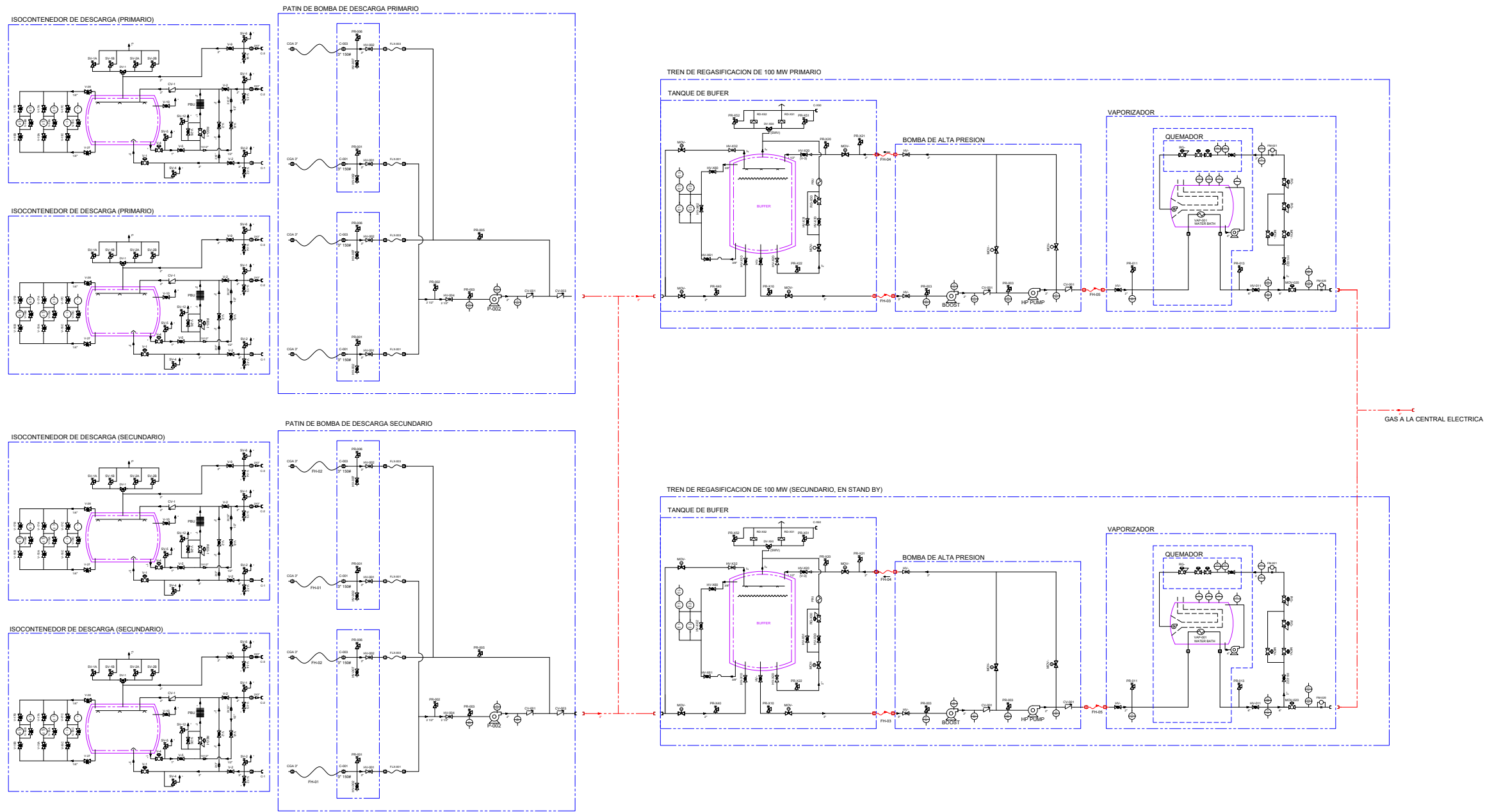
- a) Generación de energía eléctrica (termoeléctricas).
- b) Generación de vapor.
- c) Calentadores de fuego directo.
- d) Turbo-maquinaria (turbo-compresores, turbo-bombas, turbo-sopladores).
- e) Estaciones distribuidoras de gas natural para carburación de motores (tractores agrícolas, automotores, camiones, etc.). Se utilizan dos sistemas: gas natural comprimido (temperatura ambiente y presión máxima de 210 kgf/cm²) y gas natural licuado a 6.3 kgf/cm² y temperatura de -140°C con tanques termo.
- f) Usos domésticos y comerciales.
- g) En la industria petroquímica se utiliza principalmente como materia prima para producir amoníaco, metanol, etileno, polietileno.

Se requiere que el personal que trabaja con gas natural sea entrenado apropiadamente en los procedimientos de manejo y operación, de acuerdo a las normas aplicables. La instalación y mantenimiento de los sistemas y recipientes debe realizarse por personas calificadas y entrenadas.

La información presentada en este documento se considera verdadera a la fecha de emisión. Sin embargo, no existe garantía expresa o implícita respecto a la exactitud y totalidad de conceptos que deben incluirse, o de los resultados obtenidos en el uso de este material. Asimismo, el productor no asume ninguna responsabilidad por daños o lesiones al comprador o terceras personas por el uso indebido de este material, aún cuando se cumplan las indicaciones de seguridad expresadas en este documento, el cual se preparó sobre la base de que el comprador asume los riesgos derivados del mismo.

FECHA DE ELABORACION: Julio del 2000

ZONE	REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
-	-	INITIAL RELEASE		



IDENTIFICADOR	NOMBRE	DIAMETRO	TIPO	PRES MAX
FH-01	DESCARGA/LIQUIDO	3"	SS, TRENZ DOBLE	275 PSIG
FH-02	DESCARGA/RETORNO	3"	SS, TRENZ DOBLE	275 PSIG
FH-03	BOMBEO / LIQUIDO	3"	SS, TRENZ DOBLE	275 PSIG
FH-04	BOMBEO / RETORNO	2"	SS, TRENZ DOBLE	275 PSIG
FH-05	BOMBEO / DESCARGA	2"	SS, TRENZ DOBLE	700 PSIG

NOTICE: THIS DOCUMENT EMBODIES CONFIDENTIAL PROPRIETARY INFORMATION OWNED BY NEW FORTRESS ENERGY HEREBY REFERRED AS NFE). NOTICE IS HEREBY GIVEN THAT ALL DESIGN, MANUFACTURING, REPRODUCTION, USE AND SALES RIGHTS REGARDING THE SAME ARE EXPRESSLY RESERVED TO NFE. THIS DOCUMENT IS SUBMITTED UNDER A CONFIDENTIAL RELATIONSHIP FOR A SPECIFIED PURPOSE AND THE RECIPIENT HEREOF BY ACCEPTING THIS DOCUMENT ASSUMES CUSTODY HEREOF AND AGREES NOT TO DISCLOSE THIS DOCUMENT OR ANY PORTION OF ITS CONTENTS TO ANY UNAUTHORIZED PERSON OR TO INCORPORATE THIS PROPRIETARY DESIGN OR THE SUBSTANCE OF IT EITHER IN WHOLE OR IN PART IN ANY OTHER PROJECTS.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN INCHES
 ANGLE ± 1.5°
 FRACTIONS ± 1/16
 2 PLACE ± .03
 3 PLACE ± .010



NEW FORTRESS ENERGY MX PLANTA MERCANTE DE GENERACION	
DIAGRAMA DE PROCESO E INSTRUMENTACION (P&ID) ESTACION DE REGAS Y ALMACENAJE GNL	
DWG. NO.	MX/P&ID/2X100MW
DESIGN	
APPROV	PPEREIRA 7/20/20
PAGE	1 OF 1
REV	C

4

3

2

1

CONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 1 0.6"

Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo

Incendio en área de descarga

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
 Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
 Boiling point : -161.55 °C
 Critical temperature : 190.55 K
 Critical pressure : 46.0 bar
 Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
 Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
 Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.08 m
 Pool liquid height : 0.5 m
 Height of flame base : 0.5 m
 Height for Radiation Calculations : 0.5 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
 Ambient pressure : 1.01 bar
 Wind speed : 1.5 m/s
 Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
 Flame length : 38.17 m
 Flame tilt from vertical : 0.0°
 Flame drag ratio : 1.11
 Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
 Effective emissive power : 189.66 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	75.89
2.8	100.77
1.4	140.35

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.31	36.92	52.77	64.40
19.08	24.22	38.24	45.27
23.85	17.22	29.51	34.17
28.62	12.68	23.58	26.77
38.16	7.27	15.96	17.54
47.70	4.40	11.36	12.18
57.24	2.75	8.24	8.69
76.32	1.23	4.79	4.94
114.48	0.37	2.12	2.15
190.80	0.08	0.73	0.73

SLAB SUMMARY

Escenario 1 0.6"

Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo.

Dispersión límites de explosividad

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID	001
Name	Worst case scenario
Ambient temperature	25.0 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	60 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.03 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	LNG1
Name	LNG Light (Methane)
Molecular weight	16.043 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	10000 ppm
LFL	50000 ppm
UFL	150000 ppm

RELEASE:

Source type	Liquid spill
Release type	Finite duration
Release rate	0.033 m**3/min
Spill area	292 m**2
Pool temperature	-162.0 ° C
Release duration	900 seconds
Total amount spilled	0.501 m**3
Evaporation rate	14.16 kg/min
Evaporation time	900 seconds

OUTPUT:

Height of interest	1.6 meters
Averaging time	3600.0 seconds
Lower contour	50000 ppm
Middle contour	75000 ppm
Upper contour	150000 ppm

RESULTS:

Concentration ppm		Distance kilometers
50000 (LFL)	steady-state	0.000
75000	steady-state	0.000
150000 (UFL)	steady-state	0.000

CONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 1, fuga 3"

Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo.

Incendio en área de descarga

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
 Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
 Boiling point : -161.55 °C
 Critical temperature : 190.55 K
 Critical pressure : 46.0 bar
 Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
 Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
 Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.29 m
 Pool liquid height : 0.5 m
 Height of flame base : 0.5 m
 Height for Radiation Calculations : 0.3 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
 Ambient pressure : 1.01 bar
 Wind speed : 1.5 m/s
 Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
 Flame length : 38.46 m
 Flame tilt from vertical : 0.0°
 Flame drag ratio : 1.10
 Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
 Effective emissive power : 189.68 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	76.50
2.8	101.61
1.4	141.55

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.47	36.81	49.73	61.87
19.29	24.19	37.21	44.38
24.11	17.21	28.97	33.70
28.94	12.68	23.24	26.48
38.58	7.27	15.80	17.39
48.23	4.40	11.25	12.08
57.87	2.75	8.18	8.63

77.16	1.23	4.76	4.91
115.74	0.37	2.10	2.14
192.90	0.08	0.73	0.73

SLAB SUMMARY

Escenario 1 0.6"

Fuga de gas natural licuado, en la boquilla inferior de salida del ISO tanque, por golpe externo.

Dispersión límites de explosividad

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID	001
Name	Worst case scenario
Ambient temperature	25.0 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	60 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.03 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	LNG1
Name	LNG Light (Methane)
Molecular weight	16.043 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	10000 ppm
LFL	50000 ppm
UFL	150000 ppm

RELEASE:

Source type	Evaporating pool
Release type	Finite duration
Emission rate	0.2361 kg/s
Source area	292.35 m**2
Release duration	900 seconds

OUTPUT:

Height of interest	1.6 meters
Averaging time	900.0 seconds
Lower contour	50000 ppm
Middle contour	75000 ppm
Upper contour	150000 ppm

RESULTS:

Concentration ppm		Distance kilometers
50000 (LFL)	steady-state	0.000
75000	steady-state	0.000
150000 (UFL)	steady-state	0.000

ONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 2 3"

Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque.

Incendio en área de descarga

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
 Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
 Boiling point : -161.55 °C
 Critical temperature : 190.55 K
 Critical pressure : 46.0 bar
 Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
 Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
 Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 15.78 m
 Pool liquid height : 0.5 m
 Height of flame base : 0.5 m
 Height for Radiation Calculations : 0.5 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
 Ambient pressure : 1.01 bar
 Wind speed : 1.5 m/s
 Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
 Flame length : 33.44 m
 Flame tilt from vertical : 0.0°
 Flame drag ratio : 1.12
 Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
 Effective emissive power : 189.05 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	65.07
2.8	86.36
1.4	120.20

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
11.84	37.88	53.85	65.83
15.78	24.89	39.00	46.27
19.73	17.83	30.14	35.02
23.67	13.24	24.16	27.55
31.56	7.73	16.49	18.22
39.45	4.76	11.82	12.74
47.34	3.06	8.79	9.31

63.12	1.39	5.13	5.31
94.68	0.42	2.27	2.31
157.80	0.09	0.78	0.79

SLAB SUMMARY

Escenario 2 fuga de 3.0"

Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque.

Dispersión límites de explosividad

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID	001
Name	Worst case scenario
Ambient temperature	25.0 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	60 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.03 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	LNG1
Name	LNG Light (Methane)
Molecular weight	16.043 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	10000 ppm
LFL	50000 ppm
UFL	150000 ppm

RELEASE:

Source type	Evaporating pool
Release type	Finite duration
Emission rate	0.7492 kg/s
Source area	292.35 m**2
Release duration	900 seconds

OUTPUT:

Height of interest	0.5 meters
Averaging time	900.0 seconds
Lower contour	50000 ppm
Middle contour	75000 ppm
Upper contour	150000 ppm

RESULTS:

Concentration ppm		Distance kilometers
50000 (LFL)	steady-state	0.000
75000	steady-state	0.000
150000 (UFL)	steady-state	0.000

CONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 2 0.6"

Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque.

Incendio en área de descarga

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
 Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
 Boiling point : -161.55 °C
 Critical temperature : 190.55 K
 Critical pressure : 46.0 bar
 Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
 Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
 Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.08 m
 Pool liquid height : 0.3 m
 Height of flame base : 0.3 m
 Height for Radiation Calculations : 0.3 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
 Ambient pressure : 1.01 bar
 Wind speed : 1.5 m/s
 Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
 Flame length : 38.17 m
 Flame tilt from vertical : 0.0°
 Flame drag ratio : 1.11
 Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
 Effective emissive power : 189.66 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	75.90
2.8	100.77
1.4	140.35

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.31	36.97	52.84	64.49
19.08	24.24	38.29	45.32
23.85	17.24	29.54	34.20
28.62	12.69	23.59	26.79
38.16	7.27	15.97	17.55
47.70	4.41	11.36	12.19
57.24	2.75	8.25	8.69

76.32	1.23	4.79	4.95
114.48	0.37	2.12	2.15
190.80	0.08	0.73	0.73

SLAB SUMMARY

Escenario 2 fuga de 0.6"

Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque.

Dispersión límites de explosividad

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID	001
Name	Worst case scenario
Ambient temperature	25.0 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	60 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.03 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	LNG1
Name	LNG Light (Methane)
Molecular weight	16.043 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	10000 ppm
LFL	50000 ppm
UFL	150000 ppm

RELEASE:

Source type	Evaporating pool
Release type	Finite duration
Emission rate	0.2601 kg/s
Source area	292.35 m**2
Release duration	900 seconds

OUTPUT:

Height of interest	0.5 meters
Averaging time	900.0 seconds
Lower contour	50000 ppm
Middle contour	75000 ppm
Upper contour	150000 ppm

RESULTS:

Concentration ppm		Distance kilometers
50000 (LFL)	steady-state	0.000
75000	steady-state	0.000
150000 (UFL)	steady-state	0.000

CONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 3, diámetro de fuga 0.6"

Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque.

Incendio en área de descarga

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
 Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
 Boiling point : -161.55 °C
 Critical temperature : 190.55 K
 Critical pressure : 46.0 bar
 Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
 Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
 Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.29 m
 Pool liquid height : 0.3 m
 Height of flame base : 0.3 m
 Height for Radiation Calculations : 0.3 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
 Ambient pressure : 1.01 bar
 Wind speed : 1.5 m/s
 Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
 Flame length : 38.47 m
 Flame tilt from vertical : 0.0°
 Flame drag ratio : 1.10
 Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
 Effective emissive power : 189.68 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	76.59
2.8	101.69
1.4	141.62

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.47	36.91	52.78	64.40
19.29	24.20	38.24	45.25
24.12	17.20	29.50	34.15
28.94	12.65	23.56	26.74
38.59	7.24	15.93	17.50
48.23	4.38	11.32	12.14
57.88	2.74	8.21	8.66

77.17	1.22	4.77	4.92
115.76	0.36	2.11	2.14
192.93	0.07	0.73	0.73

SLAB SUMMARY

Escenario 3 fuga de 0.6"

Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador.

Dispersión límites de explosividad

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID 001
Name Worst case scenario
Ambient temperature 25.0 ° C
Ambient pressure 760.0 mmHg
Relative humidity 60 %
Wind direction 270 degrees
Wind speed 1.5 m/s
Anemometer height 10.0 meters
Surface roughness 0.03 meters
Stability option Stability class
Stability class 2 (B)

CHEMICAL:

ID LNG1
Name LNG Light (Methane)
Molecular weight 16.043 g/g-mole
Boiling point 111.6 K
TWA 10000 ppm
LFL 50000 ppm
UFL 150000 ppm

RELEASE:

Source type Evaporating pool
Release type Finite duration
Emission rate 0.1513 kg/s
Source area 292.35 m**2
Release duration 900 seconds

OUTPUT:

Height of interest 0.5 meters
Averaging time 900.0 seconds
Lower contour 50000 ppm
Middle contour 75000 ppm
Upper contour 150000 ppm

RESULTS:

Concentration ppm		Distance kilometers
50000 (LFL)	steady-state	0.000
75000	steady-state	0.000
150000 (UFL)	steady-state	0.000

CONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 3, diámetro de fuga 3.0"

Fuga de gas natural licuado en la manguera de descarga del ISO tanque, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del ISO tanque.

Incendio en área de descarga

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
 Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
 Boiling point : -161.55 °C
 Critical temperature : 190.55 K
 Critical pressure : 46.0 bar
 Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
 Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
 Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.29 m
 Pool liquid height : 0.3 m
 Height of flame base : 0.3 m
 Height for Radiation Calculations : 0.3 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
 Ambient pressure : 1.01 bar
 Wind speed : 1.5 m/s
 Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
 Flame length : 38.47 m
 Flame tilt from vertical : 0.0°
 Flame drag ratio : 1.10
 Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
 Effective emissive power : 189.68 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	76.59
2.8	101.69
1.4	141.62

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.47	36.91	52.78	64.40
19.29	24.20	38.24	45.25
24.12	17.20	29.50	34.15
28.94	12.65	23.56	26.74
38.59	7.24	15.93	17.50
48.23	4.38	11.32	12.14
57.88	2.74	8.21	8.66

77.17	1.22	4.77	4.92
115.76	0.36	2.11	2.14
192.93	0.07	0.73	0.73

SLAB SUMMARY

Escenario 3 fuga de 3"

Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del tanque Buffer, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del tanque Buffer.

Dispersión límites de explosividad

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID	001
Name	Worst case scenario
Ambient temperature	25.0 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	60 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.03 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	LNG1
Name	LNG Light (Methane)
Molecular weight	16.043 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	10000 ppm
LFL	50000 ppm
UFL	150000 ppm

RELEASE:

Source type	Evaporating pool
Release type	Finite duration
Emission rate	4.7004 kg/s
Source area	292.35 m**2
Release duration	900 seconds

OUTPUT:

Height of interest	0.5 meters
Averaging time	900.0 seconds
Lower contour	50000 ppm
Middle contour	75000 ppm
Upper contour	150000 ppm

RESULTS:

Concentration ppm		Distance kilometers
50000 (LFL)	steady-state	0.031
75000	steady-state	0.020
150000 (UFL)	steady-state	0.000

BAKER STREHLOW EXPLOSION MODEL

Escenario 3. Fuga 3"

Fuga de gas natural licuado, en la manguera de salida del tanque Buffer, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del tanque Buffer.

Explosión al aire libre de 448.675 kg de metano

21/08/2021

INPUT DATA

Selected substance :LNG Light (Methane)
Heat of combustion :50020.0 kJ/kg
Material Reactivity :Medium
Ground Reflection :2

RESULTS

Source :1

Absolute Coordinates :0 m 0 m
Explosive Mass :448.68 kg
Flame Expansion :2D
Obstacle Density :Low
Flame Speed :0.118
Energy :44885450000.0 J

CALCULATED OVERPRESSURES AT SPECIFIED DISTANCES

Distance m	Overpressure atm(g)	Impulse atm s
50.000	0.055	0.009
100.000	0.029	0.005
150.000	0.020	0.003
200.000	0.015	0.003
250.000	0.012	0.002
300.000	0.010	0.002
350.000	0.009	0.002
400.000	0.008	0.001
450.000	0.007	0.001
500.000	0.006	0.001

CALCULATED DISTANCES AT SPECIFIED OVERPRESSURES

Overpressure atm(g)	Distance m
0.034	84.220
0.051	54.333
0.068	41.514

CONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 4 0.4"

Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión,
por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador.
Incendio en área bomba de alta presión

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
Boiling point : -161.55 °C
Critical temperature : 190.55 K
Critical pressure : 46.0 bar
Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.08 m
Pool liquid height : 0.3 m
Height of flame base : 0.3 m
Height for Radiation Calculations : 0.3 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
Ambient pressure : 1.01 bar
Wind speed : 1.5 m/s
Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
Flame length : 38.17 m
Flame tilt from vertical : 0.0°
Flame drag ratio : 1.11
Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
Effective emissive power : 189.66 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	75.90
2.8	100.77
1.4	140.35

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.31	36.97	52.84	64.49
19.08	24.24	38.29	45.32
23.85	17.24	29.54	34.20
28.62	12.69	23.59	26.79
38.16	7.27	15.97	17.55
47.70	4.41	11.36	12.19
57.24	2.75	8.25	8.69
76.32	1.23	4.79	4.95
114.48	0.37	2.12	2.15
190.80	0.08	0.73	0.73

SLAB SUMMARY

Escenario 4 fuga de 0.4"

Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión, por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador.

Dispersión límites de explosividad

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID	001
Name	Worst case scenario
Ambient temperature	25.0 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	60 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.03 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	LNG1
Name	LNG Light (Methane)
Molecular weight	16.043 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	10000 ppm
LFL	50000 ppm
UFL	150000 ppm

RELEASE:

Source type	Evaporating pool
Release type	Finite duration
Emission rate	5.4207 kg/s
Source area	292.35 m**2
Release duration	900 seconds

OUTPUT:

Height of interest	0.5 meters
Averaging time	900.0 seconds
Lower contour	50000 ppm
Middle contour	75000 ppm
Upper contour	150000 ppm

RESULTS:

Concentration ppm		Distance kilometers
50000 (LFL)	steady-state	0.036
75000	steady-state	0.023
150000 (UFL)	steady-state	0.000

CONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 4 2"

Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión,
por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador.
Incendio en área bomba de alta presión

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
Boiling point : -161.55 °C
Critical temperature : 190.55 K
Critical pressure : 46.0 bar
Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.08 m
Pool liquid height : 0.3 m
Height of flame base : 0.3 m
Height for Radiation Calculations : 0.3 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
Ambient pressure : 1.01 bar
Wind speed : 1.5 m/s
Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
Flame length : 38.17 m
Flame tilt from vertical : 0.0°
Flame drag ratio : 1.11
Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
Effective emissive power : 189.66 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	75.90
2.8	100.77
1.4	140.35

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.31	36.97	52.84	64.49
19.08	24.24	38.29	45.32
23.85	17.24	29.54	34.20
28.62	12.69	23.59	26.79
38.16	7.27	15.97	17.55
47.70	4.41	11.36	12.19
57.24	2.75	8.25	8.69
76.32	1.23	4.79	4.95
114.48	0.37	2.12	2.15
190.80	0.08	0.73	0.73

SLAB SUMMARY

Escenario 4 fuga de 2

Fuga de gas natural licuado, en la manguera de descarga de la bomba de alta presión,
por desgaste o falla de material de la manguera o por movimiento del vaporizador

Dispersión límites de explosividad

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID	001
Name	Worst case scenario
Ambient temperature	25.0 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	60 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.03 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	LNG1
Name	LNG Light (Methane)
Molecular weight	16.043 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	10000 ppm
LFL	50000 ppm
UFL	150000 ppm

RELEASE:

Source type	Evaporating pool
Release type	Finite duration
Emission rate	0.8058 kg/s
Source area	292.35 m**2
Release duration	900 seconds

OUTPUT:

Height of interest	0.5 meters
Averaging time	900.0 seconds
Lower contour	50000 ppm
Middle contour	75000 ppm
Upper contour	150000 ppm

RESULTS:

Concentration ppm		Distance kilometers
50000 (LFL)	steady-state	0.000
75000	steady-state	0.000
150000 (UFL)	steady-state	0.000

CONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 5 1.2"

Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011.

Incendio en área de vaporizador

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : LNG LIGHT (METHANE)
 Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
 Boiling point : -161.55 °C
 Critical temperature : 190.55 K
 Critical pressure : 46.0 bar
 Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
 Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
 Liquid density : 475.5 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.08 m
 Pool liquid height : 0.3 m
 Height of flame base : 0.3 m
 Height for Radiation Calculations : 0.3 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.0 °C
 Ambient pressure : 1.01 bar
 Wind speed : 1.5 m/s
 Relative humidity : 60.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.11 kg/m² s
 Flame length : 38.17 m
 Flame tilt from vertical : 0.0°
 Flame drag ratio : 1.11
 Maximum emissive power : 190.0 kW/m²
 Effective emissive power : 189.66 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	75.90
2.8	100.77
1.4	140.35

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.31	36.97	52.84	64.49
19.08	24.24	38.29	45.32
23.85	17.24	29.54	34.20
28.62	12.69	23.59	26.79
38.16	7.27	15.97	17.55
47.70	4.41	11.36	12.19
57.24	2.75	8.25	8.69

76.32	1.23	4.79	4.95
114.48	0.37	2.12	2.15
190.80	0.08	0.73	0.73

AFTOX SUMMARY

Escenario 6 fuga 1.2

Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE, por golpe externo.

Fuga de gas natural de ducto

21/08/2021

METEOROLOGY:

Ambient temperature	25.03 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	50 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.01 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	BRZ088
Name	Methane
CAS number	74-82-8
Molecular weight	16.04 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	6666 mg/m**3
LFL	33000 mg/m**3

RELEASE:

Source type	Gas release
Release type	Finite duration
Emission rate	51.15 kg/min
Release height	1.0 meters
Release duration	900 seconds
Total amount released	767.25 kilograms

OUTPUT:

Height of interest	1.0 meters
Averaging time	900.0 seconds
Lower contour	33000 mg/m**3
Middle contour	50000 mg/m**3
Upper contour	98338.29 mg/m**3

RESULTS:

MAXIMUM DISTANCE TO MINIMUM CONCENTRATION

Concentration mg/m**3	Maximum Distance kilometers
33000 (LFL)	0.015
50000	0.000
98338.29	0.000

MAXIMUM DISTANCE TO MINIMUM CONCENTRATION AT EACH TIME STEP

Concentration mg/m**3	Elapsed Time seconds	Distance kilometers
33000 (LFL)	60	0.000
33000 (LFL)	120	0.015
33000 (LFL)	180	0.015
33000 (LFL)	240	0.015
33000 (LFL)	300	0.015
33000 (LFL)	360	0.015
33000 (LFL)	420	0.015
33000 (LFL)	480	0.015

33000 (LFL)	540	0.015
33000 (LFL)	600	0.015
33000 (LFL)	660	0.015
33000 (LFL)	720	0.015
33000 (LFL)	780	0.015
33000 (LFL)	840	0.015
33000 (LFL)	900	0.015

50000	60	0.000
50000	120	0.000
50000	180	0.000
50000	240	0.000
50000	300	0.000
50000	360	0.000
50000	420	0.000
50000	480	0.000
50000	540	0.000
50000	600	0.000
50000	660	0.000
50000	720	0.000
50000	780	0.000
50000	840	0.000
50000	900	0.000

98338.29	60	0.000
98338.29	120	0.000
98338.29	180	0.000
98338.29	240	0.000
98338.29	300	0.000
98338.29	360	0.000
98338.29	420	0.000
98338.29	480	0.000
98338.29	540	0.000
98338.29	600	0.000
98338.29	660	0.000
98338.29	720	0.000
98338.29	780	0.000
98338.29	840	0.000
98338.29	900	0.000

Toxic corridor:

Maximum distance	0.042 kilometers
Elapsed time	15 minutes
Direction and width	90 degrees (circle)

BAKER STREHLOW EXPLOSION MODEL

Escenario 5, fuga 1.2

Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011.

Fuga de gas natural e ignición

21/08/2021

INPUT DATA

Selected substance :Methane
Heat of combustion :50029.0 kJ/kg
Material Reactivity :Medium
Ground Reflection :2

RESULTS

Source :1

Absolute Coordinates :0 m 0 m
Explosive Mass :66.5 kg
Flame Expansion :2D
Obstacle Density :Low
Flame Speed :0.118
Energy :6653857000.0 J

CALCULATED OVERPRESSURES AT SPECIFIED DISTANCES

Distance m	Overpressure atm(g)	Impulse atm s
50.000	0.030	0.003
100.000	0.016	0.001
150.000	0.011	0.001
200.000	0.008	0.001
250.000	0.007	0.001
300.000	0.006	0.001
350.000	0.005	0.000
400.000	0.004	0.000
450.000	0.004	0.000
500.000	0.004	0.000

CALCULATED DISTANCES AT SPECIFIED OVERPRESSURES

Overpressure atm(g)	Distance m
0.034	44.610
0.051	28.749
0.068	21.957

ONFINED POOL FIRE MODEL

Escenario 5 fuga .0

Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011.

Fuga de gas metano e ignición

21/08/2021

CIRCULAR DIKE OR TANK FIRE

FUEL

Name : METHANE
Pool temperature : -161.55 °C

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
Boiling point : -161.55 °C
Critical temperature : 190.4 K
Critical pressure : 46.0 bar
Heat of combustion : 5.00E+07 J/kg
Flame temperature : 1300 K

CALCULATED PROPERTIES

Liquid compressibility factor : 0.004
Liquid density : 475.6 kg/cu m

DIMENSIONS

Pool diameter : 19.29 m
Pool liquid height : 0.3 m
Height of flame base : 0.3 m
Height for Radiation Calculations : 0.3 m

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.03 °C
Ambient pressure : 1.01 bar
Wind speed : 1.5 m/s
Relative humidity : 50.0%

RESULTS

Mass burning rate : 0.098 kg/m² s
Flame length : 35.81 m
Flame tilt from vertical : 0.0°
Flame drag ratio : 1.10
Maximum emissive power : 193.0 kW/m²
Effective emissive power : 192.68 kW/m²

Thermal flux (kW/m ²)	Distance From center of Pool (m)
5.0	76.31
2.0	118.12
1.4	139.71

Distance from center of pool (m)	Thermal flux to horizontal target (kW/m ²)	Thermal flux to vertical target (kW/m ²)	Maximum flux to target (kW/m ²)
14.47	38.28	54.85	66.89
19.29	24.91	39.68	46.85
24.11	17.52	30.50	35.17
28.94	12.73	24.25	27.39
38.58	7.11	16.22	17.71
48.23	4.21	11.39	12.15
57.87	2.63	8.33	8.74

77.16	1.15	4.75	4.89
115.74	0.33	2.06	2.09
192.90	0.07	0.70	0.71

AFTOX SUMMARY

Escenario 5 6"

Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011.

Fuga de gas

21/08/2021

METEOROLOGY:

ID 001
 Name Worst case scenario
 Ambient temperature 25.0 ° C
 Ambient pressure 760.0 mmHg
 Relative humidity 50 %
 Wind direction 270 degrees
 Wind speed 1.5 m/s
 Anemometer height 10.0 meters
 Surface roughness 0.03 meters
 Stability option Stability class
 Stability class 6 (F)

CHEMICAL:

ID BRZ088
 Name Methane
 CAS number 74-82-8
 Molecular weight 16.04 g/g-mole
 Boiling point 111.6 K
 TWA 6666 mg/m**3
 LFL 33000 mg/m**3

RELEASE:

Source type Gas release
 Release type Finite duration
 Emission rate 665.0 kg/min
 Release height 1.0 meters
 Release duration 65 seconds
 Total amount released 720.42 kilograms

OUTPUT:

Height of interest 1.0 meters
 Averaging time 60.0 seconds
 Lower contour 33000 mg/m**3
 Middle contour 50000 mg/m**3
 Upper contour 98338.29 mg/m**3

RESULTS:

MAXIMUM DISTANCE TO MINIMUM CONCENTRATION
 Concentration Maximum Distance
 mg/m**3 kilometers

Concentration mg/m**3	Maximum Distance kilometers
33000 (LFL)	0.351
50000	0.261
98338.29	0.172

MAXIMUM DISTANCE TO MINIMUM CONCENTRATION AT EACH TIME STEP

Concentration mg/m**3	Elapsed Time seconds	Distance kilometers
33000 (LFL)	60	0.000
33000 (LFL)	120	0.185
33000 (LFL)	180	0.269
33000 (LFL)	240	0.351
50000	60	0.000
50000	120	0.182
50000	180	0.261
50000	240	0.000
98338.29	60	0.000
98338.29	120	0.172
98338.29	180	0.000
98338.29	240	0.000

Toxic corridor:

Maximum distance	0.000 kilometers
Elapsed time	0 minutes
Direction and width	90 degrees (circle)

BAKER STREHLOW EXPLOSION MODEL

Escenario 5, fuga 6.0

Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011.

Fuga de gas natural e ignición

21/08/2021

INPUT DATA

Selected substance :Methane
Heat of combustion :50029.0 kJ/kg
Material Reactivity :Medium
Ground Reflection :2

RESULTS

Source :1

Absolute Coordinates :0 m 0 m
Explosive Mass :66.5 kg
Flame Expansion :2D
Obstacle Density :Low
Flame Speed :0.118
Energy :6653857000.0 J

CALCULATED OVERPRESSURES AT SPECIFIED DISTANCES

Distance m	Overpressure atm(g)	Impulse atm s
50.000	0.030	0.003
100.000	0.016	0.001
150.000	0.011	0.001
200.000	0.008	0.001
250.000	0.007	0.001
300.000	0.006	0.001
350.000	0.005	0.000
400.000	0.004	0.000
450.000	0.004	0.000
500.000	0.004	0.000

CALCULATED DISTANCES AT SPECIFIED OVERPRESSURES

Overpressure atm(g)	Distance m
0.034	44.610
0.051	28.749
0.068	21.957

JET FIRE MODEL

EScenario 6 fuga 1.2

Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE, por golpe externo.

Fuga de gas metano e ignición

21/08/2021

GAS OUTFLOW DUE TO PIPELINE LEAK

FUEL

Name : METHANE
Physical state : Vapor phase only

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
Boiling point : -161.55 °C
Critical temperature : 190.4 K
Critical pressure : 46.0 bar
Ratio of specific heats of vapor : 1.300

CALCULATED PROPERTIES

Vapor compressibility factor : 0.908
Vapor density : 29.43 kg/cu m

PIPELINE DATA

Pipeline temperature : 15.5 °C
Pipeline pressure (absolute) : 39.98 bar
Pipeline diameter : 152.4 mm
Hole diameter : 1.2 mm
Discharge coefficient : 0.63
Substance release rate : 5.16E-03 kg/s
Choked flow : Sí

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.03 °C
Ambient pressure : 1.01 bar
Wind Speed : 1.5 m/s

RESULTS

Maximum flame extent : 0.89 m
Visible flame length : 0.71 m
Flame lift-off : 0.17 m
Average flame diameter : 0.24 m
Maximum emissive power : 287.0 kW/m²
Height for Radiation Calculations : 0.3 m

Radiation (kW/m ²)	Distance from center of jet (m)
5.0	1.70
2.0	2.68
1.4	3.20

Distance from jet centerline (m)	Radiation (kW/m ²)
1.00	13.90
2.00	3.63
3.00	1.59
4.00	0.88
5.00	0.56
6.00	0.38
7.00	0.28
10.00	0.13

25.00
50.00

0.02
0.00



AFTOX SUMMARY

Escenario 6 1.2"

Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE, por golpe externo.

Fuga de gas en ducto

21/08/2021

METEOROLOGY:

Ambient temperature 25.03 ° C
 Ambient pressure 760.0 mmHg
 Relative humidity 50 %
 Wind direction 270 degrees
 Wind speed 1.5 m/s
 Anemometer height 10.0 meters
 Surface roughness 0.01 meters
 Stability option Stability class
 Stability class 2 (B)

CHEMICAL:

ID BRZ088
 Name Methane
 CAS number 74-82-8
 Molecular weight 16.04 g/g-mole
 Boiling point 111.6 K
 TWA 6666 mg/m**3
 LFL 33000 mg/m**3

RELEASE:

Source type Gas release
 Release type Finite duration
 Emission rate 26.83 kg/min
 Release height 1.0 meters
 Release duration 180 seconds
 Total amount released 80.49 kilograms

OUTPUT:

Height of interest 1.0 meters
 Averaging time 180.0 seconds
 Lower contour 33000 mg/m**3
 Middle contour 50000 mg/m**3
 Upper contour 98338.29 mg/m**3

RESULTS:

MAXIMUM DISTANCE TO MINIMUM CONCENTRATION	
Concentration mg/m**3	Maximum Distance kilometers
33000 (LFL)	0.011
50000	0.000
98338.29	0.000

MAXIMUM DISTANCE TO MINIMUM CONCENTRATION AT EACH TIME STEP		
Concentration mg/m**3	Elapsed Time seconds	Distance kilometers
33000 (LFL)	60	0.000
33000 (LFL)	120	0.011
33000 (LFL)	180	0.011
50000	60	0.000
50000	120	0.000
50000	180	0.000
98338.29	60	0.000
98338.29	120	0.000
98338.29	180	0.000

Toxic corridor:

Maximum distance 0.042 kilometers
 Elapsed time 3 minutes
 Direction and width 90 degrees (circle)

BAKER STREHLOW EXPLOSION MODEL

Escenario 5, fuga 6.0

Fuga de gas natural, en la línea de salida del vaporizador, por falla de sello en la brida de la válvula de bloqueo manual HV-011.

Fuga de gas natural e ignición

21/08/2021

INPUT DATA

Selected substance :Methane
Heat of combustion :50029.0 kJ/kg
Material Reactivity :Medium
Ground Reflection :2

RESULTS

Source :1

Absolute Coordinates :0 m 0 m
Explosive Mass :2.68 kg
Flame Expansion :2D
Obstacle Density :Low
Flame Speed :0.118
Energy :268155400.0 J

CALCULATED OVERPRESSURES AT SPECIFIED DISTANCES

Distance m	Overpressure atm(g)	Impulse atm s
50.000	0.011	0.000
100.000	0.006	0.000
150.000	0.004	0.000
200.000	0.004	0.000
250.000	0.004	0.000
300.000	0.004	0.000
350.000	0.004	0.000
400.000	0.003	0.000
450.000	0.003	0.000
500.000	0.003	0.000

CALCULATED DISTANCES AT SPECIFIED OVERPRESSURES

Overpressure atm(g)	Distance m
0.034	15.295
0.051	9.857
0.068	7.528

JET FIRE MODEL

Escenario 6 fuga 6.0

Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE, por golpe externo.

Fuga de gas metano e ignición

21/08/2021

GAS OUTFLOW DUE TO PIPELINE LEAK

FUEL

Name : METHANE
Physical state : Vapor phase only

CONSTANT PROPERTIES

Molecular weight : 16.04
Boiling point : -161.55 °C
Critical temperature : 190.4 K
Critical pressure : 46.0 bar
Ratio of specific heats of vapor : 1.300

CALCULATED PROPERTIES

Vapor compressibility factor : 0.908
Vapor density : 29.43 kg/cu m

PIPELINE DATA

Pipeline temperature : 15.5 °C
Pipeline pressure (absolute) : 39.98 bar
Pipeline diameter : 152.4 mm
Hole diameter : 152.4 mm
Discharge coefficient : 0.63
Substance release rate : 8.32E+01 kg/s
Choked flow : Si

LOCAL AMBIENT CONDITIONS

Air temperature : 25.03 °C
Ambient pressure : 1.01 bar
Wind Speed : 1.5 m/s

RESULTS

Maximum flame extent : 72.91 m
Visible flame length : 58.78 m
Flame lift-off : 14.13 m
Average flame diameter : 19.63 m
Maximum emissive power : 287.0 kW/m²
Height for Radiation Calculations : 0.3 m

Radiation (kW/m ²)	Distance from center of jet (m)
5.0	104.45
2.0	172.59
1.4	207.03

Distance from jet centerline (m)	Radiation (kW/m ²)
1.00	Unable to calculate flux
2.00	Unable to calculate flux
3.00	Unable to calculate flux
4.00	Unable to calculate flux
5.00	Unable to calculate flux
6.00	Unable to calculate flux
7.00	Unable to calculate flux
10.00	Unable to calculate flux

Escenario 6 fuga 6.0

Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE, por golpe externo.
fuga de gas metano de ducto

21/08/2021

METEOROLOGY:

Ambient temperature	25.03 ° C
Ambient pressure	760.0 mmHg
Relative humidity	50 %
Wind direction	270 degrees
Wind speed	1.5 m/s
Anemometer height	10.0 meters
Surface roughness	0.01 meters
Stability option	Stability class
Stability class	2 (B)

CHEMICAL:

ID	BRZ088
Name	Methane
CAS number	74-82-8
Molecular weight	16.04 g/g-mole
Boiling point	111.6 K
TWA	6666 mg/m**3
LFL	33000 mg/m**3

RELEASE:

Source type	Gas release
Release type	Instantaneous
Total amount released	80.5 kilograms
Release height	0.5 meters

OUTPUT:

Height of interest	0.5 meters
Averaging time	60.0 seconds
Lower contour	33000 mg/m**3
Middle contour	50000 mg/m**3
Upper contour	98338.29 mg/m**3

RESULTS:

MAXIMUM DISTANCE TO MINIMUM CONCENTRATION	
Concentration mg/m**3	Maximum Distance kilometers

33000 (LFL)	0.056
50000	0.052
98338.29	0.000

MAXIMUM DISTANCE TO MINIMUM CONCENTRATION AT EACH TIME STEP

Concentration mg/m**3	Elapsed Time seconds	Distance kilometers
--------------------------	-------------------------	------------------------

33000 (LFL)	60	0.056
50000	60	0.052
98338.29	60	0.000

Toxic corridor:

Maximum distance	0.189 kilometers
Elapsed time	1 minutes
Direction and width	90 degrees (circle)

BAKER STREHLOW EXPLOSION MODEL

Escenario 6 fuga 6.0

Fuga de gas natural en la línea de suministro de gas a la CCI CFE, por golpe externo.

Fuga de gas etano en el ducto

21/08/2021

INPUT DATA

Selected substance :Methane
Heat of combustion :50029.0 kJ/kg
Vapor Density :0.6546 kg/cu m
Stoichiometric Concentration (Vol) :9.5 %
Heat of combustion (stoichiometric air mix) :3111.13 kJ/m**3
Material Reactivity :High
Ground Reflection :2

RESULTS

Source :1

Absolute Coordinates :0 m 0 m
Confined Volume :8.5 cu m
Flame Expansion :2D
Obstacle Density :Low
Flame Speed :0.588
Energy :52889200.0 J

CALCULATED OVERPRESSURES AT SPECIFIED DISTANCES

Distance m	Overpressure atm(g)	Impulse atm s
50.000	0.048	0.000
100.000	0.029	0.000
150.000	0.027	0.000
200.000	0.026	0.000
250.000	0.024	0.000
300.000	0.022	0.000
350.000	0.020	0.000
400.000	0.018	0.000
450.000	0.016	0.000
500.000	0.014	0.000

CALCULATED DISTANCES AT SPECIFIED OVERPRESSURES

Overpressure atm(g)	Distance m
0.034	70.406
0.051	46.262
0.068	34.196

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7



Time: August 23, 2021 2040 hours DST (user specified)

Chemical Name: METHANE

Wind: 1.5 meters/second from w at 10 meters

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: less than 10 meters(10.9 yards) --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: less than 10 meters(10.9 yards) --- (1.4 kW/(sq m))

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: less than 10 meters(10.9 yards) --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: less than 10 meters(10.9 yards) --- (1.4 kW/(sq m))

Thermal Radiation Threat Zone

Time: August 23, 2021 2040 hours DST (user specified)

Chemical Name: METHANE

Wind: 1.5 meters/second from w at 10 meters

THREAT ZONE:

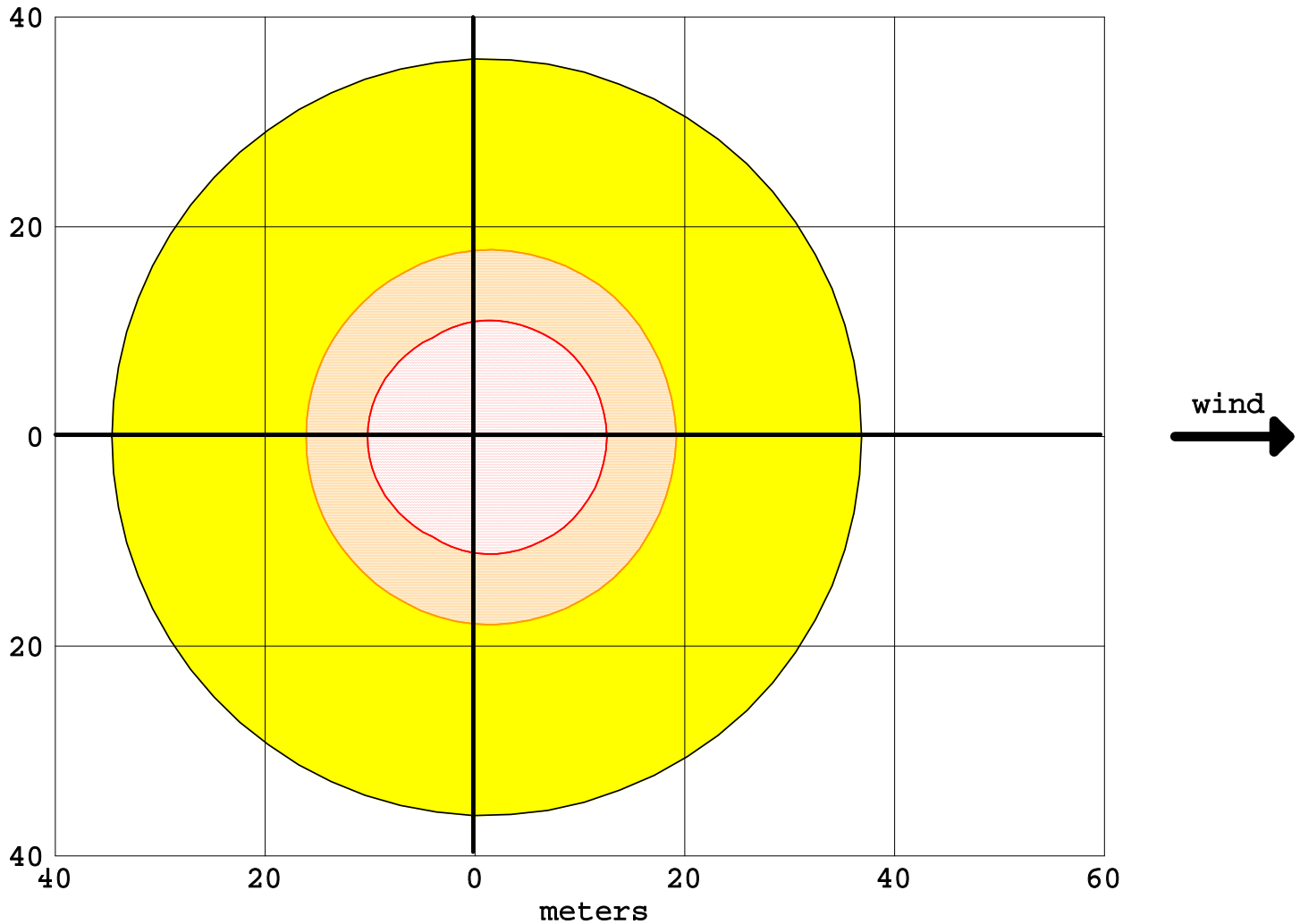
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire




Red : 13 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 19 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 37 meters --- (1.4 kW/(sq m))

meters



-  greater than 10.0 kW/(sq m) (potentially lethal within 60 sec)
-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
-  greater than 1.4 kW/(sq m)

b. DATOS GENERALES DEL REGULADO		
CURR		R.F.C.
Nombre, razón o denominación social	NFE Pacífico LAP, S. de R. I. de C. V.	
Nombre del Proyecto	Terminal de gas natural Los Cabos	
Objeto del Proyecto	Abastecimiento de GNL	
c. UBICACIÓN DEL PROYECTO		
Calle y Número		Colonia/Localidad
Municipio/Alcaldía		Estado
Código Postal		
d. DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES		
Calle y Número		Colonia/Localidad
Municipio/Alcaldía		Estado
Código Postal		
Teléfonos		Correo electrónico
Nombre del representante legal del Regulado		
Cargo	Representante Legal	

DOMICILIO, TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA, ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Generalidades del terreno

a. USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA EL PROYECTO				
<input type="checkbox"/> Agrícola/Pecuario	<input checked="" type="checkbox"/> Rural	<input type="checkbox"/> Habitacional	<input type="checkbox"/> Industrial	<input checked="" type="checkbox"/> Forestal
<input type="checkbox"/> Comercial	<input type="checkbox"/> Mixto (especifique) Usos de suelo en el área del proyecto: I3 (zona de Industria de alto impacto) y S (Zona de Servicios a la Industria y al Comercio)			
b. EL PROYECTO SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS				
<input type="checkbox"/> Zona industrial	<input type="checkbox"/> Zona habitacional	<input type="checkbox"/> Zona suburbana		
<input type="checkbox"/> Parque industrial	<input type="checkbox"/> Zona urbana	<input checked="" type="checkbox"/> Zona rural	<input type="checkbox"/> Zona Marina	
c. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA		d. SUPERFICIE		
Coordenadas latitud N	22°58'18"	Requerida	15,000.00	m ²
Coordenadas longitud W	110°01'17"	Total	15,000.00	m ²

No	Clave del escenario	Descripción del escenario	Accidente hipotético				Ubicación			
			Fuga/Ruptura	Derrame	Incendio	Explosión	Etapa de Operación			
							Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios
1		Fuga	X		X			x		
2		Fuga	x		x			x		
3		Fuga	x		x	x		x		
4		Fuga	v		x			x		
5		Fuga	x		x	x		x		
6		Fuga	x		x			x		x

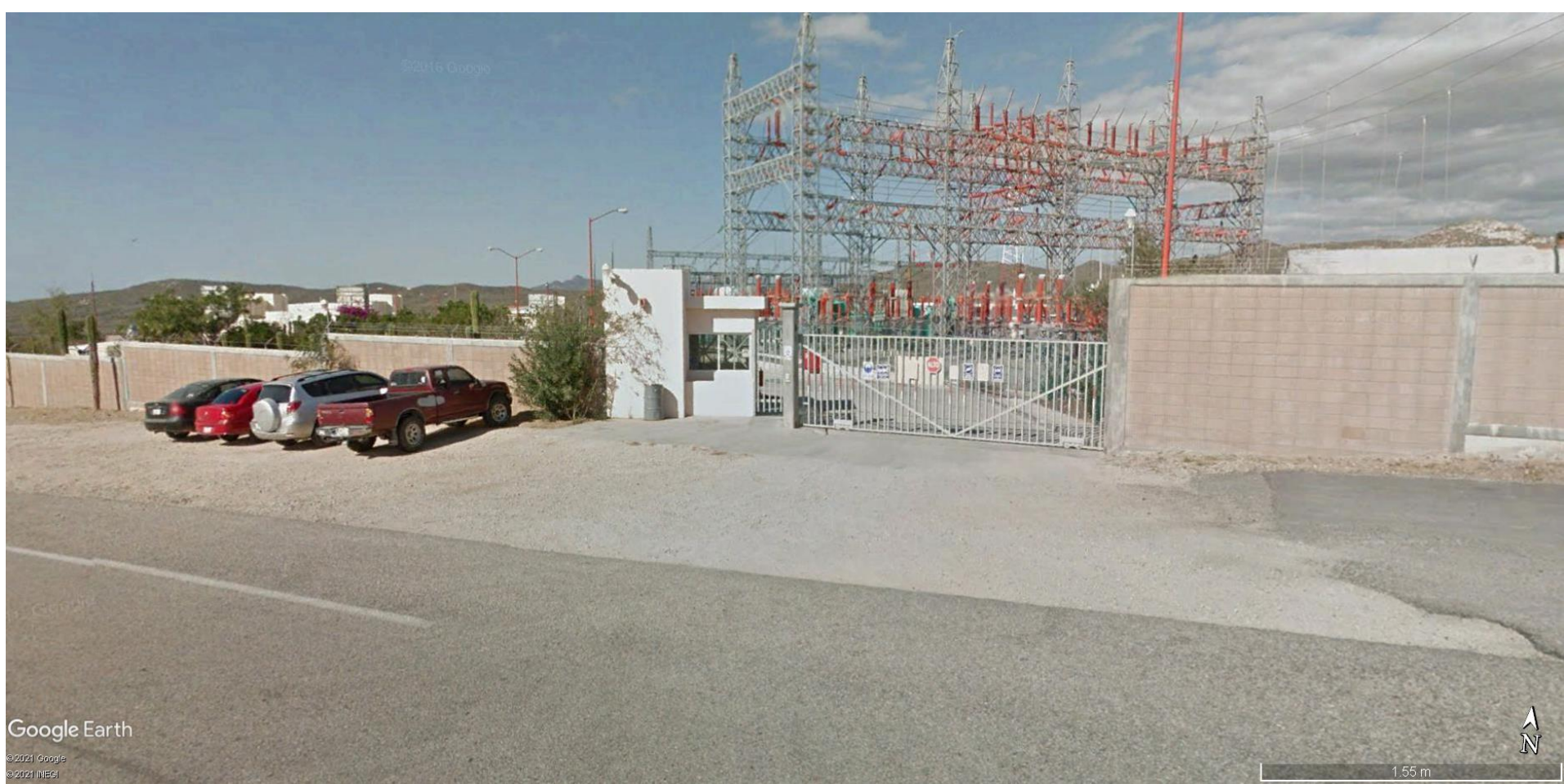
Unidad o equipo de proceso	Metodología empleada para la identificación de Peligros	Componente ambiental afectado
ISO Tanque	HAZOP	Aire y medio natural
Válvula ISO Tanque	HAZOP	Aire y medio natural
Tanque buffer mangueraa	HAZOP	Aire y medio natural
Fuga de manguera de bomba de alta presión	HAZOP	Aire y medio natural
vLínea de salida de vaporizador	HAZOP	Aire y medio natural
Línea de suministro a CFE	HAZOP	Aire y medio natural

Resultados de la estimación de radios potenciales de afectación

No.	Clave del escenario	Tipo de Caso simulado	Clase de evento	Dispersión tóxica (m)			Radiación térmica (m)			0.5 psi (Zona de amortiguamiento)
				IDLH (Zona de alto riesgo)	TLV8 h (Zona de amortiguamiento)	TLV15 min (Zona de amortiguamiento)	1.4 kW/m ² (Zona de amortiguamiento)	5 kW/m ² (Zona de alto riesgo)	12.5 – 37.5 kW/m ² (Zona de alto riesgo a equipos)	
1	0.6	Fuga	Duración finita				140.35	75.89		No se alcanza el LIE
1	3	Fuga	Duración finita				140.35	75.89		No se alcanza el LIE
2	0.6	Fuga	Duración finita				140.35	75.89		No se alcanza el LIE
2	3	Fuga	Duración finita				140.35	75.89		No se alcanza el LIE
3	0.6	Fuga	Duración finita				140.35	75.9		No se alcanza el LIE
3	3	Fuga	Duración finita				140.35	75.9		84.22
4	0.4	Fuga	Duración finita				140.35	75.9		No se alcanza el LIE
4	2	Fuga	Duración finita				140.35	75.9		No se alcanza el LIE
5	1	Fuga	Duración finita				140.35	75.9		44.61
5	6	Fuga	Duración finita				140.35	75.9		44.61
6	1.6	Fuga	Duración finita				<10	<10		-
6	6	Fuga	Duración finita				37	19		-

Sobrepresión (m)	
1.0 psi	3 -10 psi
(Zona de alto riesgo)	(Zona de alto riesgo a equipos)
No se alcanza el LIE	
No se alcanza el LIE	
No se alcanza el LIE	
No se alcanza el LIE	
No se alcanza el LIE	
41.5	
No se alcanza el LIE	
No se alcanza el LIE	
21.957	
21.957	
-	
-	

REPORTE FOTOGRAFICO



**ACCESO PRINCIPAL A LA CENTRAL TURBOGAS LOS CABOS.
(VISTA DESDE LA CARRETERA CABO SAN LUCAS – TODOS LOS SANTOS)**



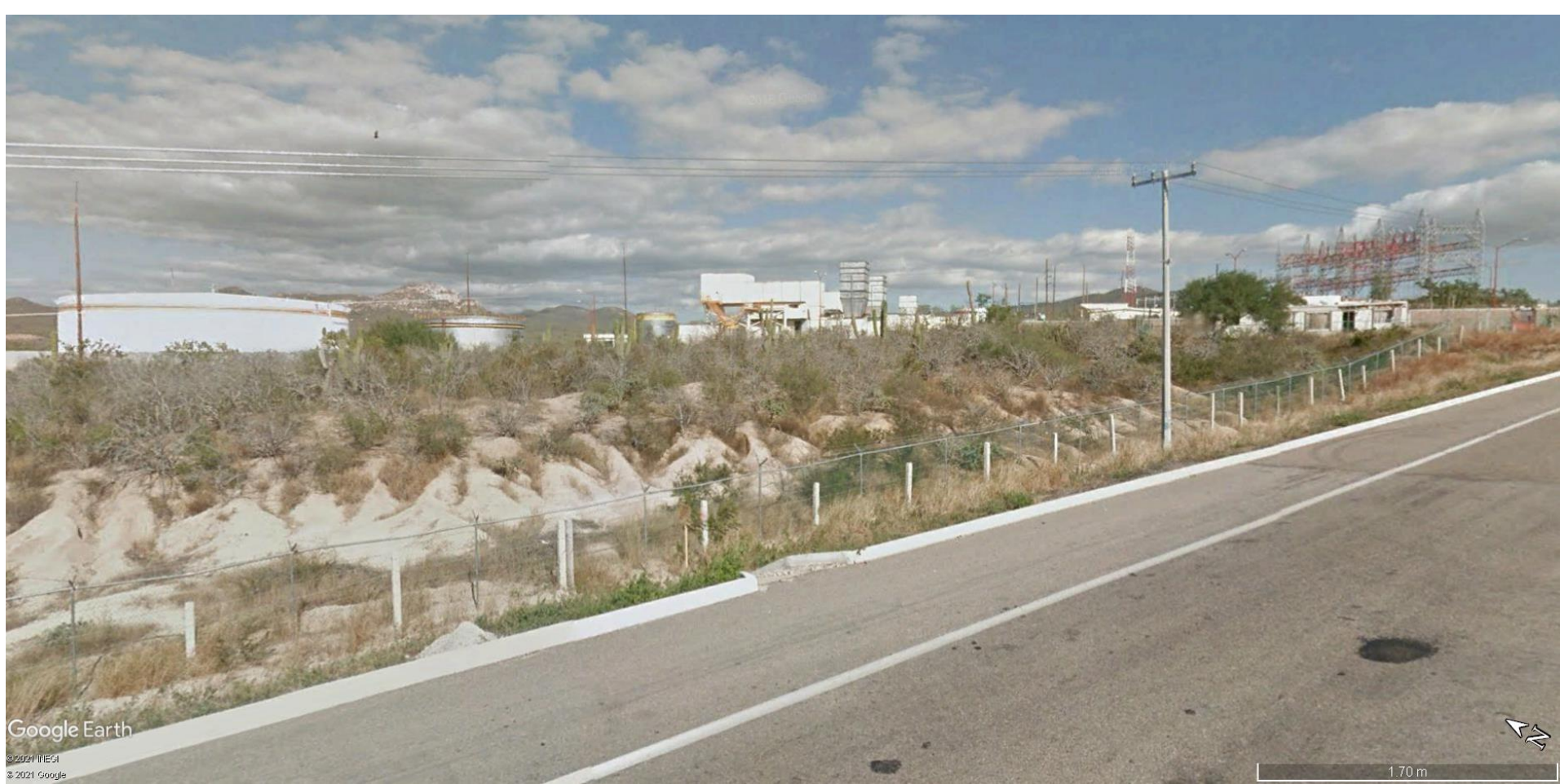
PANORÁMICA DE LA ZONA DE PROYECTO. A LA IZQUIERDA LIMITES DEL PREDIO DONDE SE DESARROLLARÁ EL PROYECTO, A LA DERECHA INSTALACIONES DE LA CENTRAL TURBOGAS LOS CABOS.
(VISTA DESDE LA CARRETERA CABO SAN LUCAS – TODOS LOS SANTOS)



**PANORÁMICA DE LA CENTRAL TURBOGAS LOS CABOS DESDE SU EXTREMO SUR.
(VISTA DESDE LA CARRETERA CABO SAN LUCAS – TODOS LOS SANTOS)**



**PANORÁMICA DE LA CENTRAL TURBOGAS LOS CABOS, SE APRECIA TANQUE DE COMBUSTIBLE.
(VISTA DESDE LA CARRETERA CABO SAN LUCAS – TODOS LOS SANTOS)**



**PANORÁMICA DE LA CENTRAL TURBOGAS LOS CABOS DESDE EL EXTREMO PONIENTE.
(VISTA DESDE LA CARRETERA CABO SAN LUCAS – TODOS LOS SANTOS)**



CONDICIONES EN EL EXTREMO NORTE DEL ÁREA DE PROYECTO DONDE SE UBICARÁ LA ZONA DE DESCARGA DE ISOTANQUES, AL FONDO SE OBSERVAN ELEMENTOS DE LA CENTRAL TURBOGAS LOS CABOS DE LA CFE.



CONDICIONES EN EL ÁREA ORIENTE DE PROYECTO DONDE SE UBICARÁ EL CUARTO DE CONTROL Y ÁREAS ADMINISTRATIVA Y DE SERVICIOS, AL FONDO SE OBSERVAN TORRES DE DISTRIBUCIÓN DE LA CENTRAL TURBOGAS LOS CABOS DE LA CFE.



OTRO ASPECTO DEL ÁREA QUE OCUPARÁ EL PROYECTO, AL FONDO SE OBSERVAN TORRES DE DISTRIBUCIÓN DE LA CENTRAL TURBOGAS LOS CABOS DE LA CFE.



PANORAMICA DEL ÁREA DE PROYECTO DE SURESTE A NOROESTE, SE APRECIAN LAS CONDICIONES DEL ÁREA DONDE SE ASENTARÁN LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE PROYECTO.



**CAMINO EXISTENTE DE ACCESO AL PREDIO, EXTREMO ORIENTE DEL ÁREA DONDE SE
ASENTARÁN LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE PROYECTO.**